

JAINA

BOLETÍN INFORMATIVO
VOL. 20 NO.2
AGOSTO 2009 - DICIEMBRE 2009



Centro de Ecología, Pesquerías y
Oceanografía del Golfo de México

ISSN 0188 - 4700

JAINA

BOLETÍN INFORMATIVO

VOL. 20 NO. 2

AGOSTO 2009 - DICIEMBRE 2009

Información y correspondencia

Centro EPOMEX

Av. Agustín Melgar y Juan de la

Barrera. Apartado Postal 520,

C.P. 24030, Campeche,

Campeche, México.

Tel: (981) 811-9800 ext. 62300

Fax: (981) 811-9800 ext. 62399

CONTENIDO

Caracterización de los manglares en los estados de Campeche y Quintana Roo, México

5

C.M. Agraz-Hernández, C. García-Zaragoza, J. Osti-Saenz y C. Chan-Keb
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

Importancia del valor socioeconómico-ecológico: Los Manglares de México-Caso Campeche

15

C.M. Agraz-Hernández, E. Negrín y C. García-Zaragoza
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

Hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos del río y costa de Champotón, Campeche

27

L. Quetz, M. Memije, J. Benítez y J. Rendón-von Osten
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

The use of probiotic in fish aquaculture

35

M. Lara-Flores
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

Atlas de peligros naturales del estado de Campeche

49

¹G.Posada, ¹B.E. Vega, ¹G.Villalobos, ²R. Silva, ²G. Durán, ²G. Ruiz, ¹R. Zetina, ¹J.C. Nava,
¹A. Martínez, ³J. Argáez, ³H.Villa, ³M. Zetina, ⁴G. Aponte
¹Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche
²Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México
³Centro Estatal de Emergencias de Campeche, CENECAM
⁴Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Seguimiento sanitario del maricultivo del esmedregal *Rachycentron canadum* en Campeche

57

R. del Río-Rodríguez, M.I. Gómez-Solano, A. D. Cu-Escamilla,
M.G. Maldonado-Velázquez, B. García-Durán,
J. J. Miramontes-Campos, J. M. Ríos-Quintal
Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche

Caracterización de los manglares en los estados de Campeche y Quintana Roo, México

C.M. Agraz-Hernández, C. García-Zaragoza, J. Osti-Saenz y C. Chan-Keb
Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche

RESUMEN

La región sur-sureste de México, se ubica al sur del Eje Neovolcánico, e incluye los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Estos tres estados forman parte del llamado Corredor Biológico Mesoamericano en el cual se distribuye una gran cantidad de especies, muchas de ellas endémicas, y es reconocida como una de las cinco regiones más importantes del mundo por su megadiversidad. Además, comprende diversos ambientes de humedales, dentro de los cuales están los ecosistemas de manglar, uno de los ecosistemas más productivos de la Biosfera. México es el décimo país más importante en cobertura de manglar a nivel mundial, y dicha extensión está representada principalmente por los estados de Nayarit, Sinaloa, Campeche, Yucatán, Quintana Roo. Destacando dentro de ellos, los manglares de la península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo), ya que estos se desarrollan en suelos cársticos, con abastecimiento de agua dulce a través de ríos subterráneos y condiciones oligotróficas, estableciéndose con ello un tipo fisonómico único. En la vertiente del Golfo se distribuyen los manglares desde la desembocadura del río Bravo hasta la península de Yucatán. Campeche es el primer estado a nivel nacional en cobertura de manglar y en superficie de áreas protegidas (14.28 %). Las mayores extensiones en cobertura de bosque de manglar en Campeche se localizan en el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos (APFFLT)” y la Reserva de la Biosfera “Los Petenes (RBLP)”, considerados como los más importantes en cobertura de humedales en la zona costera del Golfo de México. Es relevante mencionar que la RBLP presenta los ecosistemas llamados “Petenes” localizados a nivel mundial solo en Florida (EUA), Cuba y la península de Yucatán. En el caso de los manglares de diversas regiones del Caribe y del Pacífico Occidental se encuentran funcionalmente relacionados con otros importantes ecosistemas costeros como los pastos marinos y corales, participando en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos.

cos. Los manglares de la costa occidental de México y el Caribe son menos extensos y menos desarrollados que los del Golfo de México, debido a las características fisiográficas y climáticas como son el tipo de sedimento cárstico de la península de Yucatán y el carácter oligotrófico de las aguas del Caribe, frecuentes tormentas tropicales y huracanes.

INTRODUCCIÓN

Los humedales comprenden diversos ambientes tanto naturales como artificiales que se caracterizan por estar permanente o temporalmente inundados por agua dulce, salobre o salina. Se encuentran en las áreas marinas que no exceden a los 6 metros de profundidad (con respecto al nivel medio del mar. RAMSAR, 1971). Bajo esta definición quedan comprendidos los manglares, localizados en zonas tropicales y subtropicales. Desde 1975 (Whittaker y Linkens), han considerado a estos ecosistemas como uno de los ambientes más productivos de la Biosfera y por ende, poseen elementos relevantes para el sustento de los grupos de poblaciones establecidas en las líneas de costa. Además, los manglares son importantes para el desarrollo integral de la zona costera y el desarrollo de la cadena alimenticia en los mares, a través de la exportación de sus nutrientes.

Actualmente México es el décimo país más importante en cobertura de manglar a nivel mundial (INE, 2002). Dicha extensión esta representada principalmente por cuatro estados: Nayarit con 153 409 ha, seguido de Campeche con 196 552 ha, Sinaloa con 74 539 ha y Chiapas con 69 881 ha. Sin embargo, los bosques de manglar de la península de Yucatán destacan en importancia debido a que se desarrollan en suelos cársticos, dando origen a un tipo fisonómico único. Es relevante mencionar que este tipo de suelos se localiza solo en cinco áreas del Caribe (Belice, Isla de las Antillas, Florida, Cuba y Península de Yucatán). Por otra parte, la península de Yucatán esta asociada al turismo por sus humedales del Caribe, traduciéndose esto en una de las principales fuentes de ingresos para el país. En diversos países, incluyendo el nuestro en la península de Yucatán y en particular el estado de Quintana Roo, se tiene calculado un valor económico y ecológico en beneficios directo e indirecto de los manglares entre los \$10 000 a \$125 000 dólares por hectárea.

DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA FORESTAL

La extensión territorial de la República Mexicana es de 1 '964 375 km² y cuenta con una superficie continental de 1 '959 248 km² y una insular de 5 127 km². Se localiza en el hemisferio

Norte, entre las coordenadas geográficas 14° 32' 27" a 32° 43' 06" de Latitud Norte y 86° 42' 36" a 118° 27' 24" de Longitud Oeste. La región Sur-Sureste de México, se ubica al sur del Eje Neovolcánico, aproximadamente a 20° de Longitud Norte e incluye los siguientes estados: Guerrero, Oaxaca, Puebla, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Dichos estados albergan en su territorio 5'748 842 ha de áreas protegidas. El Sur-Sureste forma parte del llamado Corredor Biológico Mesoamericano en el cual se distribuye una gran cantidad de especies, muchas de ellas endémicas, siendo reconocida entre las cinco regiones más importantes del mundo por su megadiversidad.

Los bosques de manglar en México se encuentran representados en las vertientes del Pacífico y del Golfo de México. En la vertiente del golfo se distribuyen desde la desembocadura del río Bravo hasta la península de Yucatán. Los límites latitudinales de *Rhizophora mangle* alcanzan el paralelo 27°N y *Avicennia germinans* se detiene antes de llegar a 25°N.

El estado de Campeche está considerado como el primero a nivel nacional referido a su superficie protegida (14.28 %) y a nivel región Sur-Sureste, con el 39.2% del total de cobertura. El estado presenta una extensión litoral de 523.30 km. En el límite sureste su llanura se caracteriza por una extensa planicie fluvio-deltaica que se interrumpe en el estado de Veracruz por la presencia del sistema volcánico Transversal (De la Lanza-Espino *et al.*, 1991), con una superficie estuarina-lagunar de 220 000 ha. (Contreras, 1985). Actualmente, Campeche presenta 196 552 ha. en cobertura de manglar, considerándose el primer estado a nivel nacional (CONABIO, 2008).

Las mayores extensiones de cobertura de manglar en el estado de Campeche se localizan en el Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos. (APFFLT)", y la Reserva de la Biosfera "Los Petenes. (RBLP)" (figura 1). Estas áreas protegidas son importantes como protección de la fauna y flora, con un total de 705 016 hectáreas protegidas. Los humedales, específicamente manglares (con altura mayor a 30 m y una estructural forestal general de 1,400 árbol.ha⁻¹ y 30 m².ha⁻¹) y los tulares cubren más de 259 000 ha, con ello se considera como la más importante en cobertura de humedales en la zona costera del Golfo de México. Por otra parte, sus humedales en conjunto de los del estado de Tabasco, forman una unidad ecológica costera que es considerada por su productividad natural y biodiversidad como la más importante de Mesoamérica. Todo ello, atribuido a que este presenta el mayor volumen y extensión nacional constituyendo un complejo ecológico costero desde la plataforma continental marina adyacente; las bocas de conexión con el mar; espejos de agua dulce, salobre y estuarino-marina; las zonas de pastos sumergidos; los sistemas fluvio-deltaicos asociados; los pantanos y los bosques de manglar circundantes. Por otra parte, la Reserva de la Biosfera de los Petenes (declarada como tal el 24 de mayo 1999) cuenta con 282 857.62 ha.). Su importancia estriba principalmente en la gran extensión en sus ambientes críticos, tales como: manglares, pastos

marinos, macroalgas y selva inundable, así como a los ecosistemas denominados “Petenes” (figura 2). Los Petenes, cuentan con una vegetación características de esta zona, la cual presenta una asociación de Manglar: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*); selva baja inundable con especies conocidas comúnmente como palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) y chechen blanco (*Cameraria latifolia*), selva baja caducifolia con vegetación compuesta por chaka (*Bursera simaruba*) y chechen (*Metopium brownei*), y selva mediana subcaducifolia (habin (*Piscidia communis*)), Gramíneas (*Typha dominguensis*) y Palmas sp. La mayoría de las especies antes mencionadas tienen importancia económica para los pobladores como recurso maderero. La vegetación acuática está representada por pastos marinos (Fanerógamas marinas), entre las que destacan *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. Básicamente los petenes se forman alrededor de los manantiales de agua dulce que los nutre, y tienen el aspecto de una vegetación en forma de anillo. En la zona media se encuentra un anillo formado por la palma tasiste (*Acoelorrhaphae writhii*) y de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Dichos ecosistemas solo se localizan en Florida, Cuba y la península de Yucatán. La estructura forestal en general para la Reserva de la Biosfera los Petenes es de 3 714.6 árbol.ha⁻¹ y 11.7 m².ha⁻¹, con tipos fisonómico borde y 47 000 árbol.ha⁻¹ y 0.57 m².ha⁻¹, con una altura promedio de 8 m y una extensión total de 282 857 ha. En el caso de los manglares de diversas regiones del Caribe y del Pacífico Occidental se encuentran funcionalmente relacionados con los ecosistemas lagunares, pastos marinos y corales participando en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos. Así como manteniendo la calidad del agua en los ecosistemas coralinos, debido a que los manglares y pastos marinos actúan como filtros biológicos reteniendo sedimentos, nutrientes, pesticidas, y metales pesados.

Con algunas excepciones se puede decir que los manglares de la costa occidental de México y el Caribe son menos extensos y menos desarrollados que los del Golfo de México. Esto se debe a las características fisiográficas y climáticas de estas costas (Carranza-Edwards *et al.* 1975). Las características cársticas de la península de Yucatán y el carácter oligotrófico de las aguas del Caribe, así como la presencia frecuente de tormentas tropicales y huracanes son factores determinantes en el grado de desarrollo de los manglares de esta región. En la Península de Yucatán la ausencia de ríos en superficie por su rápida filtración a través de los suelos calcáreos permitieron el desarrollo de escurrimientos subterráneos con manifestaciones en superficie como cenotes o rías en la franja litoral, pero limitando el grado de desarrollo de los manglares por la falta de nutrientes y sedimentos finos. Otro factor determinante para la expansión de los manglares para esta región, es el intervalo de la marea. En la costa del Pacífico es superior a 1 metro y aproximadamente de 36 cm en el Caribe.

En la Reserva Ría Celestún se han diferenciado varios tipos de manglar: manglares de franja marina y de franja lagunar; manglar de salitrales, de cuenca alta, de ciénaga baja y manglares

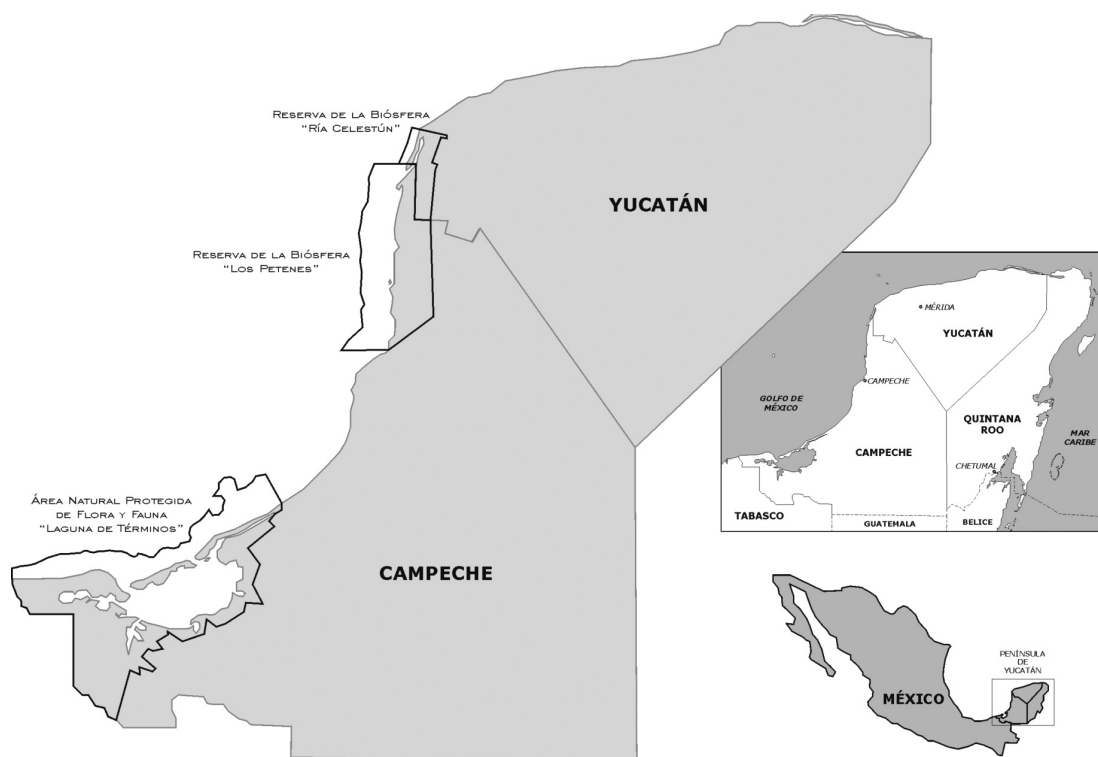


Figura 1. Ubicación de los humedales costeros más importantes del estado de Campeche.

de Petén. Entre el 80 y 90 % de la reserva está conformada por este tipo de vegetación, con las especies: *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (botoncillo), *Rhizophora mangle* (mangle rojo), y otras especies que cohabitan con los mangles como: *Salicornia bigelovi*, *Batis marítima*, *Sesuvium portulacastrum* y *Sporobolus virginicu*.

La costa de Quintana Roo tiene una extensión aproximada de 250 kilómetros desde la isla Contoy al norte, hasta Chetumal en el sur, cerca de la frontera con Belice (figura 3). Aproximadamente el 25% de la superficie total de Quintana Roo se encuentra bajo algún esquema de protección ecológica, con el propósito de conservar los recursos naturales. Las reservas ecológicas protegidas son:

- Área de protección de flora y fauna de Uaymil.
- Reserva de la Biosfera de Sian Ka'An.
- Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro.
- Reserva especial de la biosfera de Isla Contoy.
- Parque Nacional de Tulum.



Figura 2. Ecosistema denominado “Peten de manglar-selva” (Tomada de Mas y Zetina, 1999), localizado en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche. Campeche.

- Parque marino nacional Arrecifes de Cozumel.
- Parque marino nacional costa occidental de Isla Mujeres.
- Punta Cancún y Nizuc.
- Unidad de evaluación y monitoreo de la biodiversidad San Felipe Bacalar.
- Parque urbano de Kabah.
- Parque natural laguna de Chankanaab.
- Área de protección de flora y fauna silvestre y acuática de Laguna Colombia.
- Zona sujeta a conservación ecológica el Santuario de manatí en la Bahía de Chetumal.
- Reserva privada El Edén.
- Reserva de U Yumil C'Eh (El paraje del señor de los venados).

La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an posee una de las mayores extensiones del Caribe Mexicano, (620 000 ha). Presenta una barrera de 120 kilómetros de arrecifes de coral, zona de pastos marinos, esteros, manglares, lagunas costeras, pantanos, sabanas de agua dulce, lagunas interiores, ciénagas y selvas inundables. Los manglares de tipo fisonómico borde forman una franja a todo lo largo de la costa de Sian Ka'an y alcanzan alturas de hasta 12 m.

Un ejemplo típico de la estructura forestal del ecosistema de manglar del estado de Quintana Roo, es el área de Punta Brava localizada a 30 km al sur de Cancún. Esta área presenta una densidad total de 1 798.5 árbol. ha⁻¹ y una área basal de 7.74 m² ha⁻¹, correspondiendo a un bosque combinado de *R. mangle* y *C. erectus*, representado el 55% de la densidad por *R. mangle* y el 75% respecto al área basal por *C. erectus*. Un ejemplo típico al noroeste de la península de Yucatán, Quintana Roo es la Laguna de Nipchupté-Bojórquez la cual esta constituida por cuatro lagunas (Laguna Nichupté, Del Amor, Río Inglés y Bojórquez). En esta región no existen ríos superficiales, por lo que el intercambio de agua dulce de las lagunas se realiza a través de los flujos subterráneos y suelos cársticos. La vegetación circundante está integrada principalmente por cuatro especies de manglar *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). La vegetación asociada al manglar en las áreas de estudio son *Metopium brownei* (Chechen), *Trinax radiata* (Palma Xiat), *Phracmistis australis* (Pasto), *Manikara zapota* (Zapote), *Sabal yapa* (Palma de huano), *Tillandsia sp.* (Bromelias), *Cladium jamaicense* (Narajuela), Loranaceae, Chenopodiaceae y *Jacquinia sp.* Este sistema lagunar se caracteriza en general por presentar en su borde un bosque con una densidad (con un ancho de franja no mayor a 30 m) de 3 895.7 árboles. ha⁻¹, área basal de 23.2 m² ha⁻¹ y una altura de 5 m. El 90% del total de la cobertura de manglar en el ecosistema, presenta un tipo fisonómico matorral con 71 500 árboles. ha⁻¹, área basal de 7.2 m² ha⁻¹ y una altura de 1.50 m, con una dominancia del 80% de *Rhizophora mangle*. La extensión total del bosque de manglar es 2 937.7 ha y 1355.4 ha de manglar con pastizal.

De tal manera que las diferencias en estructura forestal de los bosques manglares en la península de Yucatán, entre los estado de Quintana Roo y Campeche se atribuyen básicamente a la gran variabilidad que presentan entre sus parámetros medio ambientales (físicos y químicos del agua intersticial, tipo de suelo, hidrodinámica, tipo de suelo, frecuencia de tormentas tropicales y huracanes, disponibilidad de nutrientes y precipitación, entre otros).

El ecosistema de manglar que compone de las regiones de Yucatán y Quintana Roo en general se caracteriza por presentar un tipo fisonómico matorral (con excepciones de algunas franjas que bordean las lagunas, escurrimientos continentales y cercanas a las bocas). Este tipo de bosque con baja estructura forestal es definido con base a las características geológicas, microtopográficas, hidrológicas de zonas cársticas y precipitación menor a los 800 mm. año⁻¹. El sustrato de este tipo de bosque es pobre en nutrientes, con temperaturas altas y por lo tanto una alta evaporación. Debido a esta situación se asume que su desarrollo estructural está limitado relacionado con la escasa disponibilidad de nutrientes en el agua. De tal manera que los árboles solo se sujetan y disponen de nutrientes de la turba que ellos mismos forman (aproximadamente

5 cm). En comparación al ecosistema de manglar del estado de Campeche donde éste se caracteriza por presentar un tipo fisonómico borde e incluso en algunos lugares se presentan de tipo ribereño como Atasta en la Laguna de Términos, donde se registran árboles mayores a 40 m de altura, con un diámetro < 1m. Todo ello, por su constante aporte de nutrientes a través de la época de lluvias (de aproximadamente 2 000 mm. año⁻¹) con escurrimientos superficiales y subterráneos. Así mismo, debido a su extensa plataforma continental permite la acumulación de turba en el bosque, mayor a los 100 cm en profundidad, favoreciendo con ello el desarrollo de sus atributos forestales y su producción de hojarasca.

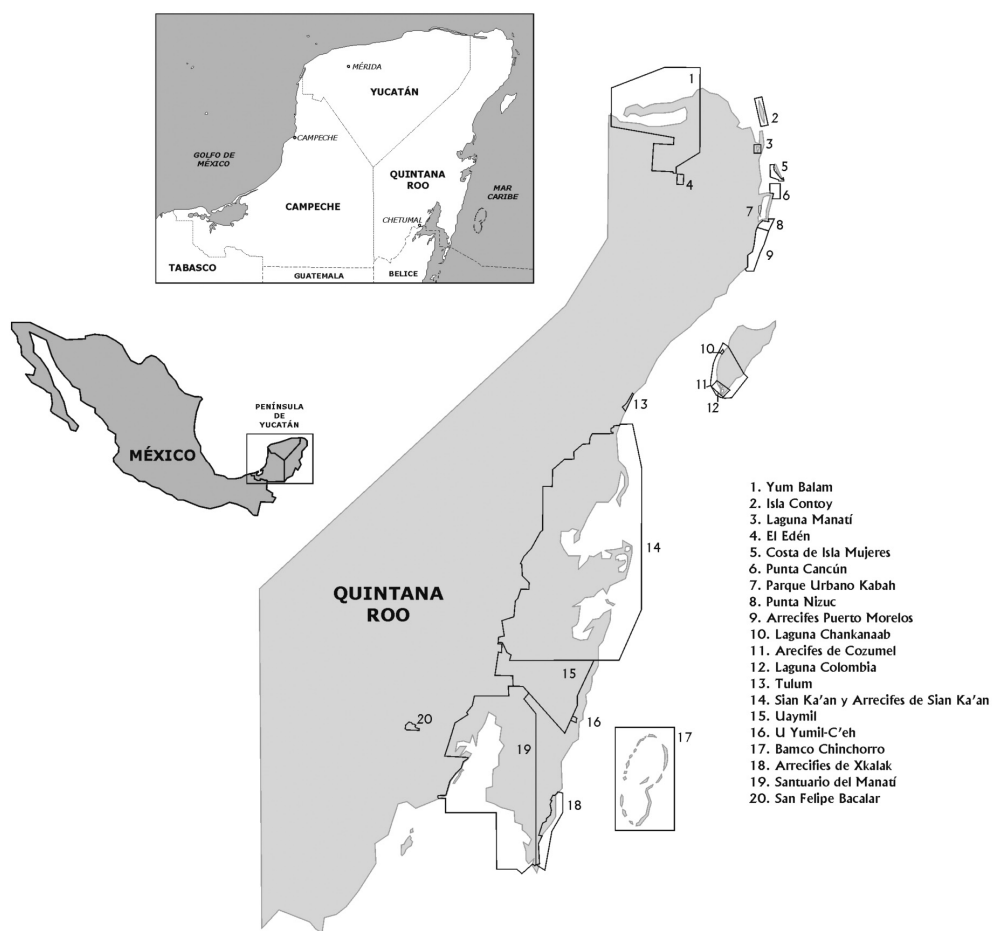


Figura 3. Ubicación de los humedales costeros más importantes del estado de Quintana Roo

LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández C., F.J. Flores-Verdugo, 1997. Rescate, reubicación y restauración de vegetación de selva tropical y manglares del proyecto eco turístico de Xpu-Ha, Quintana Roo. Institución BIOMASA, S.A. Informe técnico, periodo Junio – Diciembre de 1997.
- Agraz-Hernández, *et al.* 2003. Diagnostico ambiental de un ecosistema de manglar en la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, Campeche. Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Agraz-Hernández, C.M., F.J. Flores-Verdugo y J. Ordoñez-Sulu. (2004). Dasometría de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* en un ecosistema de manglar al sureste de la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, Campeche. Campeche. México. Informe técnico. Del proyecto: “Diagnostico ambiental de un ecosistema de manglar en la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, Campeche. Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Agraz-Hernández, C.M., H. Cazares-Rivas, R. Zetina-Tapia, J. Ordoñez-Sulu, J. Osti-Saenz, 2005-2006. Diagnóstico ambiental del ecosistema de manglar en el sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez, Cancún, Q. Roo (Convenio Núm. FB957/BQ006/04) Informe técnico. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Agraz-Hernández, C.M., J.Osti-Saenz, H. Cazares-Rivas, R. Zetina-Tapia, J. Ordoñez-Sulu, 2005-2010. Reforestación y monitoreo de 17.5 ha de manglar al norte de la Laguna de Términos, Campeche. Campeche (Convenio RGP-UACEPOMEX-001/04).
- Barreiro-Guemes, M.T., 1999. Aporte de hojarasca y renovación foliar del manglar en un sistema estuarino del Sureste de México. *Rev. Biol. Trop.* 47(4): 729-737.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutierrez-Estrada y R. Rodríguez-Torres. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *An. Centro Cien, del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México.* 2 (1): 81-88.
- Day, J.W, W.H. Conner, F. Ley-Lou, R. Day y N.A. Machado, 1987. The productivity and descomposition of mangrove forest in Laguna de Términos México. *Aquat. Bot.* 27: 267-284.
- De la Lanza Espino, E.G., 1991. Importancia ecológica de los ciclos biogeoquímicos en los sistemas lagunares costeros p.7-15. En: Eds. Figueroa T.M.G., C.S. Álvarez, A.H. Esquivel y M.E.M. Ponce. Series Grandes Temas de la Hidrobiología I: Fisicoquímica y biología de las Lagunas Costeras Mexicanas. UAM.-Iztapalapa, Div. Ciencias Biológicas.

- Contreras., 1985. Estudios de la bioecología del canal y de la zona inundable del estero de Salahonda, Nariño (zona de dragado y de rectificación). CVC Informe técnico. Cali (Valle), 140.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Manglares de México. 35 p.
- Flores-Verdugo, F.J., C.M. Agraz-Hernández y O. Canul, 1999. "Evaluación del impacto en zonas de manglar de Punta Brava (Quintana Roo): Consideraciones ambientales para su manejo y restauración. Informe técnico. Financiado por Servicios Administrativos grupo Cancún S.A. de C.V., Cancún, Quintan Roo.
- RAMSAR, 1971. Convención sobre los Humedales. En el párrafo 1 del artículo 1 y en el párrafo 1 del artículo 2 de la. (Irán).
- Tovilla, H.C. y E. A. González. 1992. Evaluación de la producción de hojarasca de manglar en tres sistemas lagunares del Golfo de México. Memorias III Reunión Nacional, 21-23 Octubre. Universidad Autónoma Metropolitana-Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Whittaker, R.H. y G.E. Likens, 1975. The biosphere and man, p.1-21. *In*: H. Lieth, H. and R.H. Whittaker (Eds.). Primary productivity of the Biosphere. Springer-Verlag Inc. New York.

Importancia del valor socioeconómico-ecológico: Los Manglares de México-Caso Campeche

C.M. Agraz-Hernández, E. Negrín y C. García-Zaragoza
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

México es considerado como un país megadiverso, forma parte de los principales países que comprenden la mayor diversidad biológica a nivel mundial, solamente debajo de Brasil, Colombia e Indonesia (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992).

Esta alta diversidad que presenta México, es atribuida fundamentalmente por su ubicación geográfica, distribución orográfica y a que éste se localiza entre dos regiones reconocidas en el mundo como neártica y neotropical, que se cruzan al sur del país. Definiéndose en estas regiones, una zona propicia para la biodiversidad del planeta. Específicamente su distribución contribuye a la existencia de una rica variedad de ecosistemas, especies y genes, que forman parte de esta diversidad biológica.

Dentro de la gran variedad de ecosistemas que se localizan en México, se destacan los humedales continentales y costeros. Considerándose en la clasificación de los humedales costeros a los ecosistemas más productivos de la Biosfera (humedales de agua dulce, manglares, pastos marinos, arrecifes de coral, pantanos de macrofitas emergentes y lagunas costeras. (CONABIO, 2008).

México cuenta con 655 677 hectáreas de manglar (CONABIO, 2008), ubicándose los bosques mejor desarrollados y más extensos en la Laguna de Términos (Campeche), Teacapa-Agua Sinaloa) Brava Marismas Nacionales, (Nayarit) y en Chantuto Teculapa-Panzacola al sur de la costa de Chiapas (Agraz Hernández *et al.*, 2007).

LA IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES

Los bosques de mangle son considerados como uno de los ecosistemas más importantes de la Biosfera, debido a su gran biodiversidad, por los servicios ambientales que presta y las funciones ecosistémicas que en él se generan. Turner (1991) y Farber y Constanza (1987), sugieren que los humedales tropicales (ecosistemas de aguas interiores, costeros y de manglar) de los países en desarrollo como lo es México, pueden jugar un papel crucial en el desarrollo económico de las regiones (Barbier, 1994).

Es por ello que, en gran medida, la actividad pesquera se desarrolla en la zona costera, ya que los manglares funcionan como hábitat de crianza y crecimiento desde las primeras etapas de su ciclo de vida (crecen, se alimentan en etapa larval, postlarval y alevines de grandes cantidades de peces y crustáceos). Esto atribuido al gran aporte de nutrientes que proporcionan los manglares a través de su hojarasca, donde esta es exportada por las mareas a sistemas lagunares adyacentes. De acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) aproximadamente 80% de la captura mundial de peces y crustáceos de importancia comercial se efectúa en la zona costera. Un ejemplo es la importancia que tiene la pesca de camarón en México, como consecuencia de los extensos bosques de mangle y áreas de marismas. Ya que por cada hectárea de manglar, se captura 767 kg.año⁻¹ de pesca de camarón y peces comerciales (Turner, 1991).

Por otra parte el manglar constituye un recurso forestal que ha sido explotado por las comunidades asentadas en las inmediaciones de estos ecosistemas, producir leña y carbón; también ha sido utilizado como material de construcción de las viviendas rurales, en la fabricación de artes de pesca y en la elaboración de puntales para la locomoción de pequeñas embarcaciones.

Recientes estudios enfatizan el valor que encierran estos importantes ecosistemas en todo el mundo, en un primer término para las comunidades aledañas a ellos, pero sus beneficios se extienden hacia otros niveles de las sociedades en formas que no son perceptibles en primer término.

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MANGLARES A NIVEL MUNDIAL Y EN MÉXICO

Las diversas actividades antrópicas han transformado en tasas aceleradas el planeta, sobre todo durante la segunda mitad del siglo pasado y lo que va del presente. Esto con el afán de satisfacer las necesidades de agua, alimentos, materiales de construcción, combustibles y fibras. Como

resultado de ello se ha convertido 25% del planeta en tierras de cultivo, utilizando 25% del agua de los ríos; destruido o degradado 40% de los arrecifes coralinos y 35% de los manglares. A causa de estas transformaciones se han duplicado las concentraciones de nitrógeno en el agua de los ríos y mares, y triplicado en la concentración de fósforo. Aunado a ello, se ha incrementado en 35% la concentración de CO₂ a la atmósfera y se tiene registrado la extinción de alrededor de 100 especies por año (Balvanera y Cotler, 2007)

De acuerdo con estimaciones de la FAO, para 1980 los manglares presentaban una superficie de aproximadamente 19.8 millones de hectáreas en el mundo, con las mayores coberturas de manglar registradas en Indonesia, Brasil, Australia y Nigeria. Algunas estimaciones señalan que a principios del año 2000, la superficie global de manglar se había reducido a poco menos de 15 millones de hectáreas. Si esta estimación es correcta y la comparamos con las cifras oficiales de FAO, en los últimos 20 años, se habrían perdido entonces cerca del 25 % de los manglares (CONABIO, 2008).

En México a pesar de ocupar el decimo país en extensiones de bosques de mangle, se tiene una pérdida de aproximadamente el 14% del total (Agraz Hernández, *et al.*, 2007). Para 2008 la CONABIO en su Inventario Nacional de Manglares ha estimado un total de 655 667 hectáreas de manglar existente.

LOS MANGLARES EN CAMPECHE

En la vertiente del golfo se distribuyen los manglares desde la desembocadura del río Bravo hasta la península de Yucatán que comprende a los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Campeche es el primer estado a nivel nacional referido a su cobertura de manglar (195,552 ha). Las mayores extensiones en su cobertura de bosque de manglar en Campeche se localizan en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) y la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP), considerándose estos, como los más importantes en cobertura de humedales en la zona costera del Golfo de México.

A pesar de la gran importancia que presentan los ecosistemas de manglar en el APFFLT y la RBLP, Agraz Hernández *et al.* (2006) señalan que durante el período 1966-1991, el litoral del Golfo de México presentó el mayor porcentaje de deforestación (12.68%), con relación al litoral del Pacífico (9.3%). En ese entonces la entidad federativa del litoral del Golfo de México con la mayor pérdida registrada fue Campeche con 29%.

Entre las principales causas a las que se atribuye dicha pérdida se encuentran los cambios en el uso del suelo, las descargas de aguas urbanas, la actividad petrolera, la construcción de

carreteras, la instalación de plantas termoeléctricas, el desarrollo turístico, la producción de carbón y los asentamientos urbanos.

Asimismo, se tiene también la dificultad para establecerle un valor económico al ecosistema de mangle, con la finalidad de instituir medidas correctivas de compensación a las diversas actividades antrópicas que lo impactan, y con ello efectuar acciones de restauración. Esto principalmente para la conservación y manejo del recurso de manera “sustentable”.



Figura 1. Bosque monoespecífico de *Rhizophora mangle* ubicado en Atasta, Campeche (APFFLT)

VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS MANGLARES

A pesar de que diverso autores mencionan los múltiples usos y beneficios que ofrecen los manglares a la comunidad, no se tiene estimado el valor que dicho ecosistema puede representar.

Pearce (1993) ha elaborado un esquema de la Teoría del Valor Económico Total de los manglares donde se establecen dos tipos de valores: los valores de usos pasivos y los valores de usos activos en el presente y futuro. Estableciéndose con ello el valor económico total que presentan los ecosistemas de manglar (tabla 1).

Donde los usos pasivos están referidos a un bien, aunque no hagan un uso activo del mismo, este tipo de valores se suele subdividir en valores de herencia y valores de existencia. Los de herencia se refieren al valor de legar los beneficios a las generaciones futuras y los de existencia se refieren a asignar un valor a un recurso simplemente porque existe. Por ejemplo un individuo puede estar dispuesto a hacer una donación para proteger al pelícano blanco (figura 2), aunque no tenga en mente visitar nunca el país donde se encuentra esta especie.

Los valores de uso activo clasificados en el futuro son referidos a la posibilidad de que en el futuro se le encuentren un uso a un elemento que actualmente carece de valor en el mercado. Finalmente, los valores de uso presente se establecen en donde el mercado o el margen de éste, tienen un uso activo en la actualidad. Este tipo de valores a su vez se encuentra subdividido en valores de uso directo y valores de uso indirecto.

Tabla 1. Valor económico de los ecosistemas de manglar propuesto por Pearce (1993).			
Usos activos		Usos pasivos	
Usos presentes		Usos futuros	Valor de existencia
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción Primas (+) o Descuentos (-)	Los individuos pueden manifestar bienestar del mero conocimiento de que el recurso continuará existiendo
Madera	Fijación de carbono	Bioprospección	Biodiversidad
Recursos de pastoreo	Ciclos de nutrientes	Opción recreativa futura	Valores culturales patrimonio histórico
Servicios recreativos	Microclima		
Caza	Control de la erosión		



Figura 2. Bosque de manglar rojo (*Rhizophora mangle*) y presencia de pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) al norte de la Laguna de Términos, Campeche. En el verano de 2008.

VALORES DE USO DIRECTO

Estos representan un valor que tiene un fundamento teórico más sólido, sobre el que existe menos discusión, lo cual se debe a que son valores de bienes y servicios que se reconocen de manera inmediata mediante el consumo del recurso o del disfrute directo del servicio. Algunos autores subdividen el valores de uso directo en valores de uso extractivo y de uso no extractivo. A su vez los de uso extractivo se subdividen en los que son una producción final y los que son una producción intermedia.

Entre los bienes de uso directo extractivo que son producción final, se encuentran los productos madereros y los no madereros. Los primeros son precisamente la madera y la leña que se obtiene del manglar, mientras que los productos no madereros se refieren a la recolección de productos para artesanías y alimento humano. Por su parte entre los bienes de uso directo extractivo de producción intermedia se identifican los alimentos animales y la conversión a otros usos. Por lo que se refiere a los valores de uso directo no extractivo, destaca el disfrute de los servicios recreativos y paisajísticos.

VALORES DE USO INDIRECTO

Estos se refieren a los beneficios que recibe la sociedad a través de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones. Los valores de uso indirecto, se pueden clasificar en valores ambientales y valores ecosistémicos (CONABIO, 1998).

Entre los servicios ambientales destacan el filtrado de aguas residuales y el funcionamiento del ecosistema como criadero de especies pesqueras; adicionalmente existen otras funciones ambientales como el control de plagas, control de inundaciones y protección contra tormentas. Entre los valores ecosistémicos se encuentran la fijación de carbono de la atmósfera, el ciclaje de nutrientes, la fijación de nitrógeno en el suelo y la autopreservación del ecosistema.

De una manera muy similar, la CONABIO ha planteado los valores de los manglares (tabla 2).

En vías de encontrar alternativas en pro de la conservación de los humedales, se han planteado y desarrollado estudios de valoración socioeconómica¹, considerando los principios que se encuentran en los esquemas descritos anteriormente.

La mayoría de las decisiones concernientes a la planificación y el desarrollo se basan actualmente en consideraciones económicas.

Contrario a lo que pudiera pensarse, los estudios de valoración socioeconómica de los humedales y específicamente de los manglares, representan una opción a favor de la conservación y el aprovechamiento racional de los mismos, ya que permiten que los tomadores de decisiones examinen todos los beneficios económicos y sociales que los ecosistemas ofrecen a la sociedad.

Por otra parte debe reconocerse que la valoración socioeconómica no representa la solución al problema de decidir si conservar o convertir los humedales, sino que representa un factor más junto con las consideraciones políticas, sociales y culturales. Es por ello que se requieren investigaciones que involucren participaciones multidisciplinarias (economistas, biólogos, ecólogos y sociólogos entre otros) que contribuyan en las decisiones y planificaciones hacia un futuro sustentable.

La existencia de un mercado mundial para muchos productos, tales como el pescado y la madera, permite calcular la valía de un humedal sin dificultad. El valor de las funciones ambientales de los humedales, como por ejemplo mejorar la calidad del agua, se puede calcular considerando el costo de construcción de plantas de tratamiento para impulsar los mismos procesos.

¹ La mayoría de los autores han denominado a estos, estudios económicos de los humedales, pero también se les ha nombrado estudios socioeconómicos, ya que se han incorporado en su desarrollo, factores como el ingreso per cápita y la densidad de población.

Tabla 2. Valores de los manglares de acuerdo con la CONABIO

Valores de usos activo			Valores de uso pasivo	
Directo	Indirecto	de opción	de herencia	de existencia
Usos extractivos	Ecosisémico			
-Materia prima.	-Autopreserva-	-Continuidad	-Protección del	-Conocimiento
-Alimentos humanos y para animales.	ción y evolución del sistema.	del sistema.	hábitat.	de la existencia.
-Energéticos.	-Ciclaje de nus-	-Obtención de	-Evitar cambios	-Protección del
-Colecta de espe-	trientes.	nueva materia	irreversibles.	hábitat.
cúmenes y material	-Conocimiento	prima.		-Evitar cambios
genético.	e investigación.	-Nuevos		irreversibles.
-Conversión a otros	-Fijación de	conocimientos.		-Valores, cultu-
usos.	nitrógeno.			rales, estéticos y religiosos.
Usos no extractivos	Ambientales			
	-Purificación			
-Recreación.	natural del agua.			
-Acuicultura.	-Control de			
-Producción	plagas.			
audiovisual.	-Control de			
	Inundaciones.			
	-Protección			
	contra tomentas.			
	-Protección			
	de suelos.			
	-Criadero de			
	especies			
	acuáticas.			

Sin embargo es mucho más difícil valorar la diversidad biológica y los valores estéticos de los humedales, dado que el mercado para tales productos no es claro y resulta complejo determinar su valor económico empleando métodos tradicionales.

Los estudios de valoración socioeconómica de los humedales se han venido realizando a partir de la década de los años 80 en países como el Reino Unido y Holanda, en Europa, así como en los Estados Unidos.

También en México han tomado importancia estos estudios e incluso en Campeche, se han desarrollado los primeros estudios de valoración económica de manglares en la época reciente. (Barbier y Strand 1997 y Lara Domínguez *et al.*, 1998)

Debido a la importancia que representan estos ecosistemas, es fundamental llevar a cabo estrategias de valoración económica, como un elemento a considerar en la toma de decisiones relacionadas con su uso y conservación.

Los tomadores de decisiones deben interiorizarse en el conocimiento de dichos esquemas; en consecuencia deben también impulsar las investigaciones sobre el tema.

Por su parte el sector académico local debe comprometerse a desarrollar este tipo de investigaciones que se reflejen en beneficios para la sociedad.

Finalmente la sociedad también tiene la obligación moral, de tomar conciencia y de manera fundamentada y crítica, involucrarse (en la medida que sea posible y dependiendo del medio en el que se desenvuelve) en las acciones que tienen que ver con el cuidado y conservación de los manglares.

LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández, C.M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo y J.J. Jiménez-Zacarías, 2006. Guía de campo: *Identificación de los manglares en México*. Universidad Autónoma de Campeche, EPOMEX, CFE, CONAFOR, UNAM, CEDESU, INECOL. ISBN: 9685722 455. 56 p.
- Agraz-Hernández, C.M., J. Osti-Sáenz, Jiménez-Zacarías, C. García-Zaragoza, E. Chancanul, L. González-Durán y A. Palomo-Rodríguez, 2007. Restauración con manglar: Criterios y técnicas hidrológicas de reforestación y forestación. Universidad Autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal. 132 p.
- Balvanera P.H. Cotler, 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. Instituto Nacional de Ecología. Gaceta Ecológica número especial 84-85.
- Barbier, E. B., M. C. Acreman, y D. Knowler, 1997. Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza. ISBN 2-940073-25-2.
- Barbier, E.B, 1994. Valuing Environmental Functions: Tropical Wetlands. *Land Economics*, 70 (2): 155-73.
- Barbier, E.B., y I. Strand, 1997. Valuing mangrove-fishery linkages: a case study of Campeche, Mexico. Unpublished paper presented at the Annual conference of the European Association of Environmental and Resource Economics, Tilburg University. Países Bajos.
- Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país, Cd. de México.
- Comisión Nacional para la Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Manglares de México. 38 p.
- FAO 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FXO. PNUMA. UNESCO Roma. Italia. 86 pp
- Farber, S. y R. Costanza, 1987. The Economic Value of Wetlands Systems. *Journal of Environmental Management*, 24: 41-51.
- Lara Domínguez. A.L., A. Yáñez Arancibia, y J.C. Seijo, 1998. Valuación Económica de los ecosistemas. Estudio de caso de los manglares en Campeche. En: H. Benítez, E. Vega, A. Peña Jiménez y S. Ávila Foucat ,eds. Aspectos Económicos sobre la Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Instituto Nacional de Ecología.
- Mittermeier, R.A. y C. Goettsch de Mittermeier, 1992. La importancia de la Diversidad Biológica de Mexico. P. 63-73 En: J. Sarukhán y R. Dirzo (comps.). México ante los Retos de la Biodiversidad. National Commission for Biodiversity of México (CONABIO). 63-73.

- Pearce, D.W., 1993. *Economic Values and the Natural World*, Cambridge: The Massachusetts Institute of Technology Press.
- Turner, R.K. 1991. Wetlands and Economic Management. *Ambio*. 20 (2): 59-63.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos del río y costa de Champotón, Campeche

L. Quetz, M. Memije, J. Benítez y J. Rendón-von Osten
Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

INTRODUCCIÓN

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son considerados contaminantes ubicuos en sedimentos de agua dulce y marina de nuestro planeta. Además son reconocidos como principales contribuyentes del riesgo a la vida acuática en sedimentos contaminados, particularmente cerca de áreas de intensa actividad humana (Neff, 1979; 2002). Debido a su potencial mutagénico y carcinogénico, sus concentraciones han sido evaluadas en numerosas matrices (Neff, 1979; McElroy *et al.*, 1989). La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (US-EPA) y la Unión Europea (EU) han listado 16 HAPs como contaminantes prioritarios incluyendo: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fluoranteno, fluoreno, indeno (1,2,3-c,d) pireno, fenantreno, naftaleno y pireno.

Estos contaminantes presentes en el ambiente pueden provenir de tres fuentes: combustibles fósiles (HAPs petrogénicos), quema de materia orgánica (HAPs pirogénicos), y por la transformación debido a precursores naturales orgánicos en el ambiente (HAPs biogénicos) (Neff, 1979; 2002). Los HAPs biogénicos son simples y no contribuyen mucho a la masa total de HAPs en sedimentos que han recibido entradas por fuentes antropogénicas. Los HAPs pueden incorporarse al ambiente acuático a través de descargas industriales, derrames de petróleo, escorrentía urbana, incendios forestales, partículas de la combustión de la gasolina de automóviles, transporte atmosférico, entre otros. (Mastral y Callean, 2000).

Debido a su baja solubilidad en agua, estos contaminantes tienden a ser absorbidos al material particulado y luego a acumularse en los sedimentos. La mayoría de ellos se ligan a los compuestos orgánico y, en condiciones anóxicas, se vuelven más resistentes a la degradación bacteriana. Cuando las condiciones ambientales son favorables, los sedimentos los liberan al agua circundante, lo cual representa una amenaza potencial a la calidad del agua y al ecosistema acuático, vía bioacumulación en las redes tróficas (Chunlong *et al.* 2003). Es por ello importante evaluar su presencia en los diversos compartimentos ambientales, principalmente en los sedimentos con el fin de estimar e interpretar el posible riesgo ambiental que pudieran representar.

CHAMPOTÓN Y SU ZONA COSTERA

El municipio de Champotón se encuentra situado en la zona centro del estado de Campeche, entre los meridianos 89° 32' y 91° 08' de longitud oeste y entre los 17° 49' y 19° 41' de latitud norte de Greenwich. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura promedio anual es entre 26 y 28 °C, con una precipitación total anual 1 100-1 500 mm. Las principales fuentes de recursos hídricos de este municipio son el río Champotón y arroyos.

El río Champotón tiene aproximadamente 48 kilómetros de longitud hasta su desembocadura al Golfo de México, su trayectoria general es de este-oeste. La disponibilidad media anual total de las aguas superficiales que se descargan al mar del área geográfica del río Champotón, ascienden a 590.56 millones de metros cúbicos (DOF, 2006).

El río Champotón y su zona costera carecen de información científica sobre su estado de contaminación. Champotón tiene 80 000 habitantes aproximadamente, y sus desechos generados, tanto por fuentes puntuales como fortuitas, son depositados y/o vertidos en sitios no adecuados, o quemados y liberados a la atmósfera. Este municipio no cuenta con un sistema de tratamiento de desechos, lo que ocasiona la contaminación del suelo, agua y sedimentos.

Dentro de las principales actividades que se desarrollan en este municipio se encuentran las prácticas agrícolas y, en menor medida, la ganadería y la acuacultura. Otra actividad económica de gran importancia para este municipio es la de la industria pesquera, con congeladoras y empacadoras.

El objetivo del estudio fue determinar si las concentraciones de HAPs presentes en sedimentos del río y la costa de Champotón representan un riesgo ambiental.

MÉTODO

En mayo de 2008 se colectaron cinco muestras de sedimento en el río Champotón y cinco en su zona costera.

Para establecer los sitios de muestreo del río Champotón se partió de estudios anteriores, iniciando en el sitio localizado a la altura de la comunidad de Canasayab, hasta donde es posible navegar con embarcaciones con motor fuera de borda. A partir de ahí se fueron estableciendo los demás sitios aproximadamente a 4 km de distancia hasta llegar a la desembocadura. El criterio adoptado para establecer los sitios de muestreo en la zona costera fue tomando como referencia de estudios realizados por la Secretaria de Marina donde se establecen los sitios más contaminados, eligiéndose para este estudio el puente Icahao, el área denominada como cocktails, el mercado, hospital general y San Luis Carpizo. Los sitios de muestreo son indicados en la figura 1 y descritos en la tabla 1.



Figura 1. Sitios de muestreo en el río y costa de Champotón, Campeche.

Tabla 1. Descripción de los sitios de muestro, localización y posibles fuentes de contaminación.

Clave del sitio	Nombre del sitio	Latitud* N	Longitud* O	Fuentes de contaminación esperada
Río Champotón				
R-1	Canasayab	19°17'51.9"	90°34'22.2"	Escorrentía urbana, agricultura, ganadería, incendios forestales.
R-2	El Zapote	19°16'54.3"	90°36'58.4"	Escorrentía urbana, agricultura, ganadería, acuacultura, incendios forestales.
R-3	La Cruz	19°17'35.3"	90°40'57.8"	Agricultura, ganadería.
R-4	Moquel	19°19'44.7"	90°41'16.7"	Agricultura, ganadería.
R-5	Desembocadura	19°21'31.0"	90°43'18.6"	Escorrentía urbana, pesquerías, descarga industrial, vehículos.
Zona costera de Champotón				
C-1	Puente Icahao	19°27'25.0"	90°42'26.8"	Escorrentía agrícola, ingenio azucarero, vehículos, pesquerías.
C-2	Cockteleros	19°24'33.8"	90°43'20.9"	Descarga industrial, vehículos, agricultura, ganadería, pesquerías.
C-3	Mercado	19°21'57.8"	90°43'20.7"	Escorrentía urbana, vehículos, aguas municipales sin tratamiento, pesquerías
C-4	Hospital Gral.	19°20'31.4"	90°44'0.00"	Escorrentía urbana, vehículos, aguas municipales sin tratamiento.
C-5	San Luis Carpizo	19°18'38.7"	90°45'21.2"	Escorrentía urbana, acuicultura, agricultura, vehículos.
* Datos de mapa WGS 84, Norte Real.				

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo y las determinaciones de los 16 HAPs prioritarios por la US-EPA fue de acuerdo al método UNEP/FAO/IAEA (1982). El porcentaje de recuperación de las muestra control estuvo comprendido entre 90 y 110 % de cumplimiento con la norma de aceptación para métodos instrumentales NMX-17025-ISO-IEC-2005. El total de HAPs es la suma de los HAPs encontrados en cada sitio de muestreo. Las concentraciones de los HAPs en sedimentos son dadas en peso base seca (figura 2 y 3).

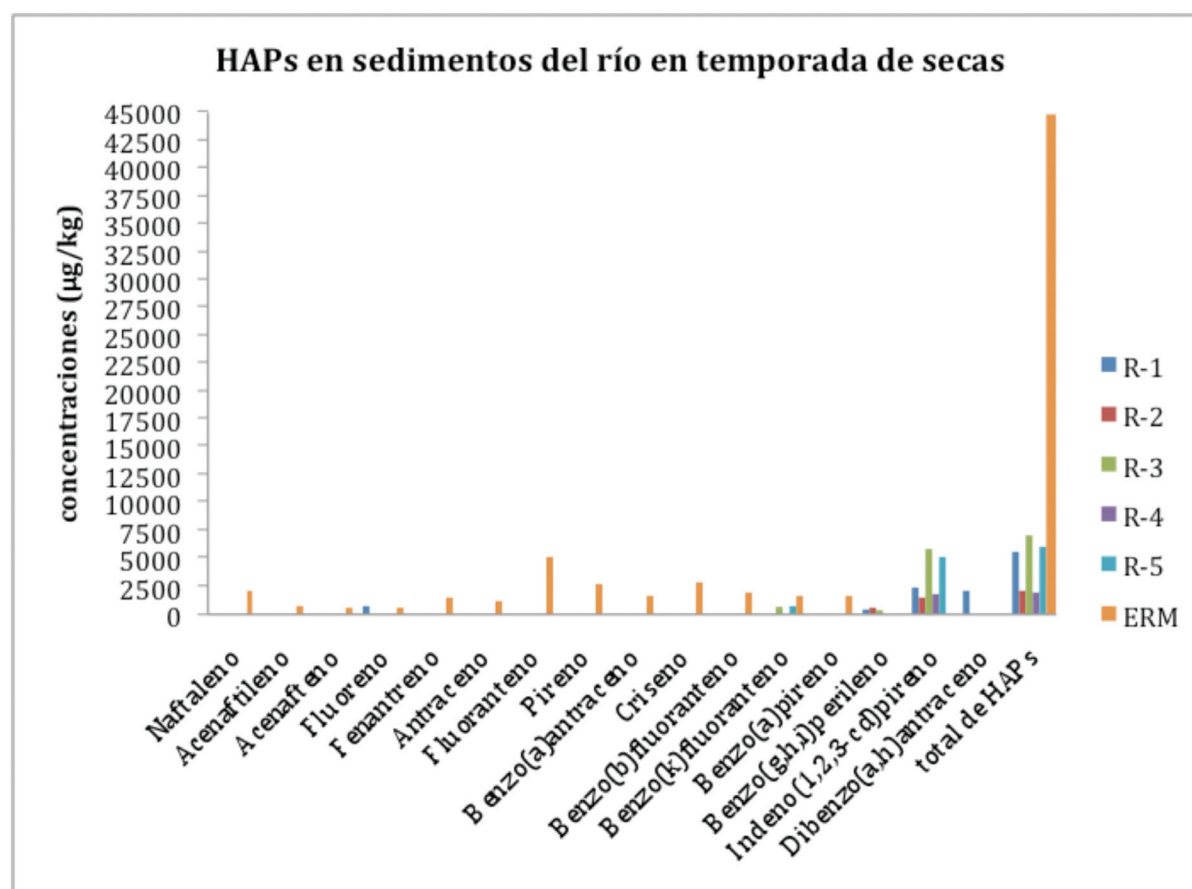


Figura 2. Residuos de HAPs en sedimentos del río Champotón, Campeche.

ERM = Rango medio de efectos según la NOAA (1999); salvo en caso de benzo(b)fluoranteno y benzo(k)fluoranteno tomado de Swartz (1999).

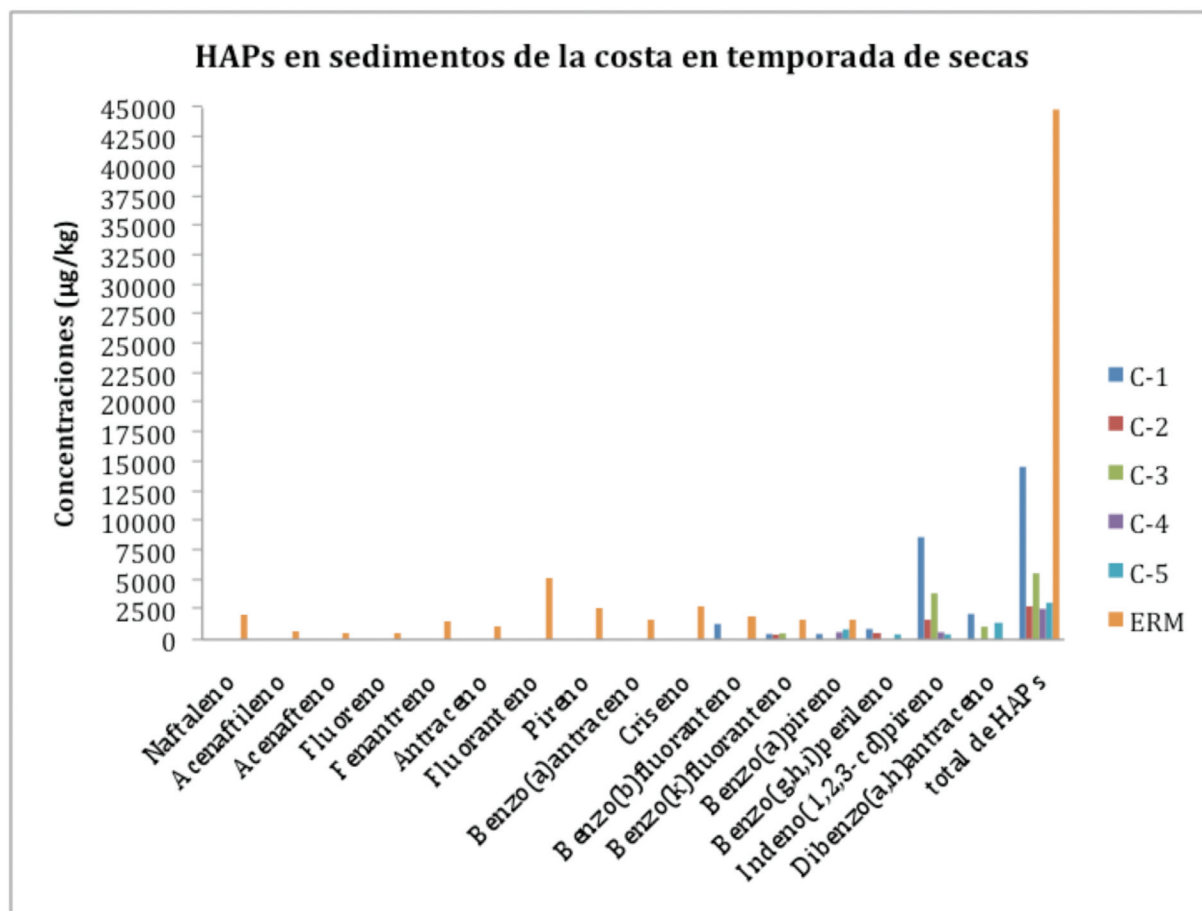


Figura 3. Residuos de haps en sedimentos de la zona costera de Champotón, Campeche.

ERM = Rango medio de efectos según la NOAA (1999); salvo en caso de benzo(b)fluoranteno y benzo(k)fluoranteno tomado de Swartz (1999).

El análisis de sedimentos en el río y costa de Champotón confirma la presencia de estos compuestos, en cada sitio se encontraron 2 o más de los 16 HAPs considerados por la US-EPA como contaminantes prioritarios, lo cual representa una amenaza potencial a los organismos expuestos.

En las muestras analizadas de la temporada de secas, la mayor concentración determinada en el río fue de indeno(1,2,3-cd)pireno en el sitio R-3 por 5 803 µg/kg para el cual no existe valor de referencia; sin embargo en el sitio R-1, el fluoreno 748 µg/kg es superior al Rango Medio de Efectos (ERM) de 540 µg/kg fijado por la NOAA y nuevamente el Dibenzo(a,h)antraceno excede el ERM de la NOAA (2 079 > 260) µg/kg en el mismo sitio. Para el total de HAPs la mayor concentración corresponde al sitio R-3 con 7 064 µg/kg que no excede el ERM de 44 792 µg/kg (figura 2).

Por otra parte en los sedimentos de la costa, el indeno(1,2,3-cd)pireno presentó la mayor concentración en el sitio C-1 con 8 740 $\mu\text{g/kg}$, en el mismo sitio el dibenzo(a,h)antraceno fue mayor al ERM (2247>260); para el total de HAPs la mayor concentración fue de 14 591 $\mu\text{g/kg}$ en el mismo sitio (figura 3).

En algunos sitios, las concentraciones determinadas para los HAPs individuales fueron mayores al ERM (NOAA, 1999; Swartz, 1999), lo cual indica que los efectos adversos muy probablemente pueden ocurrir en la biota que se encuentra expuesta a estos sedimentos.

Debido a que en los sitios analizados no estuvieron presentes al mismo tiempo el fenantreno, antraceno, fluoranteno y pireno, no es posible establecer si los HAPs predominantes son de origen pirogénico o petrogénico (Page *et al.*, 1999). Sin embargo la presencia individual de fenantreno, fluoranteno, pireno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno y benzo(g,h,i)perileno nos indica que la fuente de origen es la pirólisis (Yunker, 1999; Atanassova y Brummer, 2004). La fuente de origen de indeno(1,2,3-cd)pireno y dibenzo(a,h)antraceno es la quema de vegetación (Schulz y Emeis, 2000).

LITERATURA CITADA

- Atanassova, I. y G. Brummer, 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons of antropogenic and pedogenic origin in a colluviated hydromorphic soil of western Europe. *Geoderma* 120: 27-34.
- Chunlong, Z. Z.; H.G. Gregory y L. George, 2003. Potential PAH release from contaminated sediment in Galveston Bay-Houston Ship Channel. University of Houston-Clear Lake, Environmental Institute of Houston. Annual Report.
- DOF, 20 de enero de 2006. Acuerdo por el que se dan a conocer las denominaciones y la ubicación geográfica de las dos cuencas hidrológicas localizadas en el área geográfica denominada río champotón, así como la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas que comprende dicha área geográfica.
- Mastral, A. M., y M.S. Callean, 2000. A review on polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) emissions from energy generation. *Environmental Science & Technology*, 34: 3051-3057.
- McElroy A.E., J.W. Farrington, J.M. Teal, 1989. Metabolism of PAH in the Aquatic Environment. p. 1-40 En: Varanasi U (ed) Boca Raton, Florida, Chap. I.
- Neff, J. M. 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. Sources, fates and biological effects. Barking, Essex, UK: Applied Science. 262 p.
- Neff J. M. 2002. Bioaccumulation in marine organisms. Effects of contaminants from oil well produced water. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. 452 p.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1999. Screening quick reference tables (SquiRTs) <[http:// response.restoration.noaa.gov/cpr/sediment/squirt/squirt.html](http://response.restoration.noaa.gov/cpr/sediment/squirt/squirt.html)>
- Page, D. S., P. D. Boehm, G. S. Douglas, A. E. Bence, W. A. Burns, P. J. Mankiewicz, 1999. Pyrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments record past human activity: A case study in Prince William Sound, Alaska. *Mar Pollut Bull.*, 38:247-260.
- Schulz, H. M. y K.C. Emeis, 2000. Sources and pathways of natural and anthropogenic hydrocarbons into the natural dump Arkona Basin (southern Baltic Sea). *Environmental Geology* 39(8): 839-848.
- Swartz, R. C. 1999. Consensus sediment quality guidelines for PAH mixtures. *EnvironToxicol Chem*, 18:780-787.
- UNEP/FAO/IAEA, 1982. Determination of DDT's and PCB's and other hydrocarbons in marine sediments by gas liquid chromatography. Reference Methods for marine pollution studies. No 17
- Yunker, M.B., R. W. Macdonald, D. Goyette, D.W. Paton, B.R. Fowler, D. Sullivan, y J. Boyd, 1999. Natural and anthropogenic inputs of hydrocarbons to the Strait of Georgia. *The Science of the Total Environment*, 225: 181-209.

The use of probiotic in fish aquaculture

M. Lara-Flores

Centro EPOMEX - Universidad Autónoma de Campeche

ABSTRACT

In last decade, the total world fishery production decreased slightly and the human consumption for aquatic product increased. The reduction in capture fisheries was partly compensated for the fast growth of aquaculture industry. The need for enhanced disease resistance, feed efficiency, and growth performance of cultured organisms is substantial for various sectors of this industry. If growth performance and feed efficiency are increased in commercial aquaculture, the costs productions are likely to be reduced. Also if more aquatic organisms are able to resist diseases and survive the subsequent cost of medication and overall production costs would be reduced. Hormones, antibiotics, ionophores and some salts compounds have been used at some extent to prevent disease and as growth promoters; however, their inadequate application can produce adverse disorders, such as hormone imbalance, poisoning and predisposition to disease development. In the search of new options, several studies have been carried out to test new compounds, from which the aquaculture industry has developed the concept of “functional additives”. Among these additives, the additions of microorganisms to diets, named probiotics, has shown to improve the energy expenditure derived from other sources such as carbohydrates and increase the incorporations of protein for growth; increase the immunity and disease resistance of host organism. The use of probiotics in aquaculture just begun, since that gastrointestinal microbiota of aquatic organisms has been poorly characterized; and their effects not be study extensive. This review summarizes and evaluates current knowledge of use and the action of probiotic in fish culture; and the potential for further application in aquaculture production.

INTRODUCTION

The requirement for aquatics products for consumption and aquarist activity is higher and this is not satisfied for the world fishery production, those open an extensive range of opportunities to aquaculture industry for (FAO, 2004). Aquaculture has become an important economic activity in many countries (Balcazar *et al.*, 2006). However, this aquaculture develop show many problems as widespread epizootics, feed efficiency and growth performance (Subasinghe, 1997; Fegan, 2001; Gaiotto, 2005). The large-scale production facilities, aquatic animals are exposed to stressful conditions, problems related to disease, inadequate balance of nutrient in the artificial diets and deterioration of environmental conditions, The physiological stress is one of the primary contributing factors of aquatic organisms disease, poor growth and mortality in aquaculture (Balcazar *et al.* 2006; El-Haroun *et al.* 2006; Rollo *et al.* 2006).

The principal of the aquaculture industry is increase the growth or survival performance, feed efficiency, and resistance of aquatic organisms which show a positive effect on production costs (Gatlin III, 2002). Hormones, antibiotics, ionophers and some salts compounds have been used at some extent to prevent disease and as growth promoters; however, their inadequate application show a negative effects on aquaculture production and in the environment (Gongora, 1998).

Functional additive, as probiotics, is a new concept in aquaculture (Li & Gatlin III, 2004); where the additions of microorganisms on diets show a positive effect on growth, caused by the best use of carbohydrates, protein, and energy (Moriarty 1998; Skjermo & Vadstein, 1999; Chang & Liu, 2002; Irianto & Austin, 2002a,b), diminishing mortality, antagonism to pathogen, better microbial intestinal balance and in the environment (Subasinghe 1997; Moriarty, 1998; Holmström *et al.* 2003).

The concept of probiotic was originally used by Lilley and Stillwell (1965) to mean a substance (s) that stimulates growth of other microorganisms (Chukeatirote, 2002). Parker in 1974 modified the definition to “organisms and substances which contribute to intestinal balance”. Fuller (1992) revised the definitions as “ Alive microbial feed supplement which beneficially effects the host animal by improving its intestinal microbial balance”. This definition has put forward the importance of live cells as the essential component of a potential probiotic and it clears the confusion created by the use of term “substance”. However, an effect in intestinal microbial balance has been defined and demonstrated only in a few cases. This was noted by Tannock (1997), and he proposed the following definition “living microbial cells administered as dietary supplement with the aim of improving health”.

According to the accepted definition about probiotic, this product is a live microorganism food supplement which improves the microbial balance of the host intestinal flora (Fuller, 1989; Vine *et al.* 2006; Ziaei-Nejad *et al.*, 2006). Other definitions in aquaculture show that probiotic is a live microbial food supplements that are consumed with the aim of providing health benefit to the host by contributing to an improved microbial balance within the intestinal microbiota (Gram *et al.*, 1999; Crittenden *et al.*, 2005), are biologically active components or single or mixed cultures of microorganisms capable of improving the health of the host (Salminen *et al.* 1999; Ochoa-Solano & Olmos-Soto 2006), live microorganisms and/or disease resistance (Tacon, 2002), live microorganisms administered in adequate amounts that confer a health effect on the host (Gomez *et al.*, 2007). These definitions reflect the use of microorganism or their products (microbial cells element or cell free supernatant factors) to tanks and ponds in which animals live, as biological control or their capacity of modified the bacterial composition of aquatic animal's intestine, water and sediment, or used with feed as health supplement and/or biological control.

CRITERIA OF PROBIOTIC SELECTION IN AQUACULTURE

The initial, major, purpose of using probiotics is to maintain or reestablish a favorable relationship between friendly and pathogenic microorganisms that constitute the flora of intestinal or skin mucus of aquatic animals. Since, successful probiotic is expected to have a few specific properties in order to certify beneficial effects (Ali, 2000).

Generally, probiotic strains have been isolated from indigenous and exogenous microbiota of aquatic animals. Gram-negative facultative anaerobic bacteria such as *Vibrio* and *Pseudomonas* constitute the predominant indigenous microbiota of a variety of species of marine animals (Onarheim, 1994). In contrast to saltwater organisms, the indigenous microbiota of freshwater animals tends to be dominated by member of the genera *Aeromonas*, *Plesiomonas*, representatives of the family Enterobacteriaceae, and obligate anaerobic bacteria of the genera *Bacteroides*, *Fusubacterium*, and *Eubacterium* (Sakata, 1990). Lactic acid producing bacteria, which are prevalent in the mammal or bird gut, are generally sub-dominant in fishes and represented essentially by the genus *Carnobacterium* (Ringo & Vadstein, 1998).

Ideally, microbial probiotics should have a beneficial effect and not cause any harm to the host. Therefore, all strains have to be non-pathogenic and non-toxic in order to avoid undesirable side-effects when administrated to aquatic animals.

Some research and products talk about the multifactorial action of the probiotics (Gomez *et al.*, 2007; Tuohy *et al.*, 2003) on aquatic animals. However, the multifactorial effect is not agreed with evidence or is overestimate. Sometimes, this type of publicity about the potential of those products really affects the perspective of real probiotic designed for aquaculture industry.

Different modes of action or properties are desire on the potential probiotic like antagonism to pathogens (Ringo & Vadstein, 1998; Gram & Melchiorson, 1996), ability of cells to produce metabolites (like vitamins) and enzymes (Ali, 2000), colonization or adhesion properties (Olsson *et al.*, 1992) enhance the immune systems (Perdigon *et al.*, 1995) and others.

COMPETITIVE EXCLUSION

Competitive exclusion as it applies to the gastrointestinal tract is a phenomenon whereby an established microflora prevents or reduces the colonization of a competing bacterial challenge for the same location in the intestine. This microflora begins to form in the gut of aquatic animals during the hatching process and shortly thereafter form bacteria in the environment.

The aim of probiotic products designed under competitive exclusion is obtain a stable, agree and controlled microbiota on culture based on competition for attachment sites on the mucosa, competition for nutrients, and production of inhibitory substance by the microflora which prevents replication and/or destroys the challenging bacteria and with this reduce its colonization (Moriarty, 1998; Verschuere *et al.*, 2000). Different strategies are displayed in the adhesion of microorganism to those attachment sites as passive forces, electrostatic interactions, hydrophobic, steric forces, lipoteichoic acids, adhesions and specific structures of adhesion (Salysers & White, 2002).

The aquaculture industry display some probiotics products designed to adhesion on mucosal surface by a collection of microorganisms based on the competitive exclusion factors (Verschuere *et al.*, 2000; Farzanfar, 2004). Those factors are important for adhesion to intestinal epithelial cells or in the activation of immune system, and help to the health of the organisms, intestinal homeostasis, and digestion (Aguirre-Guzman, 1992; Farzanfar 2004). These types of probiotic are extensively study in fish since these products were initialed development for vertebrates animals, and show interesting results.

ANTAGONISMS

Control of microbial communities with high diversity has been regarded as difficult (Maeda *et al.*, 1997). Such types of microbial communities can disperse the effect caused by the invasion or addition of certain extrinsic pathogenic organisms. Bacterial antagonism is a common phenomenon in nature; therefore, microbial interactions play a major role in the equilibrium between competing beneficial and potentially pathogenic microorganisms (Balcazar *et al.* 2004). In addition, microorganisms can be sources of a variety of bioactive natural products of basic research and commercial interest that have inhibitory effects on microbial growth (Das *et al.* 2006).

The antagonism is used in different probiotic products, this is focus to negative effect to pathogens of aquatic organisms (bacteria principally) with their effect on the host (Dalmin *et al.*, 2001; Li *et al.*, 2006; Das *et al.*, 2006; Gomez *et al.*, 2007). In fish, the probiotics are more extensively used for prevent and/or combat bacteria disease, for example the vertebral column compression syndrome caused by *Flavobacterium psychrophilum* where the use of lactic acid bacteria (Nikoskelainen *et al.*, 2001; Villamil *et al.*, 2003) or yeast (Siwicki *et al.*, 1994; Duncan & Klesius, 1996; Ortuño *et al.*, 2002; Esteban *et al.*, 2004) caused a decrease of this bacteria. *Vibrio sp.* and *Aeromonas sp.* have become the most pathogenic microorganisms in fish aquaculture to control this pathogen, pseudomonads have receive special attention as disease-protecting microorganisms and have been used as plant biocontrol (Spanggaard *et al.*, 2001). In recent years, there has been great interest in the use of lactic acid bacteria as disinfection treatment (Gatesoupe, 2002) and for control the populations of native microflora such as *Aeromonas* and *Vibrio* species (Vazquez *et al.*, 2005).

In vitro antagonism test is based on the nature phenomenon of antimicrobial metabolites production of some bacteria strains and is a way for screening probiotics. Antigenic components of diverse species such as *Pseudomonas* demonstrated different levels of antagonism against *Aeromonas hydrophila* (Das *et al.* 2006). Cell free extracts of *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus cremoris* and *L. bulgaricus* (strain 56, 57) show negative effect on *V. alginolyticus* growth in agar plate test (Ajitha *et al.*, 2004).

The origin of probiotic strain is and important element in the antagonisms test. The microorganism's present different physiologies or biochemical activities along their development and based on environments (fresh, seawater) and original source. These characteristics affect the probiotic potential for attachment sites (Vanbelle *et al.* 1990) and may create a false impression of the ability of probiotics to inhibit pathogens *in vivo* test. The probiotics screening preferably requires different strategy of selection as antagonism, production of beneficial compounds, attachment and growth on various environments (Vine *et al.*, 2004).

IMMUNITY STIMULATION

This is relations with the potential characteristic of some probiotic to stimulate the immune system of host against pathogen agents (Song & Huang, 2000). Some studies explain the different actions mechanisms of probiotics stimulation of immune system in fish, (immune cell, antibodies, acid phosphatase, lysozyme, antimicrobial peptide etc). Panigrahi *et al.* (2004, 2005) demonstrated the increase of immune parameters as lysozyme action, phagocyte activity with the use of *L. rhamnosus* (strain JCM 1136) or their cell wall components on rainbow trout. Song *et al.* (2006) observed an increase in acid phosphatase activity in *Müchtys müuy* feeding with *C. butyricum* indicated a stimulate immune response.

ADHESION

Probiotics make up part of the resident microflora and contribute to the health or well-being of their host (Gatesoupe 1999). The ability of some strain of adhesion to mucus, gastrointestinal tract, epithelial cell and other tissues is a common characteristic in the probiotic selection because it is associated with bacteria colonization (Verschuere *et al.*, 2000; Farzanfar, 2004; Crittenden *et al.*, 2005).

The principal objective of adhesion is obtain a significant level of bacteria in the host and prevents them from being flushed out by the movement of food through the digestive tract. By attaching to the intestinal mucosa, probiotics can extend their time within the gut thereby influence the gastrointestinal microflora of their host (Andlid *et al.*, 1998; Ouwehand *et al.*, 2000; Rengpipat *et al.*, 2003; Alavandi *et al.*, 2004).

The attachment ability of some bacteria have been tested *in vitro* and *in vivo* and their results suggest that the pathogen was displaced by the potential probiotic, based on the ability of probiotics to attach to the mucus, where growth of the pathogen in the digestive tract might be suppressed by the candidate probiotic presence (Aguirre-Guzman, 1992; Verschuere *et al.* 2000; Farzanfar 2004; Vine *et al.* 2004). This characteristic is associated with the competition for essential nutrients, spaces, etc. (Verschuere *et al.*, 2000). Different strains of acid lactic bacteria, like *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus sp.*; and other group of bacteria Gram-positive and Gram-negative as *Bacillus sp.*, *Vibrio sp.*, have been tested and posteriori used as probiotic for the ability of adhesion (Irainto & Austin, 2002a,b; Rengpipat *et al.*, 2003; Ajitha *et al.*, 2004; Vine *et al.*, 2004).

DIGESTIVE PROCESS

Many studies on probiotics in aquaculture have used *in vitro* models of specific bacteria as antagonists of pathogens (Vine *et al.*, 2003, 2004), measured the survival of probiotics in the fish gut (Andlid *et al.*, 1995; 1998) or evaluated the effect of probiotic on health management, disease resistance and immune response of fish (Li & Gatlin III, 2004; Shelby *et al.*, 2006). But other important effect of probiotic that it is not extensively study, but demonstrated, an important effect is the feed efficiency and the growth promotion of aquatic animals by probiotic supplements (Gatesoupe, 2002; Lara-Flores *et al.* 2003).

The probiotic after transit through the stomach, attached in the intestine and use a large number of carbohydrates for their growth and produce a relevant digestive enzymes (amylase, protease and lipase) that increase the digestibility of organic matter and protein, produce a higher growth, prevent the intestinal disorders and produce or/and stimulate a predigestion of secondary compounds present in plant protein sources (Lara-Flores *et al.*, 2003; El-Haroun *et al.*, 2006).

In finfish the use of probiotics demonstrated beneficial effects on the growth performance, feed efficiency and digestibility of organic matter and protein, when used acid lactic bacteria and yeast (Vazquez-Juarez *et al.*, 1993; Noh *et al.*, 1994; Bogut *et al.*, 1998; Ringo & Gatesoupe, 1998; De Schrijver & Ollevier, 2000; Lara-Flores *et al.*, 2003). In some case this effect attributed to the capacity of the probiotic to stimulate and/or produce some enzymes in the intestinal tract. For example, Lara *et al.* (2000) observed a high activity of alkaline phosphatase in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) when administered probiotics in the diet, the result show a high activity reflected a possible development of brush border membranes of enterocytes that can be stimulated by the probiotic and this it can be a indicator of carbohydrate and lipid absorption and explain the higher weight gain and the best feed conversion.

CONCLUSION

The efficient of probiotics was related with the strain multiplications and/or their presence on environment after application, and this attribute was associated with strain colonization on host and some benefic effect on health. Those are not agree with all probiotics products and help to obtain contradictories results about their effect on aquatic organisms. The evolution of probiotic is associated with the better understanding of the intestinal ecology application of this type of products, properties, and the specific strain-host.

The direct use of probiotic on water (from fresh to seawater of farms and laboratories) is a special point of environment research consideration. Those products (probiotic) are commonly foreign or exogenous strain, and represent a possible risk of microorganism pollution, especially with the use of strain with genetic modification, specific adhesions or colonization niche, antibiotic production, synergistic action. The use and environment effect of those new probiotics generation its necessary to understand before massive application on aquaculture.

However, a number of probiotic products have been thoroughly researched, and evidenced their efficacy a possible use on aquaculture. Beneficial bacterial preparations that are species-specific probiotics have become more widely available to the aquaculture community. These preparation show specific benefic effect as disease prevention and offer a natural element to obtain a stable healthy gut environment and immune system. The establishing of strong disease prevention program, including probiotic and good management practice can be beneficial to raise aquatic organisms production.

LITERATURE CITED

- Aguirre-Guzman G., 1992. Uso de probióticos en Acuicultura. *In*: Cruz-Suárez, L. E., Ricque, D., Mendoza, R. (Eds) Avances en Nutrición Acuícola. 2do Simposium Internacional sobre Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 332-337
- Ajitha S., M. Sridhar, N. Sridhar, I.S.B. Singh, V. Varghese, 2004. Probiotic effects of lactic acid bacteria against *Vibrio alginolyticus* in *Penaeus* (Fenneropenaeus) *Indicus* (H. Milne Edwards). *Asian Fisheries Science* 17:71-80
- Alavandi S.V., K.K.Vijayan, T.C. Santiago, M. Poornima, K.P.Jithendran, S.A. Ali, J.J.S. Rajan, 2004. Evaluation of *Psudomonas* sp. PM 11 and *Vibrio fluvialis* PM 17 on immune indices of tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Fish and Shellfish Immunology*, 17:115-120.
- Ali A., 2000. Probiotic in fish farming – Evaluation of a candidate bacterial mixture. Sveriges Lantbruks Universitet. Umeå, Senegal.
- Balcazar J.L., D. Vendrell, I. Ruiz-Zarzuela, J.L.Muzquiz, 2004. Probiotics: a tool for the future of fish and shellfish health management. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 90:389-392
- Andlid T., 1995. *Ecological physiology of yeast colonizing the intestine of fish*. Department of General and Marine Microbiology, Sweden.
- Andlid T., R. Vazquez, L. Gustafsoon, 1998. Yeast isolated from the intestine of rainbow trout adhere to and grow in intestinal mucus. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 7:115-126.
- Balcazar J.L., I. de Blas, I. Ruiz-Zarzuela, D. Cunningham, D. Vendrell, J.L. Muzquiz (2006) The role of probiotics in aquaculture . *Veterinary Microbiology* 114:173-186.
- Bogut I., Z. Milakovic, Z. Bukvic, S. Brkic, R. Zimmer, 1998. Influence of probiotic (*Streptococcus faecium* M74) on growth and content of intestinal microflora in carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Science* 43:231-235
- C.I. Chang y W.Y. Liu, 2002. Short communication: An evaluation of two probiotic bacterial strain, *Enterococcus faecium* SF 68 and *Bacillus toyoi*, for reducing edwardsiellosis in cultured European eel, *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Disease*, 25:311-315.
- Chukeatirote E., 2002. Potential use of probiotics. *Song Journal of Science and Technology* 25:275-282.
- Crittenden R., A.R. Bird, P. Gopal, A. Henriksson, Y.K. Lee y M.J. Playne, 2005. Probiotic research in Australia, New Zealand and the Asia-Pacific Region. *Current Pharmaceutical Design*, 11:37-53.

- Dalmin G., K. Kathiresan y A. Purushothaman, 2001. Effect of probiotic on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. *Indian Journal of Experimental Biology* 39:939-942.
- Das S., P.S. Lyla y S.A. Khan, 2006. Application of estreptomyces as a probiotic in the laboratory culture of *Penaeus monodon* (Fabricius). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 58:198-204
- De Schrijver R. y F. Ollevier, 2000. Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus*. *Aquaculture* 186:107-116.
- Duncan P.L. y P.H. Klesius, 1996. Dietary immunostimulants enhance non-specific immune responses in channel catfish but not resistance to *Edwardsiella ictaluri*. *Journal of Aquatic Animal Health* 8:241-248.
- El-Haroun E.R., A-S. A.M. Goda y M.A. Kabir Chowdhury, 2006. Effect of dietary probiotic Biogen® supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research* 37:1473-1480.
- Esteban M.A., A. Rodriguez y J. Meseguer, 2004. Glucan receptor but not mannose receptor is involved in the phagocytosis of *Saccharomyces cerevisiae* by seabream (*Sparus aurata* L.) blood leucocytes *Fish and Shellfish Immunology* 16:447-451
- FAO, Fisheries Department, 2004. Series title: *State of World Fisheries and Aquaculture*. Sofia, Bulgaria.
- Farzanfar A., 2004. The use of probiotics in shrimp aquaculture. *FEMS Immunological Medicine and Microbiology*, 48:149-158.
- Fegan D., 2001. Dealing with disease: An industry perspective In: Subainghe R, Arthur R, Phillips MJ, Reantaso M. (eds) Thematic review on management strategies for major disease in shrimp aquaculture, Philippines, pp 16-21.
- Fuller R., 1989. Probiotics in man and animals. A review. *Journal of Applied Bacteriology* 56:365-378.
- Fuller R., 1992. History and development of probiotics. pp 1-45 In: Fuller R (ed) *Probiotics: The Scientific Basis*. Chapman and Hall, London.
- Gaitto J.R., 2005. Utilização de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gatesoupe F.J., 1999. The use of probiotics in aquaculture: A Review. *Aquaculture* 180:147-165.
- Gatesoupe F.J., 2002. Probiotic and formaldehyde treatments of *Artemia nauplii* as food for larval Pollack *Pollachius pollachius*. *Aquaculture*, 212:347-360.

- Gatlin III D.M., 2002. Nutrition and fish health. p 671-702. *In*: Halver JE and Ardi RW (eds) Nutrition and Fish Health, Academic Press, San Diego.
- Gomez R., D. Geovanny, J.L. Balcazar y M.A. Shen, 2007. Probiotics as control agents in Aquaculture. *Journal of Ocean University of China*, 6:76-79.
- Gongora C.M., 1998. Mecanismos de resistencia bacteriana ante la medicina actual. Mc Graw-Hill, Barcelona, Spain.
- Gram L. y J. Melchiorson, 1996. Interaction between fish spoilage bacteria *Pseudomonas* sp. and *Shewanella putrefaciens* in fish extracts and on fish tissue. *Journal of Applied Bacteriology*, 80:589-595.
- Gram L., J. Melchiorson, B. Spanggaard, I. Huber, T.F. Nielsen, 1999. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a possible probiotic treatment of fish. *Applied and Environmental Microbiology*, 65:969-973.
- Holmström K., K. Gräslund, A. Wahlström, S. Pongshompoo, B.E. Bengtsson y M. Kautsky, 2003. Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. *International Journal of Food Science and Technology*, 38:255-266.
- Irianto A., B. Austin, 2002a. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Disease*, 25: 333-342.
- Irianto A. y B. Austin, 2002b. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Disease*, 25:633-642
- Li P, Gatlin III, 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune response and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, 231:445-456.
- Li J., B. Tan, K. Mai, Q. Ai, W. Zhang, W. Xu, Z. Liufu y H. Ma, 2006. Comparative study between probiotic bacterium *arthrobacter* XE-/ and chloramphenicol on protection of *Penaeus chinensis* post-larvae from pathogenic vibrios *Aquaculture*, 253:140-147.
- Maeda M., K. Nogami, M. Kanematsu y K. Hirayama (1997) The concept of biological control methods in aquaculture. *Hydrobiologia*. 358:385-290.
- Moriarty D.J.W., 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture*, 164: 351-358.
- Nikoskelainen S., S. Salminen, G. Bylund y A.C. Ouwehand, 2001. Characterization of the properties of human- and dairy- derived probiotics for prevention of infectious diseases in fish. *Applied and Environmental Microbiology*, 67:2430-2435
- Noh S.H., K. Han, T.H. Won y Y.J. Choi (1994) Effect of antibiotics, enzyme, yeast culture and probiotics on growth performance of Israeli carp. *Korean Journal of Animal Science*, 36:480-486.

- Ochoa-Solano J.L., J. Olmos-Soto, 2006. The functional property of *Bacillus* for shrimp feeds. *Food Microbiology*, 23:519-525.
- Olsson J.C., A. Westerdahl, P.L. Conway y S. Kjelleberg, 1992. Intestinal colonization potential of turbot (*Scophthalmus maximus*) and dab (*Limanda limanda*) associated bacteria with inhibitory effects against *Vibrio anguillarum*. *Applied and Enviromental Microbiology*, 58:551-556.
- Onarheim A.M., R. Wiik, J. Burghardt, E. Stackebrandt, 1994. Characterization and identification of two *Vibrio* species indigenous to the intestine of fish in cold sea water, description of *Vibrio iliopiscarius* sp. nov. *Systematic Applied Microbiology*, 17:370-379.
- Ortuño J., A. Cuesta, A. Rodriguez, M.A. Esteban, J. Meseguer, 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the celular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 85:41-50.
- Ouwehand A.C., S. Tolkkio, J. Kulnala, S. Saliminen, E. Salminen, 2000. Adhesion of inactivated probiotic strains to intestinal mucus. *Letters in Applied Microbiology*, 31:82-86
- Rengpipar S., A. Tunyanun, A.W. Fast, S. Piyatiratitivorakul, P. Menasveta, 2003. Enhanced growth and resistance to *Vibrio* challenge in pond-reared black tiger shrimp *Penaeus monodon* fed a *Bacillus* probiotic. *Disease of aquatic organisms*, 55:169-173.
- Ringo E. y F.J. Gatesoupe, 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture*, 160:177-203
- Ringo E., O. Vadstein, 1998. Colonization of *Vibrio Pelagius* and *Aeromonas caviae* in early developing turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae. *Journal of Applied Microbiology*, 84: 227-233.
- Panigrahi A., V. Kiron, T. Kobayashi, J. Puangkaew, S. Satoh y H. Sugita (2004) Immune responses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* induced by a potential probiotic bacteria *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 102: 379-388.
- Panigrahi A., V. Kiron, J. Puangkaew, T. Kobayashi, S. Satoh y H. Sugita, 2005. The viability of probiotic bacteria as a factor influencing the immune response in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 243:241-254
- Perdigon G., S. Alvarez, M. Rachid, G. Agüero y N. Gobbato, 1995. Probiotic bacteria for humans: clinical systems for evaluation of effectiveness: immune system stimulation by probiotics. *Journal of Dairy Science*. 78:1597-1606.
- Rollo A., R. Sulpizio, M. Nardi, Silvi S, Orpianesi C, Caggiano M, Cresci A, Carnevali O (2006) Live microbial feed supplement in aquaculture for improvement of stress tolerance. *Fish Physiology and Biochemistry*, 32:167-177.

- Sakata T., 1990. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish. *In: Microbiology in Poeciliotherms*. Lesel, R. (Ed). Elsevier. Amsterdam, Holland.
- Shelby R., R. Lim y M. Aksoy *et al.*, 2006. Effects of probiotic feed supplements on disease resistance and immune response of young Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Animal Health Research*, 18:22-34.
- Skjeremo J. y O. Vadstein, 1999. Techniques for microbial control in the intensive rearing of marine larvae. *Aquaculture*, 177:333-343.
- Salminen S., A. Ouwehand, Y. Benno, Y.K. Lee, 1999. Probiotics: how should they be defined? *Trends Food Science and Technology*, 10:107-110.
- Salyers A.A., D.D. White, 2002. *Bacterial pathogenesis, a molecular approach*. ASM Press. Washington D. C. USA.
- Siwicki A.K., D.P. Anderson, G.L. Rumsey, 1994. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41:125-139
- Song Y.L., C.C. Huang, 2000. *Applications of immunostimulant to prevent shrimp disease*. Science Publishers Inc. Plymouth UK
- Song Z.F., T.X. Wu, L.S. Cai, L.J. Zhang, X.D. Zheng, 2006. Effects of dietary supplementation with *Clostridium butyricum* on growth performance and humoral immune response in *Miichthys miui*. *Journal Zhejiang University Science Beijing*, 7:596-602
- Spanggaard B., I. Huber, J. Nielsen, E.B. Sick, C.B. Pipper, T. Martinussen, W.J. Slierendrecht, L. Gram, 2001. The probiotic potential against vibriosis of the indigenous microflora of rainbow trout. *Environmental Microbiology* 3:755-765
- Subasinghe R., 1997. Fish health and quarantine. pp. 141-153. *In: Shehadeh Z and Maclean J* (eds) *Review of state of world aquaculture*, FAO fisheries circulars, Sofia.
- Tacon A.G.L., 2002. Thematic review of feeds and feed management practices in shrimp aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium.
- Tannock G.W., 1997. Modification of the normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents, and probiotics. *In: Mackie RI, With BA, Isaacson RE* (eds) *Gastrointestinal Microbiology*, Vol 2, pp 1219-1228. Chapman and Hall Microbiology Series, New York.
- Tuohy K.M., H.M. Probert, C.W. Smejkal, G.R. Gibson, 2003. Using probiotics and probiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today*, 8:692-700.
- Vanbelle M., E. Teller, M. Focant (1990) Probiotics in animal nutrition: a review. (*Berlin*) *Archives Tierrenahr*, 40:542-567

- Vazquez-Juarez R., F. Ascencio y T. Andlid, 1993. The expression of potential probiotic colonization factors of yeast isolated from fish during different growth conditions. *Canadian Journal of Microbiology*, 39:1135-1141.
- Vazquez J.A., M.P. Gonzalez y M.A. Murado, 2005. Effects of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish. *Aquaculture*, 245:149-161
- Verschuere L., G. Rombaut, P. Sorgeloos y W. Verstraete, 2000. Probiotic bacteria as biological agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Review*, 64:655-671.
- Villamil L., A. Figueras, M. Planas y B. Novoa, 2003. Control of *Vibrio alginolyticus* in *Artemia* cultura by treatment with bacterial probiotics. *Aquaculture*, 219:43-56
- Vine N.G., W.D. Leukes, H. Kaiser, S. Daya, J. Baxter y T. Hecht (2004) Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *Journal of Fish Disease*, 27:319-326.
- Vine N.G., W.D. Leukes y H. Kaiser, 2006. Probiotic in marine larviculture. *FEMS Microbiology Reviews*, 30:404-427
- Ziaei-Nejad S., M.H. Rezaei, G.A. Takami, D.L. Lovett, A.R. Mirvaghefi y M. Sakouri, 2006. The effect of *Bacillus* spp. Bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252: 516-524.

Atlas de peligros naturales del estado de Campeche

¹G. Posada, ¹B.E. Vega, ¹G. Villalobos, ²R. Silva, ²G. Durán, ²G. Ruiz, ¹R. Zetina, ¹J.C. Nava,
¹A. Martínez, ³J. Argáez, ³H. Villa, ³M. Zetina, ⁴G. Aponte

¹**Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche**

²**Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México**

³**Centro Estatal de Emergencias de Campeche, CENECAM.**

⁴**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

En la última década el estado de Campeche ha experimentado un importante crecimiento en áreas urbanas y suburbanas. Ante este crecimiento y su tendencia, surge la inquietud por dirigir ordenadamente la construcción de infraestructura urbana, agrícola, empresarial, actual y potencial, hacia zonas que preferentemente sean libres o tengan un bajo nivel de amenazas naturales.

Los antecedentes en cartografía sobre amenazas naturales en el estado de Campeche, son los mapas de zonas propuestos por el CENECAM en el Atlas de Riesgos 2000, Evaluación de daños en las zonas costeras de la península de Yucatán por el Huracán Isidore elaborado en el Centro EPOMEX-UAC (Rivera, 2004) y el Diagnóstico de Riesgos por Inundación y Atlas de Peligros a nivel ciudad, financiado por SEDESOL y el Ayuntamiento de Campeche (Palacio 2005).

En concordancia con las autoridades estatales y federales que consideran de gran importancia la obligatoriedad del establecimiento de planes de ordenamiento realizados de manera integrada y multi-institucional, en febrero de 2009 inició el proyecto Atlas de Peligros Naturales del Estado de Campeche, el cual es realizado de manera conjunta por el Centro EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche, el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para el Centro Estatal de Atención a Emergencias del Estado de Campeche, CENECAM, con financiamiento otorgado por Secretaría de Desarrollo Social a través del FOPREDEM.

El objetivo principal del proyecto es partir de información documental, estadística, de gabinete y de campo, para generar documentos cartográficos en formato analógico y digital, donde se ubiquen, previo análisis ponderado de variables, las zonas expuestas a peligros naturales. La información digital será ordenada y almacenada en un Sistema de Información Geográfica

actualizable y disponible en cualquier momento por medio de un programa de computación de acceso libre (figura 1). Lo anterior permitirá acceder a la información para la toma de decisiones y acciones preventivas, con requerimientos mínimos de equipo de cómputo.

Los productos esperados con este proyecto son:

1. Compendio de mapas de peligros naturales a escalas subregionales (1:250,000) y locales (1:25,000) en formato analógico y digital.
2. Memoria técnica explicativa de los procedimientos cartográficos y metodológicos utilizados en la elaboración de los mapas.
3. Anexo técnico de las bases de datos documentales, estadísticos y de modelos probabilísticos.
4. Sistema de Información Geográfica donde se manipule (almacenamiento, consulta y actualización) toda la información geográfica según las necesidades de las autoridades locales y estatales.
5. Sitio en internet para la consulta rápida de toda la información disponible en términos de peligros naturales, para la toma de decisiones preventivas y de mitigación a nivel subregional y de algunas localidades.
6. Memoria técnica que incluye CD interactivo para la difusión de los resultados en el ámbito académico y público en general.



Figura 1. Página principal del sistema de consulta de resultados del Atlas de Peligros Naturales del Estado de Campeche.

Con este atlas, el estado de Campeche contará con herramientas cartográficas y documentales sustentadas científicamente, con modelos numéricos, probabilísticos y cartográficos, para el adecuado diseño de estrategias de prevención, mitigación y planificación del territorio. Se prevé que la información tenga diferentes niveles de difusión para que sea accesible tanto a académicos, tomadores de decisiones y al público en general.

La meta es reducir los costos económicos y sociales asociados al desconocimiento del territorio en términos de las diferentes amenazas naturales que afectan al Estado. Al mismo tiempo, sensibilizar a las autoridades locales para que incorporen el Atlas como un instrumento con obligatoriedad legal en la planificación urbana y suburbana.

Actualmente el proyecto tiene un avance del 60 %, se han entregado dos informes técnicos, los cuales han sido avalados por el CENEPRED.

El rubro de peligros naturales más avanzado hasta el momento es el relacionado con los peligros hidrometeorológicos, los cuales son los que afectan con mayor intensidad y frecuencia al estado de Campeche. Para caracterizar adecuadamente estos peligros se han utilizado modelos numéricos desarrollados en el Centro EPOMEX (Posada 2008), y el Instituto de Ingeniería (Silva 2000, Pérez, 2008; y Ruiz, 2009), de la UNAM para evaluar los peligros de marea de tormenta, oleaje y viento (figura 2).

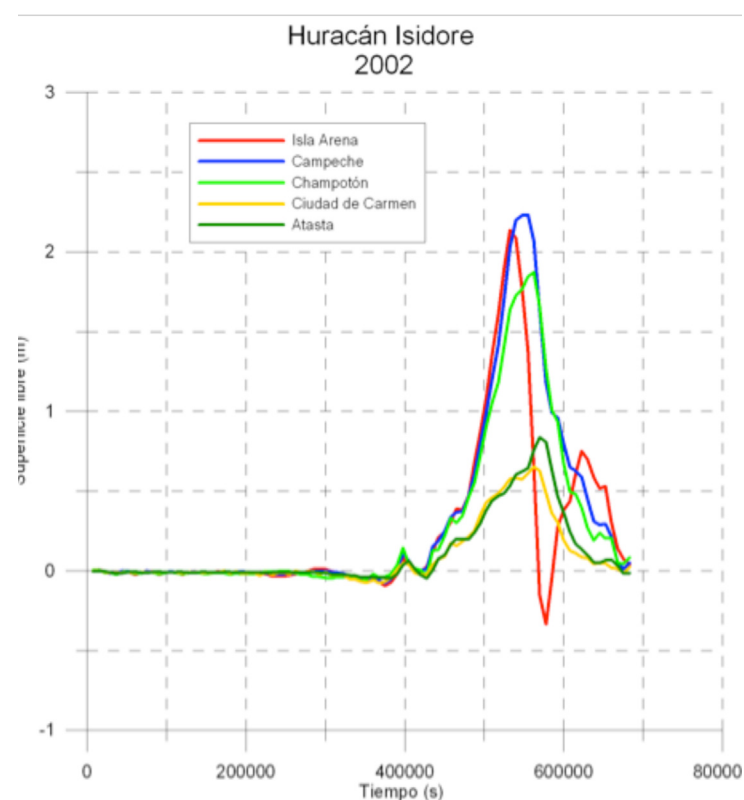


Figura 2. Ejemplo de modelación hidrodinámica para cinco localidades del Estado de Campeche del huracán Isidore 2002.

Dentro del trabajo de campo destaca la implementación de un Sistema de monitoreo permanente de niveles de superficie libre y temperatura en mar y ríos para ocho localidades del estado (Celestún, Isla Arena, Campeche, Lerma, Champotón, Sabancuy, Ciudad del Carmen y Nuevo Campechito) que servirá tanto para calibrar los modelos numéricos como para tener registros reales y continuos de mareas y niveles de ríos, que permitan realizar otro tipo de estudios, como por ejemplo, los relacionados con cambio climático (figura 3). En relación con los trabajos de campo se obtuvo la batimetría detallada de la Bahía de San Francisco de Campeche y actualmente se trabaja en la batimetría de Champotón (zona costera y río) y Ciudad del Carmen.

Finalmente por medio de herramientas estadísticas se ha trabajado en la obtención de las intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno, dato básico para caracterizar los peligros de desbordamiento de ríos e inundación de bajos inundables (figura 4).

Por otro lado se está trabajando en: inestabilidad de laderas, sismos, erosión, incendio y disolución kárstica, enmarcado dentro del análisis que se realiza con los Sistemas de Información Geográfica.

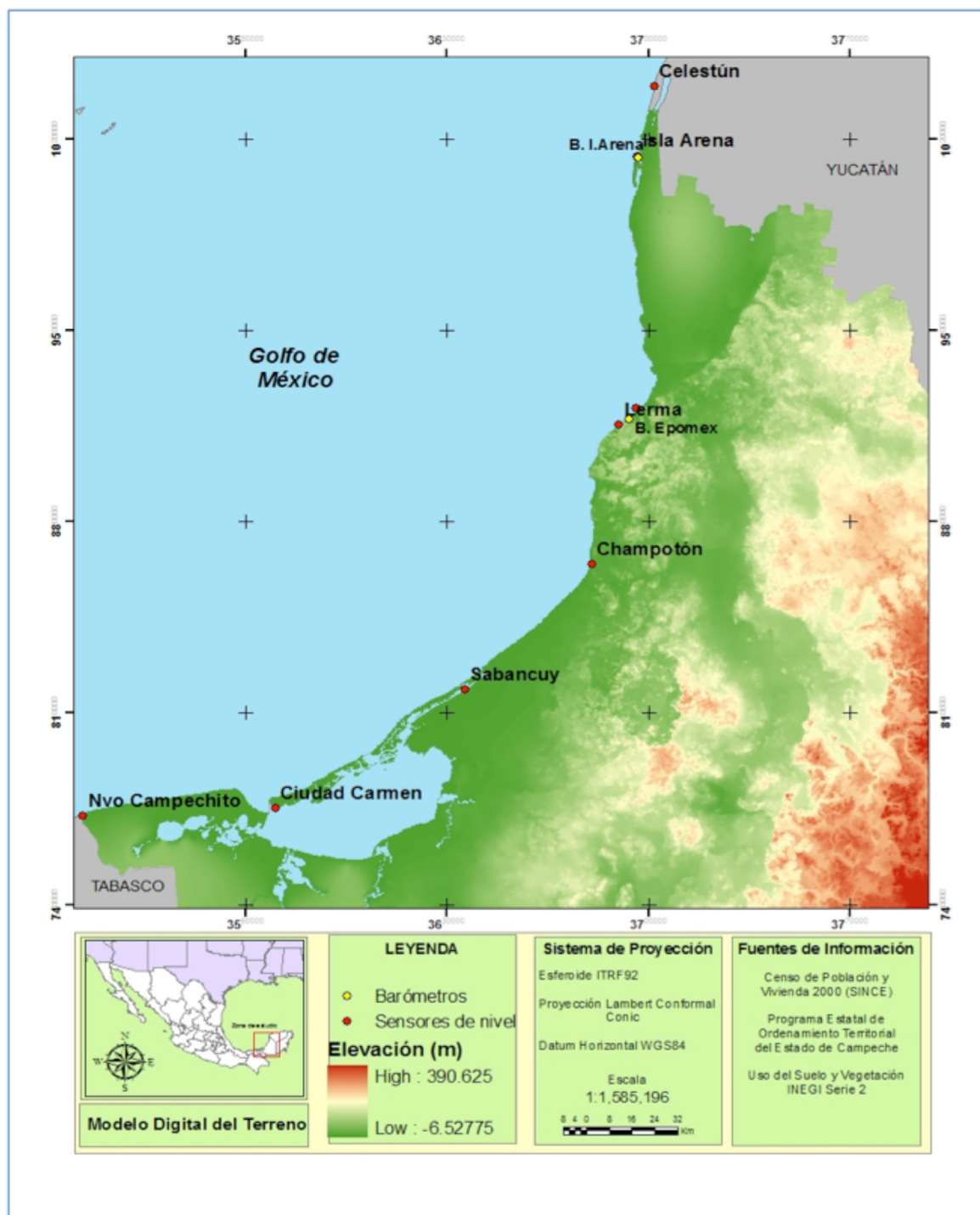


Figura 3. Sistema de monitoreo permanente de niveles de superficie libre y temperatura en mar y ríos del estado de Campeche

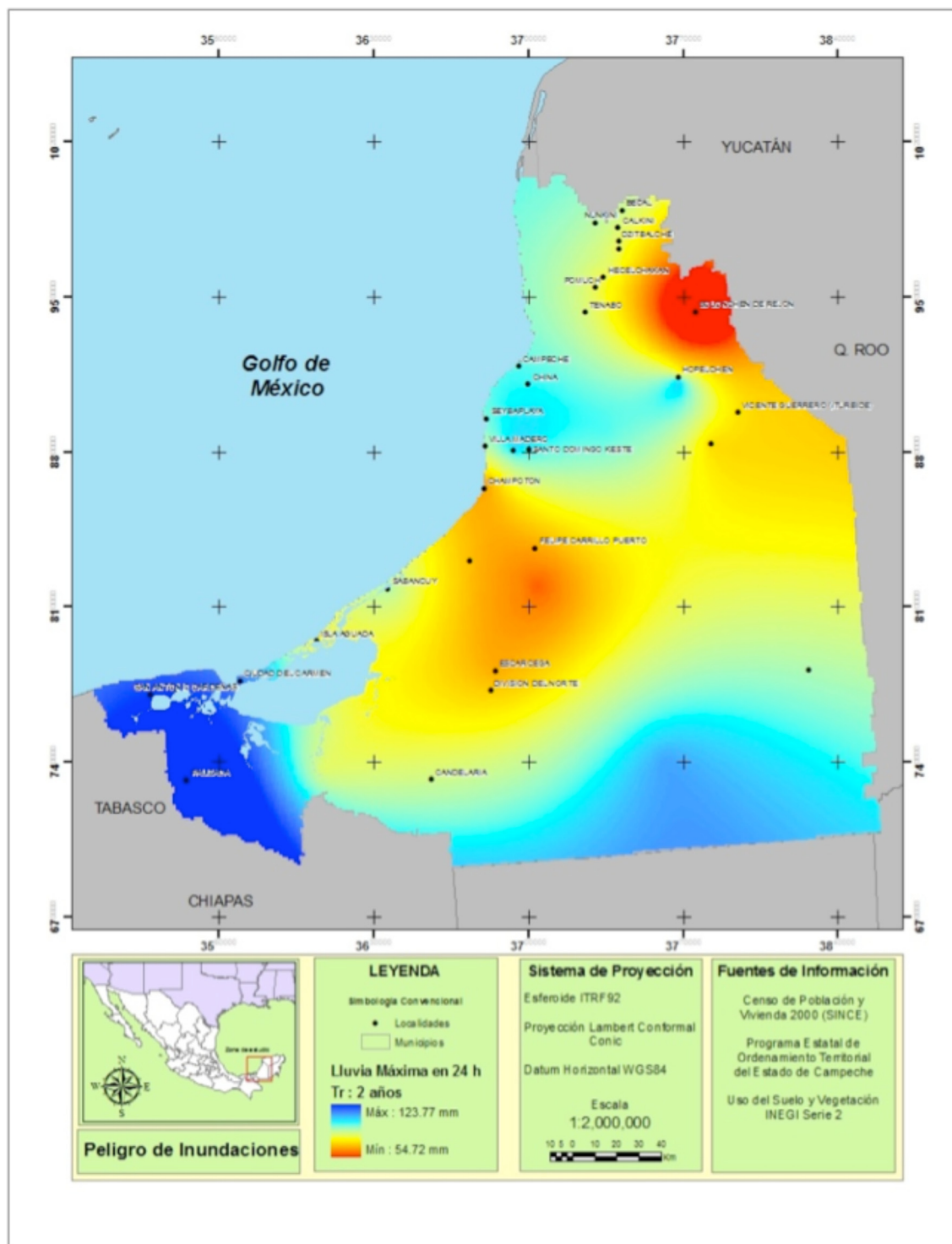


Figura 4. Precipitación máxima en 24 h para periodo de retorno $Tr: 2$ años.

LITERATURA CITADA

- Atlas de Peligros Naturales del Estado de Campeche, Informe 01, 04 de mayo de 2009. Centro EPOMEX-UAC.
- Atlas de Peligros Naturales del Estado de Campeche, Informe 02, 31 julio 2009. Centro EPOMEX-UAC
- CENAPRED, 2006. Guía Básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos; ISBN 970-628-905-4.
- Palacio, G., P. Salles, R. Silva, G. Bautista, G. Posada y R. Val, 2005. Diagnóstico de Riesgo por Inundación para la Ciudad de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, H. Ayuntamiento del Municipio de Campeche. 109 p. ISBN 968-5722-36-6
- Pérez, D.M., R. Bolaños y R. Silva, 2008. Predicción del oleaje generado por dos huracanes en las costas mexicanas del Golfo de México. *Ingeniería Hidráulica en México*. abril-junio de 2008, Vol. XXIII, No. 2.
- Posada. G., R. Silva y R. Medina, 2008. “Modelo numérico tridimensional para transporte de un contaminante conservativo”, *Revista Ingeniería Hidráulica en México*,. Vol. XXIII, núm. 1, II Época, enero-marzo de 2008 pp. 5-19. ISSN-0186-4076
- Ruiz G., R. Silva, D. Pérez, G. Posada, y G. Bautista, 2009. Modelo híbrido para la caracterización del clima marítimo. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol XXIV, número 3, julio-septiembre 2009
- Rivera Arriaga E., Á.G. Palacio, G. Villalobos Zapata, R. Silva Casarín y P. Salles-Afonso de Alneida, 2004. Evaluación de daños en las zonas costeras de la Península de Yucatán por el Huracán Isidore, Universidad Autónoma de Campeche, 158 p.
- Silva, R., G. Díaz, A. Contreras, G. Bautista, y C. Sánchez, 2000. Determination of oceanographic risk for hurricanes on the Mexican coast. 6th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, p. 137-151.

Reporte técnico

Seguimiento sanitario del maricultivo del esmedregal *Rachycentron canadum* en Campeche

R. del Río-Rodríguez, M.I. Gómez-Solano, A. D. Cu-Escamilla,
M.G. Maldonado-Velázquez, B. García-Durán, J. J. Miramontes-Campos, J. M. Ríos-Quintal

Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche

Entre enero y diciembre de 2007 se llevaron a cabo 21 visitas a granjas marinas, 9 visitas a las granjas de Seybaplaya (La Huayita) y Ensenada (municipio de Campeche) y 11 visitas a la granja Ixoyé Marinos en Isla Arena, (Calkiní, Campeche). Inicialmente el proyecto se originó para el seguimiento sanitario del esmedregal *Rachycentron canadum*, en las 4 granjas se cultivada la Corvina Roja, *Sciaenops ocellatus* la cual fue incluida en el estudio. Aparentemente la falta de crías de la primera especie y la existencia a nivel local de crías de *S. ocellatus*, indujo a las granjas a iniciar con el cultivo de Corvina Roja.

Se analizaron un total de 146 peces usando como herramientas de diagnóstico la inspección en fresco, bacteriología, histopatología y biología molecular. Los resultados sugieren que la maricultura de esta especie enfrenta 3 problemas de sanidad apremiantes y con efecto sinérgico. Estos son:

- a).- Parasitosis por monogéneos en esmedregal y crustáceos en corvina.
- b).- Deficiente nutrición por inadecuados alimentos suministrados.
- c).- Infección por bacterias patógenas oportunistas a consecuencia de un sistema inmune deprimido.

Se recomienda para la maricultura en Campeche el fomento a la investigación para el control de las parasitosis, el establecimiento regular de insumos alimenticios adecuados así como la concientización y asesoría técnica permanente en todas las vertientes de la maricultura para con los cooperativistas.

Si necesita consultar el informe técnico completo comunicarse con el Dr. Rodolfo del Río Rodríguez

ISSN 0188 - 4700

Información y correspondencia
Centro EPOMEX
Av. Agustín Melgar y Juan de la
Barrera. Apartado Postal 520,
C.P. 24030, Campeche,
Campeche, México.
Tel: (981) 811-9800 ext. 62300
Fax: (981) 811-9800 ext. 62399