

En Barragán Muñoz J.M. y Barragán Muñoz J.M., *Libro de comunicaciones. I Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales*. LA PAZ, B.C.S (México): Universidad de Cádiz.

Recomendaciones para la reducción del impacto ambiental en la zona costera prioritaria para la conservación de la biodiversidad de Baja California Sur, México.

M. Lagunas"Vázquez 1 , G. Malagrino 2,A.Ortega"Rubio y M. Lagunas"Vázquez 1 , G. Malagrino 2,A.Ortega"Rubio.

Cita:

M. Lagunas"Vázquez 1 , G. Malagrino 2,A.Ortega"Rubio y M. Lagunas"Vázquez 1 , G. Malagrino 2,A.Ortega"Rubio (2012). *Recomendaciones para la reducción del impacto ambiental en la zona costera prioritaria para la conservación de la biodiversidad de Baja California Sur, México*. En Barragán Muñoz J.M. y Barragán Muñoz J.M. *Libro de comunicaciones. I Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales*. LA PAZ, B.C.S (México): Universidad de Cádiz.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/magdalena.lagunas.vazques/22>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/p4kA/9f8>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

1.36. RECOMENDACIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA ZONA COSTERA PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

M. Lagunas-Vázquez¹, G. Malagrino², A.Ortega-Rubio¹

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Apdo. Postal # 128, Mar Bermejo # 195. Col. Playa Palo Santa Rita. La Paz, 23000, Baja California Sur. Mexico. aortega@cibnor.mx

² Universidad Autónoma de Baja California Sur UABCS., Carretera al Sur KM 5.5, Apartado postal 19-B, C.P. 23080, La Paz, Baja California Sur, México.

Palabras clave: impacto ambiental, ordenamiento ecológico, Bahía Magdalena, cultivo del camarón, México.

RESUMEN

Se realizó un reconocimiento bibliográfico y cartográfico de factores socioeconómicos y ambientales, que se consideran al seleccionar sitios para realizar actividades acuícolas: específicamente cultivos de crustáceos. Se evaluó la viabilidad de cada sitio seleccionado de acuerdo a los rasgos socioeconómicos y del ambiente natural que presentaban. Utilizando para esto la fórmula modificada de Lagunas y Ortega, citada en Lagunas (2000). Así, por medio de esta evaluación se obtuvieron los seis sitios más viables para desarrollar cultivos de crustáceos en el complejo lagunar Bahía Magdalena;

El análisis considero las características básicas de la zona marina y costera de la laguna costera más grande de la península de Baja California y de México: Bahía Magdalena. Basado en nuestro análisis 6 sitios fueron preseleccionados, a los cuales posteriormente se les desarrollo un trabajo de campo, de esta manera se evaluó la idoneidad precisa de cada sitio a fin de elaborar la propuesta de actividades de acuicultura. En el rango de idoneidad hemos sido capaces de recomendar los lugares más apropiados para desarrollar el cultivo de camarón en esta región. Además, reconocer exactamente el ambiente biológico, físico y social, a fin de determinar las mejores especies a cultivar, el área total recomendada y la metodología que se utiliza para disminuir el impacto ambiental y para obtener la máxima rentabilidad. Nuestra metodología podría ser utilizada no sólo para seleccionar lugares apropiados para el cultivo de camarón en otras lagunas costeras, si no también podría ser aplicado para evaluar la idoneidad, de una manera rápida y precisa, de cualquier otra actividad de producción en las zonas costeras.

1. INTRODUCCIÓN

Hay más de 123 lagunas costeras en la zona costera de México con una superficie aproximada de 12.555 kilómetros cuadrados. La longitud de estas lagunas representa entre 30% y 35% de los 11.543 kilómetros de la costa mexicana. Bahía Magdalena, México, es la bahía más grande de la península de Baja California (Figura. 1). La bahía es un sistema de lagunas con tres áreas principales, la más septentrional llamado Laguna de Santo Domingo, la parte central de Bahía Magdalena, y el más austral Bahía Almejas. El sistema de la laguna tiene una longitud total de 250 km, con una superficie de 2.200 km², que incluye 1.453 kilómetros² de la cuenca de la laguna y 747 km² de bosques de manglares, dunas y humedales Malagrino (2007).

Actualmente, Bahía Magdalena es muy importante para la economía del estado de Baja California Sur, el 50% de las actividades de pesca artesanal se establecen en esta zona. Para evitar conflictos entre el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza en este lugar, se determino analizar las condiciones ambientales (los principales factores biológicos, físicos y químicos) y las actividades socioeconómicas de Bahía Magdalena, con el fin de determinar dónde y cómo, los nuevos proyectos

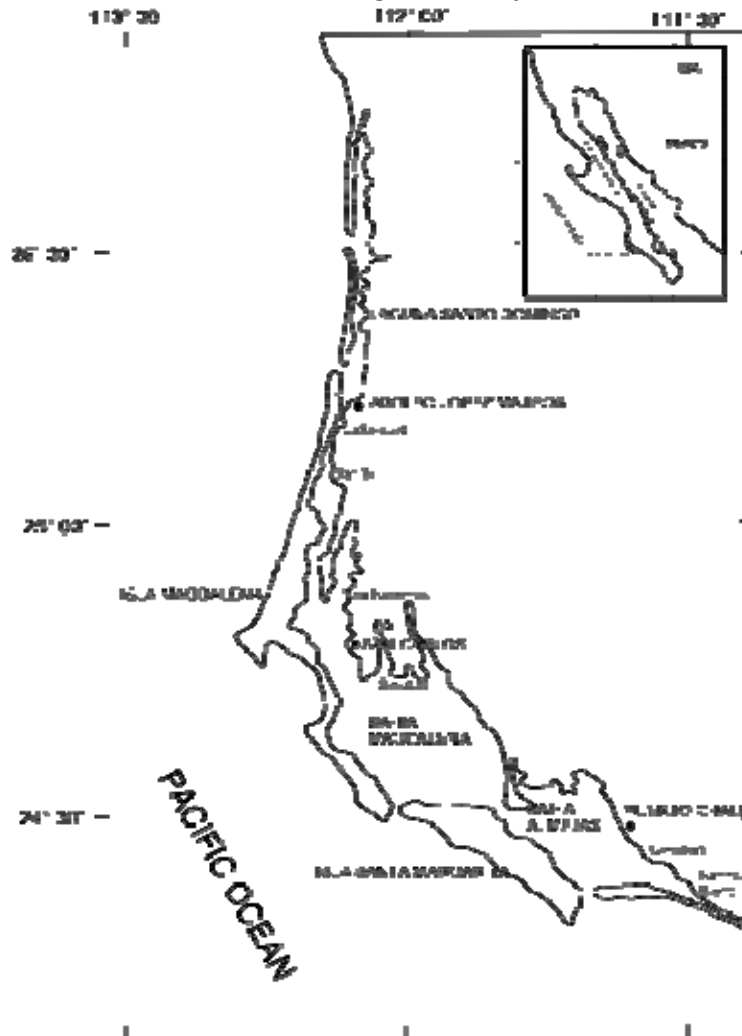
de acuicultura de crustáceos deben ser establecido, procurando una reducción de impacto ambiental y el establecimiento de acciones de conservación de la biodiversidad en este complejo lagunar tan relevante de la naturaleza costera de México.

La producción acuícola mundial ha mantenido un crecimiento sostenido en varios países durante los últimos 15 años, con sus respectivos impactos positivos y negativos, sobre lo social Bayle (1988), Primavera (1991), Lebel *et al.* (2002)., económico Kautsky *et al.* (1997), y los sistemas naturales Páez-Osuna (2001), Macintosh (1996). México, no es la excepción, ha desarrollado esta actividad a un ritmo similar al pasar de 0 toneladas en 1984, a más de 62.000 toneladas en 2003 SAGARPA-CONAPESCA (2003).

Por otra parte, se espera que las actividades de acuicultura se incrementen de forma explosiva en los próximos años. Si las actividades de acuicultura prosperan, como se prevé en esta región, habrá conflictos directos con las actividades actuales del lugar, entre ellas, pesca artesanal, ecoturismo y actividades turísticas previstas para llevarse a cabo en la región, y con la conservación del medio ambiente, incluyendo las dunas, los manglares y los ecosistemas frágiles presentes en Bahía Magdalena.

El sistema lagunar Bahía Magdalena se encuentra en la parte occidental del estado de Baja California Sur. Este sistema lagunar es el más extenso e importante de toda la península de Baja California y de México. Se encuentra entre los 24 ° 17 'y 25 ° 40' N y 111 ° 30 'y 112 ° 15' W. El sistema se compone de amplias zonas de humedales, especialmente en la laguna de Santo Domingo y en la laguna de Bahía Almejas (Figura 1).

Figura 1. Localización de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México



Debido a la fisiografía del sistema es considerado como un refugio natural de flora y fauna marina, y para pequeñas embarcaciones de pesca. Esta zona está influenciada por la Corriente de California y por el agua que viene desde el Ecuador, al ser una zona de transición caracterizado por una alta productividad Parrish *et al.* (1981), El clima es cálido y seco, clasificado como un clima semiárido por el sistema de Coppel. La temperatura media anual es de 20 °C, con un máximo de 41 °C en julio y agosto, y un mínimo de 4 °C en enero y febrero Rueda-Fernández (1983). En la columna de agua la temperatura varía, durante la estación cálida entre los 23 y los 28 °C, mientras que en la temporada de frío varía entre 16 y 23,6 °C. La salinidad máxima, van desde 37,3 hasta 39,2 ups, la cual se encuentra en los canales del sistema lagunar, mientras que la salinidad mínima, 34,0 a 34,5 ups, está registrada en el sistema de canales de conexión con el Océano Pacífico que lo caracteriza como antiestuarina Álvarez y Chee (1975), Acosta-Ruiz y Lara-Lara (1978). Las mareas son semi-diurna mixta. Máximo y mínimo nivel de oxígeno disuelto en la boca de Bahía Magdalena son de 6,85 y 3,68 ml/l, respectivamente, la concentración de clorofila oscila desde 1,2 hasta 5,1 mg/m³; fosfatos varían desde 3,09 hasta 0,62 micras, y la velocidad del agua 0,24 a 1 m/s Rueda-Fernández (1983).

1.1. Importancia de los ecosistemas de manglar

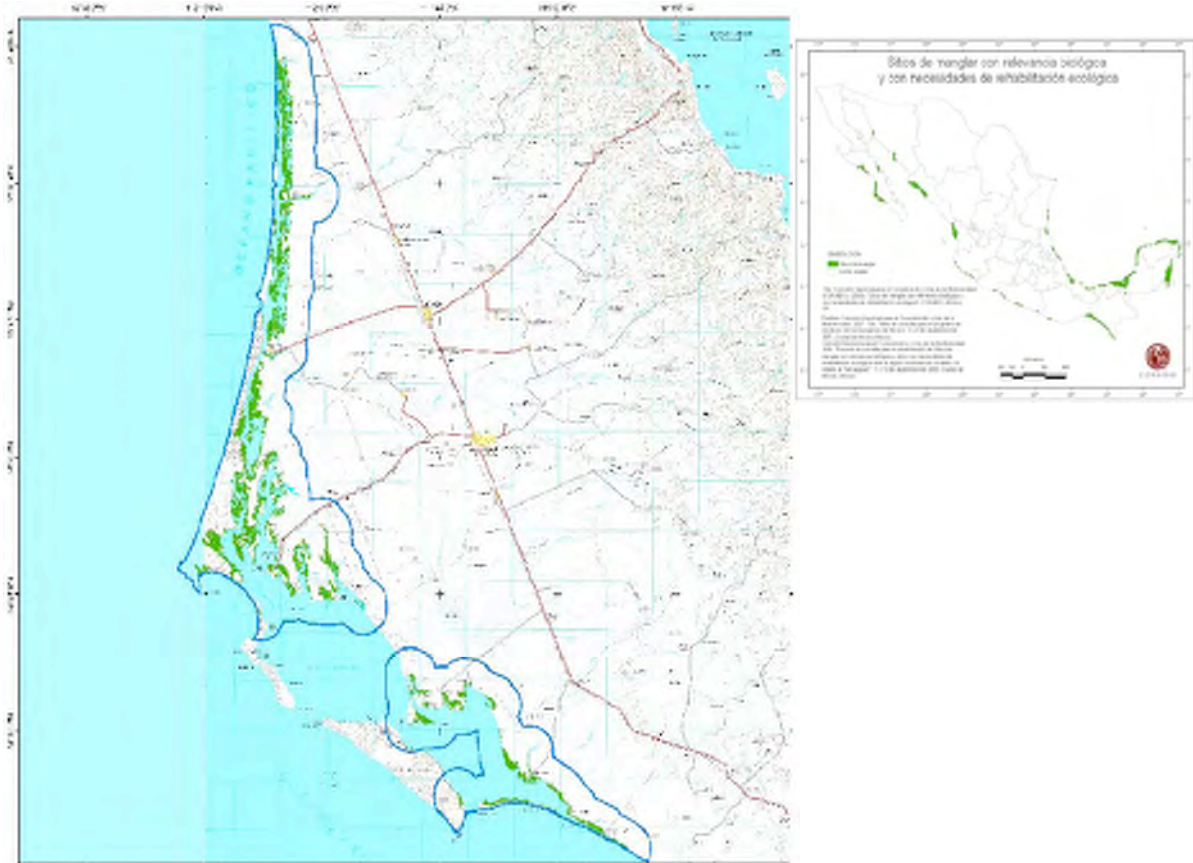
Los mangles a menudo ofrecen una fuente de productos madereros, proveyendo subsistencia a las poblaciones locales. Sin embargo, la tala es en raras ocasiones la principal causa de la pérdida de estos árboles. Ésta se debe ante todo a la competencia por la tierra para desarrollos urbanos, turismo, agricultura o construcción de estanques para cultivo de camarón. La gran tasa de cambios negativos en los manglares en los años ochenta en Asia, el Caribe y Latinoamérica ha sido ocasionada principalmente por la conversión de estas áreas para acuicultura e infraestructura, ya que muchos gobiernos han optado por ella con la intención de aumentar la seguridad alimenticia, estimular las economías nacionales y mejorar los estándares de vida. Según la FAO, en 1980 los manglares abarcaban una superficie cercana a los 19.8 millones de hectáreas de las zonas costeras del mundo, para el año 2005 la misma FAO reporta 15.2 millones de hectáreas, lo que significa que en los últimos 20 años se han perdido el 23% de la superficie mundial FAO (2007). Con las presiones existentes y si la tendencia continúa, estaríamos destruyendo uno de los ecosistemas representativos de la biodiversidad del planeta CONABIO (2009). En México, las tasas de pérdida anual calculadas mediante la comparación de las superficies de manglar oscilan entre el 1 y el 2.5%, en función del método de análisis de la información utilizada INE (2005).

1.2. Los manglares en Bahía Magdalena

Bahía Magdalena es uno de los complejos lagunares más grandes de México. Los densos manglares de la bahía representan la zona más extensa de mangle de la península de Baja California Enríquez-Andrade (1998), Hastings y Fisher (2001), Malagrino (2007), con 21, 116 ha conteniendo el 85% de manglar estatal Acosta-Velazquez y Vazquez-Lule (2009), además, tienen particular importancia por su aislamiento respecto a otras áreas de su tipo. En este lugar, los manglares son altamente productivos, y estructuralmente proporcionan hábitat, sitios de crianza y/o alimentación para peces, crustáceos, moluscos, tortugas marinas López-Mendilaharsu *et al.* (2005) y aves Zárate (2007). Particularmente en estas áreas anida una gran variedad de aves marinas tanto migratorias como residentes permanentes Hastings y Fisher (2001).

Bahía Magdalena, definida como un área con un alto nivel de integridad ecológica, la Comisión Nacional para la Biodiversidad CONABIO reconoce la zona costera de Bahía Magdalena como una Región Prioritaria para la conservación desde el punto de vista terrestre, marino, costero, y de cuenca hidrológica, así como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). En estudios recientes a nivel nacional el complejo lagunar de Bahía Magdalena, ha sido catalogado como un Sitio de Manglar de relevancia biológica y con necesidad de rehabilitación ecológica, dentro de la Región Pacífico Norte, identificador del sitio PN03 Baja California Sur, Bahía Magdalena CONABIO (2009), ver figura 2.

Figura 2. Manglares de Bahía Magdalena (CONABIO, 2011)



La asociación vegetal de mayor relevancia en la zona costera de Bahía Magdalena, es el manglar. En Bahía Magdalena se encuentran tres de las cuatro especies de mangle mexicano: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es endémico y se encuentra como dominante en la zona, asociado a mangle negro (*Avicennia germinans*) y a mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), cabe mencionar que estas especies están listadas en la categoría de protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Los manglares son altamente productivos, y estructuralmente proporcionan hábitat y sitios de crianza y alimentación para peces, crustáceos, moluscos, tortugas marinas y aves. Los manglares del complejo lagunar son los más extensos de la península de Baja California Enriquez-Andrade *et al.* (1998), Malagrino (2007).

Respecto a fauna marina, se reportan 161 especies de peces en la bahía, pertenecientes a 120 géneros y 61 familias, así como cuatro especies de tortugas marinas (*Caretta caretta*, *Chelonia agassizi*, *Dermodochelys coriacea* y *Lepidochelys olivacea*) listadas como en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2001, ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) bajo protección especial y otros mamíferos marinos pueden también observarse dentro de la Bahía.

El número de endemismos de esta provincia es excepcionalmente alto, contando con 31 especies endémicas Peinado *et al.* (1994). Además, existen comunidades vegetales de importancia particular por los servicios ecosistémicos que prestan, así como por su función ecológica en el lugar.

1.3. La acuicultura y el impacto ambiental en manglares

En la zona costera confluyen la mayor parte de las consecuencias ecológicas negativas de desarrollo de la acuicultura. Entre otros aspectos, incluyen la pérdida o modificación de hábitat, extracción excesiva de semillas silvestres y/o reproductores y daños en la captura incidental, la introducción de especies exóticas, escape de los animales cultivados, propagación de enfermedades e interacciones con las poblaciones silvestres, mal uso de productos químicos y antibióticos, la

liberación de desechos, y la dependencia en las pesquerías naturales.

A nivel mundial, más de un tercio de los manglares han desaparecido en las últimas dos décadas, y el cultivo de camarón es una de las principales actividades humanas perjudiciales a este ecosistema; se considera que su participación en la reducción del manglar global es aproximadamente del orden 35% de disminución forestal. Esta transformación resulta en la pérdida de servicios esenciales de los ecosistemas generados por los manglares, incluidos el suministro de pesca, viveros de crustáceos, hábitat de vida silvestre, la protección costera, control de inundaciones, retención de sedimentos y de tratamiento de agua. Los sistemas acuaculturales que incluyen corrales y jaulas también degradan los hábitats cercanos a la costa a través de sus instalaciones físicas en praderas de pastos marinos y comunidades de fondo, entre otras cosas por los sedimentos o depósitos que generan principalmente a través de los restos de alimento y desechos fisiológicos (Primavera, 2006). Los estanques de acuicultura de camarón están ubicados en las áreas biológicamente más productivas y subvaluadas del planeta: esteros, bosques de mangles y humedales. Es evidente que la mera presencia física de los estanques para producción acuícola genera un impacto al obstaculizar el continuo flujo natural entre los ambientes costeros (Primavera, 2006).

La conversión de manglares a estanques de camarón es el factor principal que ha contribuido a la mala presentación de la acuicultura de este crustáceo. El sudeste de Asia tiene el 35% de los 18 millones de hectáreas en el mundo de bosques de manglares, pero también ha sufrido las mayores tasas de pérdida de manglares, por ejemplo, el 70-80% de estos ecosistemas fueron perdidos entre Filipinas y Vietnam durante los últimos 30 años. Alrededor de la mitad de las 279.000 hectáreas de manglares que Filipinas perdió desde 1951 hasta 1988 fue para el desarrollo de estanques de cultivo, y el 95% de los estanques de agua salobre construidos en Filipinas durante 1952-1987 se construyeron derribando manglares Primavera (2006).

1.4. Previendo impacto ambiental en los manglares de Bahía Magdalena

Aunque la importancia ecológica del complejo lagunar de Bahía Magdalena es evidente no existen a la fecha programas estatales o federales que regulen el ordenamiento ecológico del complejo lagunar ni de la zona que lo circunda. El aumento paulatino de la población y de actividades alternativas como lo es el turismo ecológico no hará más que aumentar las presiones ecológicas sobre el ecosistema.

Una aportación importante para el buen uso de este sistema lagunar es precisamente obtener formas de valorar y evaluar: indicadores e índices adecuados para definir el correcto establecimiento de los sitios aptos para los diferentes tipos de cultivos acuícolas susceptibles a desarrollar en Bahía Magdalena.

Con el fin de examinar la idoneidad de cada sitio potencial para el cultivo de crustáceos en Bahía Magdalena, se utilizó un índice matemático. Este índice ayudó a determinar el rango de idoneidad de cada sitio en cuanto a su posible uso para cultivos marinos. Con base en los resultados obtenidos, siete sitios fueron identificados como adecuados para el cultivo Crustáceos. El que presenta las mejores condiciones es Puerto Dátil. La metodología y resultados de este trabajo se pueden utilizar en todas las zonas costeras que poseen potencialidades para la acuicultura, adecuándose a especies susceptibles y claro está, a las condiciones ambientales y sociales locales.

Los manglares y la acuicultura no son necesariamente incompatibles. Por ejemplo, las algas marinas, moluscos y pescado (lubina, mero) en jaulas pueden ser cultivadas en las vías fluviales de manglares. Utilizando tecnologías adecuadas y practicando acuicultura de pequeña escala, basada en la autosuficiencia alimentaria, operada familiarmente pueden ser acopladas en acciones de conservación de manglares y sitios de restauración. Los estanques de cultivo de agua salobre que no necesariamente excluye la presencia de los manglares. Ejemplos de acciones que confluyen en acuicultura de bajo impacto ecológico se encuentran en diversas partes del mundo, entre ellos: diques y marismas por medio de *tambak* en Indonesia se plantaron a la vez manglares para proporcionar leña, fertilizantes y protección de la acción de las olas. Hoy en día las versiones de

integrar el sector forestal de la pesca y acuicultura se pueden encontrar en las tradicionales balsas *gei wai* de Hong Kong, la acua-silvicultura que incluye manglares y estanques de camarones en Vietnam y Filipinas, y la silvo-pesquería en Indonesia. Por otra parte, los manglares adyacentes a los estanques intensivos se pueden utilizar para procesar los nutrientes en los efluentes de los estanques Primavera (2006).

2. METODOLOGIA

2.1. Selección de los sitios con posible aprovechamiento acuícola

Se realizó un reconocimiento bibliográfico y cartográfico de factores socioeconómicos y ambientales, que se consideran al seleccionar sitios para realizar actividades acuícolas: específicamente cultivos de crustáceos, de esta manera se tomaron en cuenta los factores que se describirán a continuación para las especies a cultivar.

Se evaluó la viabilidad de cada sitio seleccionado de acuerdo a los rasgos socioeconómicos y del ambiente natural que presentaban. Utilizando para esto la fórmula modificada de Lagunas y Ortega citada en Lagunas (2000). Así, por medio de esta evaluación se obtuvieron los sitios más viables para desarrollar cultivos de crustáceos en el complejo lagunar Bahía Magdalena.

2.2. Criterios de selección para un sitio de cultivo de crustáceos

1. Clima: (temperatura, dirección del viento y precipitación pluvial)
2. Suelo: (permeabilidad)
3. Geología, Orografía y Geomorfología (Identificando contornos y elevaciones costeras)
4. Hidrología: (mantos acuíferos subterráneos y cauces de cuencas superficiales)
5. Condiciones del ambiente marino, en cuanto a las mareas, morfología del cuerpo de agua (es decir forma y complejidad del sistema costero, tanto para el abastecimiento del sistema de cultivo, como, para el vertido del drenaje),
6. Vegetación de la zona costera, para ubicar lugares, que aparte de poseer las características ambientales requeridas para que se lleve a cabo el cultivo de camarón, presenten una escasa o nula vegetación.
7. Accesibilidad a caminos, servicios (energía eléctrica, comunicaciones), poblaciones humanas, mano de obra disponible.

Se aplicó una evaluación considerando la información ambiental y socioeconómica de cada sitio, la calificación de viabilidad resultante para cada sitio fue determinada por la fórmula modificada de Lagunas y Ortega (citada en Lagunas,2000), que a continuación se explica:

$$IPC= S \frac{CV+ACA+TM+TS+OPT+SS+SV}{15} * 100 =$$

El valor de 100 es para la zona más adecuada y el 0 lugar no adecuado.

Donde:

- IPC= idoneidad para la camaronicultura
CV= Cobertura de vegetación
CAM= Acceso a cuerpos de agua marina
MTA= Meses del año con temperatura viable p/el cultivo
TS= Textura del suelo
ORG= Orografía y/o pendiente del terreno
SS= Salitrosidad del terreno
AS= Servicios

Rangos de valores de los aspectos que se están calificando:

CV:

- del 100 al 67 % del terreno cubierto por vegetación = 0
- del 66 al 34 % del terreno cubierto por vegetación = 1
- del 33 al 11 % del terreno cubierto por vegetación = 2
- del 10 al 0 % del terreno cubierto por vegetación = 3

CAM:

- acceso a un cuerpo de agua marina con poca circulación = 0
- acceso a un cuerpo de agua marina = 1
- acceso a dos cuerpos de agua o a mar abierto= 2

MTA:

- menos de 5 meses/año con temperatura favorable para el cultivo= 0
- 8 meses/año con temperatura favorable para el cultivo= 1
- más de 10 meses/año con temperatura favorable para el cultivo= 2

TS:

- arenoso=1
- arenoso-limoso-arcilloso=2
- arcillo-limoso=3

ORG:

- existencia de lomas o barreras=0
- condición totalmente plana del terreno=1

SS:

- terreno no salitroso=1
- terreno salitroso=2

AS:

- energía eléctrica, comunicaciones, teléfono, telégrafo = 1
- población humana cercana = 2
- camino de acceso = 3

La determinación de los sitios óptimos para desarrollar proyectos acuícola es complicada ya que la decisión de selección depende de la interacción de factores ambientales, técnicos y socio-económicos. Uno de los factores que más influyen en la selección del sitio para la realización de un proyecto acuícola es la especie a cultivar ya que se requieren condiciones particulares para cada especie, Además la técnica de cultivo (Suspensión o Fondo) así como la intensidad del cultivo y tamaño del proyecto a desarrollar.

En el presente estudio se proponen una formula de evaluación de los sitios dependiendo de las necesidades generales para las dos diferentes técnicas de cultivo y ponderando de acuerdo a la importancia de cada valor para cada técnica de cultivo, en esta propuesta se tomaron en cuenta solo factores técnicos y ambientales, los factores socio-económicos se integraran mas adelante. La calificación de idoneidad resultante para cada sitio fue determinada por la fórmula modificada de Lagunas y Ortega (citada en Lagunas, 2000).

2.3. Sitios seleccionados y coordenadas geográficas

- 1) La Soledad: coordenadas 25° 11' 30" N y 112° 06' 00" W
- 2) Frente al Islote San Gil y Pauquino: coordenadas 25° 03' 30" N y 112°07'25" W
- 3) Punta Banderitas: Coordenadas 24° 52' 00" N y 112° 07' 00" W
- 4) Estero San Buto: coordenadas 24° 47' 30" N y 112° 02' 30" W
- 5) Puerto Dátil: coordenadas 24°22'30" N y 111° 30' W
- 6) Rancho Bueno (Punta Conejo): coordenadas 24° 19' 40" N y 111° 27' 20" W

2.4. Identificación de la(s) tecnologías y especie(s) a utilizarse en los sistemas de cultivo para crustáceos:

2.4.1. Los sistemas

El desarrollo creciente del cultivo de camarones se debe, en gran medida, a la versatilidad de los sistemas que se aplican, ya que se ofrecen diferentes alternativas de producción para diferentes niveles de inversión y tecnificación, desde los esquemas flexibles de acuicultura extensiva sin bombeo y poca o nulo suministro de alimento, al cultivo hiperintensivo en ambientes altamente controlados de ciclo completo.

Independientemente del alto grado de desarrollo que ha alcanzado la biotecnología del cultivo de camarón, el éxito de un proyecto camaronícola está en la aplicación apropiada de la tecnología de cultivo para maximizar la producción al menor costo posible. El volumen de producción depende de las densidades de cultivo en los estanques y de su manejo. Desde el punto de vista de los niveles de densidad y producción, los sistemas de cultivo pueden ser clasificados en extensivos, semi-intensivos e intensivos.

En el cultivo extensivo los rendimientos que se obtienen dependen básicamente de la productividad natural y prácticamente no se aplican tecnologías sofisticadas durante el proceso productivo. Abarcando grandes extensiones de terreno.

El cultivo semi-intensivo engloba aquellos sistemas en los que se establece un control parcial de las variables que inciden en el proceso productivo, orientando a incrementar la producción natural de los estanques a través del uso de alimento balanceado y/o la participación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

La biotecnología utilizada está enfocada a ejercer un control sobre las densidades del cultivo, la calidad del agua y el recambio constante con el objeto de incrementar los rendimientos por unidad de superficie. Esta tecnología se caracteriza por el uso y manejo de estanques de diferentes dimensiones generalmente entre 5 y 15 ha.

El cultivo intensivo se caracteriza por tener un desarrollo tecnológico que alcanza los niveles industriales con una alta especialización del personal técnico. En la mayoría de los casos la infraestructura se construye en espacios reducidos, con un flujo elevado de agua y altas tasas de siembra. Este tipo de cultivo está basado principalmente en la alimentación artificial aplicado de manera frecuente, se utilizan estanques pequeños de 0.3 a 5 ha.

Otro tipo de cultivo intensivo ha sido subclasificados como hiperintensivo, caracterizándose por ejercer un control total en cada una de las fases de producción, ya que se procura mantener los niveles óptimos de calidad de agua, alimentación, densidades y prevención de enfermedades. En su operación, requiere de personal técnico altamente especializado. Se utilizan pequeñas superficie del terreno que algunas veces fluctúan entre 0.03 y 1 ha. Generalmente estos sistemas van operan un ciclo completo de producción desde producción larva hasta la etapa de maduración del organismo.

Dentro de los sistemas de cultivo hay diferentes tipos de estanquería, existiendo básicamente dos modelos de estanques: Los estanques supralitorales requiere de profundidades de operación de .8 a 2.0 m y recambios diarios del agua que fluctúan entre el 5 y el 100% del volumen total, de acuerdo con el nivel de intensificación del cultivo, construyéndose en terrenos que están por arriba del nivel del mar. El modelo de estanquería litoral utiliza la marea para el llenado y recambio de los estanques, construyéndose dentro de la línea de marea baja y alta, permitiendo prolongar los tiempos de cultivo sin incrementar los costos de operación.

3.4.2. La(s) especie(s)

La selección de las especies a cultivar, y de los esquemas de cultivo para las diferentes regiones seleccionadas estará dada en función a las características ambientales del sitio elegido y el sistema

de cultivo a desarrollar, sobre todo se debe utilizar el tipo de estanquería que se requiere para cada sitio que impacten lo menos posible el medio natural.

De las especies susceptibles a cultivo dentro de los sistemas propuestos son el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), y camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

El camarón café es una especie eminentemente marina que posee télico cerrado, de manera que mantiene en su interior el espermatóforo, asegurando la fecundación. La especie puede cultivarse en aguas con salinidades marinas, y en esteros con bajas aportaciones de agua dulce y se distribuyen en la costa occidental de la Península de Baja California, en Golfo de California, Colima, Michoacán, Oaxaca y Chiapas.

El camarón blanco se desarrolla en sus etapas juveniles en una amplia gama de condiciones de salinidad, pero de manera primordial en agua salobre. Se distribuye desde el sur de Sonora hasta el estado de Chiapas. Es la especie dominante en las capturas de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

De esta manera se hacen diferentes propuestas dependiendo a los sitios seleccionados quedando integrados dentro de las fichas técnicas que se elaboraron para cada sitio.

4. RESULTADOS

La temperatura media anual es de 20 ° C, con un máximo de 41 ° C en julio y agosto, y un mínimo de 4 ° C en enero y febrero. El promedio de precipitación total anual es de 125 mm Rueda-Fernández (1983). En la temporada de agua caliente la temperatura varía entre 23 y 28 ° C, mientras que en la temporada de frío que varía entre 16 y 23,6 ° C. Salinidad máxima, que van desde 37,3 hasta 39,2 ups, se encuentra en los canales en el sistema lagunar, mientras que la salinidad mínima, 34,0 a 34,5 ups, está registrada en el sistema de canales de conexión con el Océano Pacífico que lo caracteriza como antiestuarino Álvarez *et al.* (1975). Las mareas son semi-diurna mixta. Oxígeno disuelto máxima y mínima en la boca de Bahía Magdalena son de 6,85 y 3,68 L mL /, respectivamente, la concentración de clorofila oscila desde 1,2 hasta 5,1 mg/m³; fosfatos inorgánicos varían desde 1,00 hasta 2,48 M/L, y la velocidad del agua de 0,24 a 22,5 cm/s Acosta-Ruiz y Lara (1978).

Después de la revisión bibliográfica y el análisis de imágenes de satélite, las cuales fueron digitalizadas en un SIG, que almacena la información sobre la vegetación, la geología, el suelo y las características geomorfológicas, hemos identificado seis posibles lugares donde las actividades de cultivo de camarón se podrían realizar con un menor impacto y con un mayor grado de éxito. Los sitios seleccionados son: 1. La Soledad, 2. Islote de San Gil, 3. Punta Banderitas, 4. Estero San Buto, 5. Puerto Dátil y 6. Rancho Bueno, que se muestran en la Figura 1. Después del proceso de seleccionar los 6 sitios, se realizaron estancias de trabajo en campo, las cuales consistieron en pasar una semana en cada uno de los sitios seleccionados. Después de analizar cada sitio, incluyendo todas las características específicas ambientales y socioeconómicas consideradas en la fórmula, se obtuvieron los valores de ICS para cada lugar (Tabla 1).

Se determinó que el mejor sitio para desarrollar el cultivo de camarón se encuentra en Puerto Dátil (Figura 1). De acuerdo a las características de este sitio, se recomienda que las especies que se cultiven sean el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) y el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Recomendamos el desarrollo de un bi-cultivo, la separación de las especies en temporada: de mayo a octubre cultivo de camarón blanco y de noviembre a abril camarón café. También se recomienda, de acuerdo con las características del sitio, y para evitar los impactos ambientales en la zona costera, el uso de estanques supralitoral, con una superficie máxima de 150 hectáreas, con 14 trabajadores contratados en la ciudad de Puerto Adolfo Mateos, y alimentar a los camarones con el uso de bandejas móviles que eviten la contaminación con alimentos del cuerpo de agua. Según nuestras estimaciones, la producción total de estas 150 ha, siguiendo nuestras recomendaciones, sería de 225 toneladas por cosecha.

Tabla 1. Principales características y valores de IPC obtenidos para cada sitio seleccionado

SITIO	MTA Meses con temperatura adecuada para el	CV Cobertura de vegetación	TS Textura del suelo	CAM Circulación de Agua Marina	ORG Orografía	SS Salinidad del Suelo	AS Accesibilidad a Servicios	IPC Idoneidad para la Camaronicultura
La Soledad	1	1	2	0	1	1	3	60
Islote San Gil	1	0	1	0	0	1	0	20
Punta Banderitas	1	1	2	1	1	2	3	73
Estero San Buto	1	0	2	0	0	1	3	46
Puerto Dátil	1	3	3	1	1	2	3	93
Rancho Bueno	1	0	2	2	1	1	3	66

5. CONCLUSIONES

Al analizar con los SIG y los métodos de planificación ecológica, a pesar del tamaño de la zona, es posible seleccionar los sitios adecuados para desarrollar una actividad productiva específica. El trabajo de campo para analizar los sitios pre-seleccionados es obligatorio para evaluar la adecuación exacta de cada uno de ellos. Siguiendo esta metodología y el uso de indicadores e índices pueden ser muy útiles, uno puede clasificar con precisión la idoneidad del sitio, incluyendo la manera de disminuir el impacto ambiental y obtener la máxima rentabilidad en esta actividad. Creemos que nuestro método puede ser utilizado no sólo para seleccionar lugares apropiados para el cultivo de camarón en otras lagunas costeras, pero también podría ser aplicado para evaluar la idoneidad, de una manera rápida y precisa, de cualquier actividad de producción marina de otras especies en las zonas costeras.

Los manglares y la acuicultura de camarón no son incompatibles, pueden acoplarse utilizando tecnologías acuaculturales amigables ambientalmente; actividades acuícolas de pequeña escala, operaciones familiarmente pueden ser adoptadas en la conservación de los manglares y sitios de restauración.

Hacer reforestación de los manglares, acoplando actividades de acuicultura y silvicultura, entre otras prácticas, inclusive ya tradicionales y aplicadas de larga data en otras regiones del planeta.

Los Manglares de Bahía Magdalena parecen estar expuestos al impacto humano relativamente bajo en comparación con otros ecosistemas mexicanos de manglares. Es importante y urgente que se propongan Programas eficaces de conservación y planes de manejo sostenible para preservar este importante ecosistema de manglar, principalmente relacionados con las actividades de acuicultura, basada en el conocimiento científico como el estudio que aquí se presentan.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S., Galindo, L., and Chee, A. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C. S. *Ciencias Marinas*, Vol.2, No.2, pp. 94-110.
- Acosta-Ruiz, M. and Lara-Lara, J. 1978. Resultados físico-químicos en un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B. C. S. *Ciencias Marinas*, Vol.5, No.1, pp.37-46.
- Acosta-Velazquez J. & Ruiz-Luna A. 2007. Variación en la cobertura, distribución y estructura de los manglares del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (1900-2005). En Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena. Editores: Funes R.R., Gómez G.J. & R. Palomares. CIBNOR-CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. México. Pp 113-126.
- Acosta-Velázquez, J. & A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Bahía Magdalena, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Bailey, C. 1988. The social consequences of tropical shrimp mariculture development. *Ocean and Shoreline Management*, Vol.11, No.1, pp. 31-44.
- CONABIO-SEMAR (March 2011). Mangrove sites with relevant ecological. Available from <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/sitios.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México D.F.
- Enríquez-Andrade, R. R. 1998. Resumen Ejecutivo del Programa de acciones y áreas prioritarias para la conservación en la Península de Baja California 1998-2007. Pronatura. Península de Baja California. Ensenada, B. C.
- Hastings, R. M. & D. W. Fisher. 2001. Management priorities for Magdalena Bay, Baja California, México. *Journal of Coastal Conservation*. No.7: pp 193-202.
- Hernández-Carmona G., Serviere-Zaragoza E., Riosmena-Rodríguez R., I Sánchez-Rodríguez. 2007. Flora Marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas. En Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena. Editores: Funes R.R., Gómez G.J. & R. Palomares. CIBNOR-CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. México. Pp 127-126-141.
- INE. 2005. Evaluación Preliminar de las Tasas de Pérdida de Superficie de Manglar en México. Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. SEMARNAT-INE. Documento técnico. 21 pp
- Kautsky, N., H. Berg, C. Folke, J. Larson and M. Troell., 1997. Ecological footprint for assessment of resource use and development limitations in shrimp and tilapia aquaculture. *Aquaculture Research*, 28(10), 753-763 (1997).
- Lagunas-Vazques, M. 2000. Identificación del uso potencial de áreas costeras en B.C.S., para desarrollar la acuicultura de camarón con base en las condiciones del ambiente natural. Thesis, Bachelor Degree. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S., Mexico.
- Lebel, L., Hoang-Tri, N., Saengnoee, A., Pasong, S., Butama, B. and Kim-Thoa, L. 2002. Industrial transformation and shrimp aquaculture in Thailand and Vietnam: Pathways to ecological, social, and economical sustainability? *AMBIO*, Vol.31, No.4, pp. 311-323.
- López-Mendilaharsu, M., S. C. Gardner, R. Riosmena-Rodríguez, & J. A. Seminoff. 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific Coast of the Baja California Península, México. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. Vol. 15 No. 3: pp 259-269.
- Macintosh, D. J. 1996. Mangroves and coastal aquaculture: doing something positive for the environment. *Aquaculture Asia*, Vol. 2, No.2, pp. 3-10.
- Malagrino Lumare, G. 2007. Manejo de zona costera en Bahía Magdalena, B. C. S.: Cultivo de Organismos Marinos. Ph.D Thesis. CIBNOR, S. C., La Paz, Mexico.78 pp.

- Páez-Osuna, F. 2001. Impacto ambiental y desarrollo sustentable de la camaronicultura. *Ciencia*, Vol.52, No.12, pp.15-24.
- Parrish, R. H., Nelson, C. S. and Bakun, A. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in California Current. *Biological Oceanography*, Vol.1, No.2, pp. 175-203.
- Primavera, J.H. 1991. Intensive prawn farming in the Philippines: ecological, social, and economic implications. *AMBIO*, Vol.20, No.1, 28-33.
- Primavera, 2006. Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, No.49 (2006) pp. 531–545
- Rueda-Fernández, S. 1983. La precipitación como indicador de la variación climática de la península de Baja California y su relación dendrocronológica. Master thesis. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Mexico.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2003. SAGARPA, Mexico. Available from <http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/planeacion/anuario/anuario2003.pdf>
- Tena G. A. 2010. Determinación de Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en la Zona Costera e Islas de Bahía Magdalena, B. C. S., México. Master of Science Thesis. Cibnor S.C. La Paz. México. 110 pp.
- Zárate Ovando, M. B. 2007. Ecología y conservación de las aves acuáticas del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B. C. S., México. Ph.D Thesis. CIBNOR, S. C., La Paz, Mexico.