

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS



COLEGIO DE GEOGRAFÍA

“AFECTACIÓN AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS”

TESIS

Que como requisito para obtener el grado de Licenciado en

Geografía

Presenta

OZIEL JESÚS BARRÓN ISLAS

Dirigida por

MTRA. ANGÉLICA MARGARITA FRANCO GONZÁLEZ

Ciudad Universitaria

Coyoacán, Distrito Federal, México

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por la vida que nos regala.

A **mi madre y padre** por su amor y sacrificio.

A **Joselyn** por su cariño y a sus padres por abrirme las puertas.

A **mi familia** por su atención, en especial a mi tío Ricardo Maza y a mi madrina Lupita.

A **mis amigos** por su alegría.

A **mi asesora** de tesis Angélica Franco Gonzales por su confianza y tiempo.

A **mis profesores de la carrera** (Dr. Enrique Propin Frejomil, Dra. Georgina Calderón Aragón, Dr. Fabián Luna Valle, Mstro. Illie Cisneros, Mstro. David Herrera, Dr. Álvaro Sánchez Crispín, Dr. Ernesto Sánchez, Profesora Tobyan Berenberg, Profesora Martha Pérez, etc.) por su labor docente.

Al señor **Mundo Valle**, por permitirme visitar la granja y facilitar la elaboración de esta tesis

A los **investigadores del CNIP** del INP de **Guaymas**, por su aportación.

A **la UNAM** por sus espacios para el saber.

AFECCIÓN AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

INDICE

Introducción	7
Capítulo 1 Perspectivas cognoscitivas de la Geografía Ambiental en el cultivo de camarón	9
1.1 Posiciones teórico-conceptuales en Geografía Ambiental	10
1.1.1 Geosistema	11
1.1.2 Optimización Espacial	13
1.1.3 Afectación Ambiental	13
1.2 Características intrínsecas en la camaronicultura	17
1.2.1 Cultivo en estanqueras	17
1.2.2 Camaronicultura	18
1.3 Estrategias Metodológicas	22
Capítulo 2 Caracterización territorial de la región Empalme-Guaymas	24
2.1 Características históricas	24
2.2 Localización	31
2.3 Rasgos físicos	32
2.3.1 Relieve y Clima	33
2.3.2 Suelo y Agua	35
2.3.3 Uso de suelo, fauna y vegetación	36
2.4 Composición de la población	38
2.4.1 Demografía y actividades económicas	39
2.4.2 Problemática social	42
Capítulo 3 Diagnóstico ambiental por camaronicultura en Empalme-Guaymas, caso Cruz de Piedra	45
3.1 Camaronicultura de la región Empalme-Guaymas	47
3.1.1 Geosistemas del ejido Cruz de Piedra	49
3.1.2 Análisis DAFO	55
3.2 Afectación ambiental por la actividad camaronícola del ejido Cruz de Piedra	60
3.2.1 Zonas de afectación ambiental	67
3.2.2 Medidas de mitigación, compensación y conservación	77
Conclusiones	92
Anexo	95
Bibliografía	103

Índice de cuadros

Cuadro 1.1 Población de la región Empalme-Guaymas durante los últimos 20 años	39
Cuadro 2.1 Producción histórica de camarón en peso vivo (T) entre el 2004 y 2013	48
Cuadro 2.2 Análisis DAFO del cultivo ejidal de camarón	59
Cuadro 2.3 Indicadores ambientales para el cultivo de camarón en Cruz de Piedra	61
Cuadro 2.4 Unidades ambientales de la región y sus características	73
Cuadro 2.5 Afectación ambiental en la zona costra (Matriz de análisis de conflicto)	76
Cuadro 2.6 Medidas para mitigar y conservar el parque Cruz de Piedra, según unidad ambiental	80
Cuadro 2.7 Densidad y rendimiento de postlarvas de <i>L. vannamei</i>	81
Cuadro 2.8 Porcentaje de sobrevivencia y densidad de <i>L. vannamei</i>	83
Cuadro 2.9 Duración de la siembra y porcentajes de sobrevivencia para distintas densidades	84
Cuadro 2.10 Superficie en Has de los distintos sistemas de cultivo de camarón en el país	85

Índice de figuras

Figura 1.1 Objetivos de la Geografía Ambiental	10
Figura 1.2 Zonas de protección	12
Figura 1.3 Criterios ambientales	14
Figura 1.4 Clasificación de los impactos ambientales y la severidad de riesgo	14
Figura 1.5 Camarón con síndrome viral de la Mancha Blanca	16
Figura 1.6 Afectación por la camaronicultura	20
Figura 1.7 Uso sustentable de la camaronicultura	21
Figura 1.8 Diagrama metodológico	23
Figura 2.1 Mapa de división política y altimetría de la región	31
Figura 2.2 Mapa de climas de la región	34
Figura 2.3 Mapa de precipitación en la región	34
Figura 2.4 Mapa de Hidrografía en la región	35
Figura 2.5 Mapa de la vegetación de la región	36
Figura 2.6 Tortuga siete filos	37
Figura 2.7 Gráfico de la PEA de la región Empalme-Guaymas según actividad económica	38
Figura 2.8 Mapa de tipos de uso del suelo en la región	41
Figura 3.1 Cultivos de camarón en el norte de la región de estudio	45
Figura 3.2 Mapa de descargas de agua por parte del cultivo de camarón en la Región Empalme-Guaymas	46
Figura 3.3 Gráfico de la producción acuícola en la región Empalme-Guaymas (2006-2014)	49

Figura 3.4 Mapa de usos de suelo en el Ejido Cruz de Piedra	50
Figura 3.5 Zacate buffel	52
Figura 3.6 Monstruo de Gila	53
Figura 3.7 Imagen satelital del Parque Acuicola Cruz de Piedra	55
Figura 3.8 Coralillo	63
Figura 3.9 Mapa de descargas de agua en la costa de la región Empalme-Guaymas por actividades relacionadas al camarón	65
Figura 3.10 Cerro Tetakawi	70
Figura 3.11 Mapa de tipos de suelo en la zona costera de la región Empalme-Guaymas	70
Figura 3.12 Mapa de Hidrografia en la zona costera de la región Empalme -Guaymas	71
Figura 3.13 Mapa de sitios marítimos de conservación y uso de suelo en la costa de la región de estudio	72
Figura 3.14 Mapa de Unidades Ambientales en la costa noroeste de la región Empalme-Guaymas	74
Figura 3.15 Mapa de Unidades Ambientales en la costa sureste de la región Empalme-Guaymas	75

Introducción

La acuicultura es el sector de mayor crecimiento de la economía mundial en los últimos años (Martínez, 2009). México por sus características geográfica (en medio de mercados potenciales), posee territorio para un liderazgo mundial en el sector acuícola de camarón, aunque para ello se necesita de apoyo financiero, legal, profesional y técnico. La acuicultura es un área estratégica para crear alimento. Su constante uso de agua hace al recurso hídrico un recurso estratégico. Hoy en día existen modelos de predicción de calidad de agua, sin embargo ninguna ha sido diseñado para la camaronicultura (Carvajal y Sánchez, 2013).

Para la acuicultura mexicana la región noroeste es la más importante, cerca del 65% de la producción nacional proviene de esa zona. En el Estado de Sonora, el impacto económico de la acuicultura ya sobrepasa a la ganadería (Platas *et al.*, 2014). Aunque falta tecnología, investigación y una política bien definida que de promoción a la actividad que considere aspectos que hagan a México autosuficiente en pescados y mariscos; el desarrollo de esta actividad exige una estrategia de investigación y tecnológica en acuicultura para aumentar la productividad y competitividad de las especies, considerando las repercusiones al ambiente.

El presente documento describe las afectaciones en los ambientes de cultivos tomando como caso de estudio el ejido Cruz de Piedra, el cual posee seis unidades ambientales con su compleja interacción. La afectación de la camaronicultura en la región Empalme-Guaymas (no el alto grado de afectación), se centra en el ejido, pues es la unidad mínima para analizar una problemática ambiental, quedando representado por un lado el sector ejidal. Por otra parte, el sector privado se sabe (con los datos que se obtuvieron de segunda mano) que representa la mayor producción de camarón cosechado. Esta valoración ambiental puede ser punto a considerar para las demás afectaciones (alteraciones negativas) de las otras granjas (ejidales, ya que el estudio se centra en ellas), sabiendo que las privadas practican más el uso intensivo de cultivo y poseen relativamente menos hectáreas; además de mayor producción. El estudio se limitó al ejido, pero se consideró las posibles afectaciones en la región de la zona de estudio por parte de la camaronicultura. La actividad acuícola a pesar de ser la industria alimenticia con mayor crecimiento económico, enfrenta problemas como patologías en los camarones (virus de la mancha blanca o bacteria que ocasiona EMS), falta de integración para formar empresas, etc.

Los patógenos que afectan la acuicultura son el principal problema al cual se está enfrentando dicha actividad, estos patógenos son ocasionados generalmente por virus o bacterias, con los años han aparecido nuevos agentes causantes de nuevas enfermedades. El inadecuado trato de los estanques es señalado como la principal causa de su presencia. La desinformación de dichos agentes hace el problema mayor. México posee potencial para un desarrollo sustentable que otorgue una seguridad alimentaria, el problema es que aún no lo logra. A pesar de las condiciones físicas, el aprovechamiento queda limitado por patógenos extremadamente nocivos.

El camarón blanco, es el camarón que más se cultiva en el país, por su buen rendimiento, sin embargo ha sufrido contagios por virus y bacterias que no se conocían antes. En México el manejo de producción acuícola se divide en modalidad ejidal y en modalidad empresarial. Esta última cuenta con tecnología avanzada aunque esta práctica vierte desechos al mar sin tratar antes, ocasionando una afectación al ecosistema costero. Actualmente, la camaronicultura no es una actividad sustentable, para que lo sea debe manejarse tomando en cuenta aspectos ecológicos, económicos-financieros y sociales. Hay muchas herramientas actuales y potenciales para avanzar en la sustentabilidad de esta industria, entre ellas: el ordenamiento costero, prácticas de biorremediación, etc. Se requiere de mejor normatividad, tecnología, financiamiento y manejo de riesgo.

La región del país con mayor producción de camarón en granjas la compone el norte de Sonora y el sur de Sinaloa. Es en la entidad de Sonora, donde se encuentra la Región Empalme-Guaymas, dos municipios que comprenden la misma región por planeación estatal y que tienen una considerable actividad económica relacionada con la industria de camarón, con actividades como el procesamiento, congelamiento y en menor medida el cultivo de la especie. Todas estas actividades que involucran el tema de la tesis, tienen afectaciones al medio ambiente por los vertidos del agua. Dichas afectaciones deben ser consideradas, para optimizar el espacio, la función del medio y las actividades de su sociedad.

La tesis facilitará la búsqueda del tema, la asimilación de las condiciones en las que se encuentran los ecosistemas costeros, su población y la economía local influenciada por las diversas actividades económicas tales como la práctica acuícola de camarón y su procesamiento en industrias maquiladoras. El estudio de la Región Empalme-Guaymas y su actividad camaronícola, facilitará una decisión de las autoridades competentes, a favor de la optimización espacial en beneficio de la población y su relación con el medio.

La actividad de cultivo de camarón en la Región Empalme-Guaymas posee diferentes tipos de manejo, tanto de su impacto ambiental, como la modalidad; entre el sector empresarial y el sector ejidal., el modo semiintensivo es más medido en la relación de la sociedad con el medio, ello se ha hecho notar, ya que las prácticas acuícolas ejidales en la zona no han presentado contagio del virus de la mancha blanca; a diferencia de la industria del sector empresarial, la cual ha sufrido la merma de sus productos por el contagio del virus en condiciones de cultivo intensivas, donde ha habido pérdidas imparciales años atrás.

La tesis queda compuesta por tres capítulos. El primero es la base para entender la complejidad de evaluar una afectación ambiental. En dicho apartado se citan definiciones para entender como es una afectación. En el capítulo dos, el análisis detalla el territorio bajo estudio (Región Empalme-Guaymas). Un análisis de las componentes de la región de estudio, esto para partir de un panorama general a uno más particular, en el capítulo tercero se muestra los efectos, causas e impactos de la actividad en el ejido. En el tercer capítulo, el estudio se concentra en el ejido Cruz de Piedra, localizado en el municipio de Empalme, una zona de gran complejidad, ya que en ella co-existen varios ecosistemas; lo que lo hace importante desde el punto de vista biológico, ecológico y geográfico; el conocimiento de dicha interacción, los impactos por las actividades antrópicas considerados negativos al medio ambiente.

Capítulo 1. Perspectivas cognoscitivas de la Geografía Ambiental en el cultivo de camarón

El estudio de las afectaciones ambientales por una actividad acuícola vista bajo un enfoque desde la Geografía Ambiental, no se encontró para uso de esta investigación, se cree que hay muy pocos trabajos. Por ello es indispensable el primer capítulo, en el que se consideran los conceptos básicos que maneja la Geografía Ambiental y los estudios relacionados a la camaronicultura. El cultivo de seres vivos en aguas continentales, estuarinas o marinas como fuentes de alimentación humana tiene sus orígenes aproximadamente en el siglo V antes de nuestra era; debido al extenso tiempo de la existencia de esta actividad como sustento de la humanidad, para el presente estudio se consideró temporalmente, desde los orígenes de la acuicultura moderna (inicios del siglo XX) hasta la actualidad. El cultivo moderno de camarón posee un acontecer menor a cien años; en México es aún más reciente pues comenzó en Asia, a inicios del siglo XX.

La acuicultura moderna es una actividad con un potencial de crecimiento de los más importantes y el estudio ambiental de esta actividad se ha abordado escasamente con anterioridad. Son insuficientes los estudios que abordan de manera íntegra las afectaciones al medio ambiente por parte de las prácticas acuícolas. Bajo esa lógica, el presente trabajo concentra un análisis de la situación ambiental de la región Empalme-Guaymas; una de las regiones del país con mayor actividad de cultivo acuático, siendo el rubro más destacado de la región de estudio, el procesamiento de camarón para consumo humano. La investigación desde la Geografía Ambiental permite comprender las formas que tiene el manejo de este recurso acuático y el resultado de esas prácticas acuícolas responsables. Para ello, se requiere de términos y conceptos básicos como el desarrollo sostenible, la sustentabilidad, el paisaje, el geosistema, el impacto ambiental, entre otros conceptos.

El desarrollo sustentable es el proceso de mejoramiento equitativo de la calidad de vida de la gente y es fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera tal que no se sobrepase la capacidad del ambiente para recuperarse (Espinoza, 2001). Las prácticas tradicionales y los procesos productivos tradicionales abren un diálogo entre lo ancestral y lo actual. La modernidad ha llevado al hombre a apropiarse del medio de una forma insostenible. Cabe destacar que es necesario una reconstrucción del sentido de nuestra producción (Leff, 2006), y reproducción como sociedad.

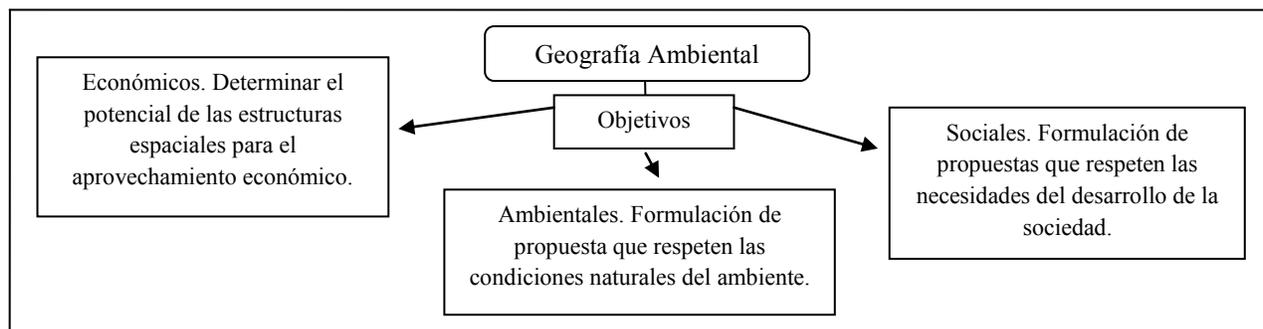
Según Espinoza (*op. cit.*), la definición de desarrollo sostenible más clásica, lo vincula a la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer las futuras generaciones para alcanzar sus requisitos. Una versión más reciente vincula al desarrollo sostenible con un proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas fundado en medidas apropiadas de conservación y protección ambiental. Lo que hace al concepto una posibilidad más real para las futuras generaciones. La base para lograr el ansiado sostenimiento, se logra con la recuperación del medio y con la debida absorción de desechos por parte del ambiente. La importancia del concepto de desarrollo sustentable radica en la noción de aliviar la crisis global, una crisis social más allá de ecológica (Leff, *op. cit.*); no se trata solamente de preocuparnos por nuestro acontecer actual, si no prever un casi imposible porvenir de los demás en un futuro. Para ello se necesita un enfoque sistemático que integre los factores sociales y ecológicos (Reid, 1995 en Challenger, 1998).

La ecología en su relativa recién aparición, ha tratado de usar metodologías cuantitativas para hacer ciencia, y se ha olvidado de manejar saberes que van más allá de la ciencia, como los saberes indígenas. Los términos sustentable y sostenible suelen confundirse, aunque no son lo mismo. El referirse a un desarrollo sustentable conlleva un proceso más cercano a las posibilidades por las condiciones del sistema económico mundial, mientras que el desarrollo sostenido forzosamente es una condición más lejana en tiempo y posibilidad, aunque no imposible y más apropiada para la vida de todos. Se trata de un saber ambiental que debe cambiar las formas de ser en el mundo (Leff, 2006).

1.1 Posiciones teórico-conceptuales en Geografía Ambiental

La Geografía Ambiental como parte de la Geografía, como muestra la (Figura 1.1), contempla tanto las formulaciones de propuestas que respeten las condiciones naturales del ambiente, como las necesidades económicas de la sociedad. Para que haya un equilibrio, es necesario que se considere bajo un mismo orden de prioridad a la sociedad, y su ambiente. La trascendencia de cada una de las propuestas a formular debe ser tan importante tanto como para la población, como para el ecosistema. Actualmente esto no se cumple.

Figura 1.1 Objetivos de la Geografía Ambiental



Fuente: elaborado en base a Arcia, 1994

La Geografía Ambiental toma como objeto al espacio geográfico (social-económico y ambiental), lo que se entiende como el medio con su parte natural y parte humana, por ello el enfoque ambiental tiene que tomar en cuenta, tanto a la Geografía Física como la Geografía Humana, ambas dedicadas a estudiar desde el enfoque de una ciencia social, las relaciones dentro de un determinado espacio de la superficie de la Tierra.

Los nexos directos que conectan las contribuciones científicas y la toma de decisiones destinadas a la sustentabilidad ambiental se han convertido en un reto importante de investigación (Bocco, 2011), aunque un asunto muy cuestionable. El enfoque transdisciplinario de la ciencia del paisaje podrá servir como catalizador asistiendo a los actuales desafíos científicos y proporcionando conocimientos geográficos íntegros, que apoyen la planificación adecuada del uso del suelo (Gutzwiller, 2002 en Bocco, 2011).

La relación con la Tierra lejos de estar bajo un equilibrio, esta inclinada a la obtención económica, ello acarrea privilegios e injusticias, más que obligaciones (Boff, 2001). La crisis ambiental de nuestro tiempo, es una crisis social, una crisis moral de instituciones y aparatos jurídicos de relaciones injustas con una racionalidad instrumental que promueve una falacia de crecimiento económico sostenible sobre la naturaleza limitada de la Tierra (Leff, 2002).

La división creciente entre ricos y pobres (grupos de poder y mayorías desposeídas), sigue siendo el mayor riesgo del ambiente y el mayor reto de la sustentabilidad. La justicia social es condición *sine quanon* del concepto de sustentabilidad. Para una justicia a la naturaleza antes debe existir justicia social. La sustentabilidad no es una utopía, ella se funda en el reconocimiento de los límites y potencialidades de la naturaleza; promueve una alianza de una cultura basada en una economía diferente, dirigida por la ética (valores) y saberes que conserven las formas de habitar la Tierra (Leff, *op. cit.*).

La Geografía, como ciencia que trata la relación del sistema natural y del sistema social en el espacio y en el tiempo, posee capacidades para resolver diferentes aspectos de la problemática ambiental. Los principales aportes de la Geografía en tal dirección, pueden definirse como el estudio de los aspectos espaciales del medio ambiente, su estado, su desarrollo y las posibilidades de optimización sobre la base de la investigación de la estructura y la dinámica del paisaje (Arcia, 1994). En cuanto al paisaje, este se divide en forma y su imagen. Tras la forma hay una estructura, efecto de múltiples unidades acopladas a contenidos logrados por una cultura. En la medida en que el paisaje es un hecho cultural, necesitará una aproximación cultural, valga la redundancia. La comprensión del paisaje es un ejercicio intelectual completo, donde necesariamente se utiliza la sensibilidad. El paisaje es una relación de estética, sentimientos, ciencia y moral (Martínez, 2010).

El paisaje es la expresión formal del espacio y los territorios, refleja la visión de la población sobre su entorno. El paisaje sostiene una identidad y sirve para integrar un lenguaje científico con los aspectos emocionales, permitiendo el reforzamiento entre el saber geográfico y la cultura. El paisaje es una categoría científica, que refleja una subjetividad, sirve como instrumento para analizar las relaciones entre la sociedad y su entorno (Mateo, 2008a). La percepción de la gente, es fundamental en esta aproximación. Las representaciones de su espacio deben reflejar la realidad moral, cultural y socioeconómica de la población (Bocco, 2011). Por ello, parte del estudio se completa con las encuestas y entrevistas realizadas a la población de la zona de estudio (Empalme-Guaymas), donde se tomaron en cuenta las sugerencias para mejorar la calidad de vida de la zona, resolviendo las problemáticas identificadas.

1.1.1 Geosistema

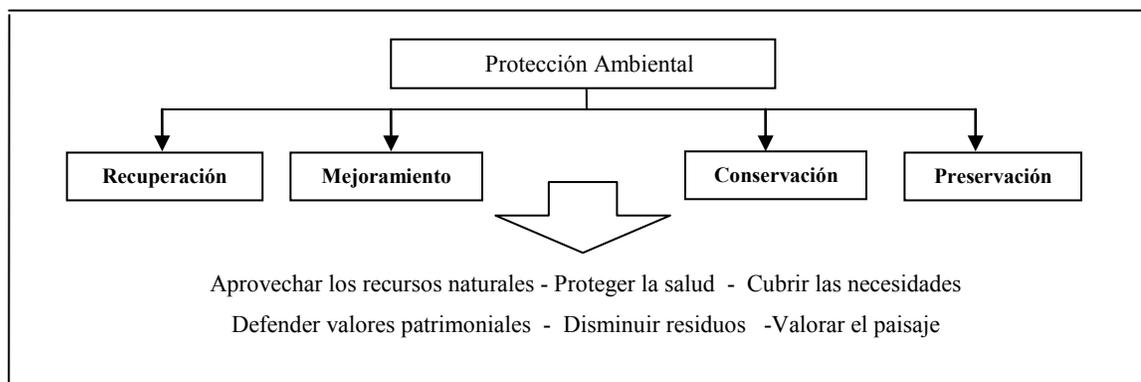
Para un estudio ambiental, es necesario integrar factores físicos (químico-biológicos); y subsistemas culturales (socioeconómicos). El geosistema es resultado de la interacción entre el potencial ecológico y biológico con el accionar humano. Los geosistemas son unidades espaciales que asumen tipos permanentes de ambientes. Los geosistemas son el marco de la ocurrencia de afectaciones al medio ambiente y las premisas espaciales para tomar las medidas de corrección, conservación y protección requeridas (Arcia, *op. cit.*).

El geosistema es una unidad espacio-temporal básica donde se producen los mecanismos de interacción del proceso impacto-cambio-consecuencia dentro del sistema del medio ambiente integrado por los subsistemas naturaleza y sociedad. El geosistema es una unidad dimensionable y diferenciable que corresponde a la escala espacio-temporal de la vida del hombre y constituye la base para los estudios del manejo optimizado del paisaje, lo que permite el mantenimiento de su función y a la vez desarrolla eficientemente las actividades socioeconómicas (Arcia, *op. cit.*).

La Geografía debe basarse en un análisis sistémico (no en la teoría general de sistemas, con fuerte carga cuantitativa), dirigiéndose a interfaces entre la geografía física y humana (Jhonston, 1981 en Propin, 2003). A principios del siglo XX, Von Bertalanffy fundamentó la Teoría General de Sistemas. Él aplicó dicha teoría a la Biología. Posteriormente en 1935, Tansley desarrolló el concepto de ecosistema considerando la relación de los organismos vivos con su entorno. Esta concepción prestaba atención principalmente a los aspectos funcionales, a la circulación de energía, de materia y de información, y las cuestiones de dinámica y evolución. Fue hasta 1963 cuando Sochava lanzó la propuesta de aplicar la teoría general de sistemas a los sistemas geográficos. En realidad la interpretación sistémica del concepto del paisaje, constituye un salto cognoscitivo que respondía a una demanda social. Ya que la primera etapa de los estudios del paisaje fueron basados en la necesidad de una búsqueda de identificación, clasificación y cartografía de las unidades, porque se respondía a la necesidad de disponer de informaciones sobre la organización espacial de la naturaleza base para evaluar los potenciales económicos de los recursos. Más reciente esta necesidad corresponde a una demanda más compleja; la prioridad de valorar los geosistemas capaces de resistir los impactos humanos, en una época marcada por la realización de mega proyectos. Lo que además requiere de identificar unidades ambientales, y evaluar la forma en que los impactos podrían soportarse (Mateo, 2008b).

Toda vez que se identifican las potencialidades y condiciones naturales, y las necesidades de la sociedad, se dividen las zonas en zonas de recuperación o mejoramiento (zonas afectadas), y en zonas de conservación o preservación (zonas con potencialidades), como lo muestra la figura siguiente:

Figura 1.2 Zonas de protección



Fuente: elaborado en base a Espinoza, 2001

Para lograr un equilibrio con el medio ambiente, es necesario realizar una valoración de los recursos naturales mediante el análisis de las aptitudes del medio, para formular medidas de protección de los recursos y asegura la economía local, además de las condiciones adecuadas para la preservación del ambiente.

1.1.2 Optimización espacial

Una de las funciones que le corresponde a la Geografía, es la de analizar la espacialidad de las relaciones que cada sistema (tanto natural, como social y económico) tiene consigo mismo y el resto. Estas relaciones son concebidas en un espacio concreto a través de un análisis espacial acotado a una dimensión temporal definida.

“La optimización espacial presupone la creación de una estructura espacial adecuada de los geosistemas que condicionen en un territorio los geosistemas estables, desde el punto de vista funcional (aquellos que pueden mantener su función productiva o extraproductiva sin degradar sus condiciones naturales de respuesta)... La optimización del medio ambiente (Ruzicka, 1983) significa escoger, al mismo tiempo, el daño menor a la naturaleza donde la actividad económica tenga el menor conflicto con las condiciones naturales...” (Arcia, 1994:234).

Una evaluación geoecológica en categorías de intensidad de carga ecológica, brinda a las autoridades los criterios necesarios para elaborar un proyecto de reordenación territorial cuyo objetivo es la optimización espacial del ambiente. Ello permite decidir prioridades a partir de la identificación de áreas con mayores problemas de sobrecarga ecológica y áreas con más valores ecológicos para su protección (Arcia, *op. cit.*).

“La propuesta de distribución espacial geoecológicamente optimizada de las condiciones medioambientales brinda la información suficiente en cuanto a la prioridad de solución que deben tener los problemas ambientales a resolver, de manera tal que las autoridades de gestión puedan decidir argumentadamente su factibilidad y plazos de ejecución de acuerdo con los recursos disponibles de manera tal que gradualmente y por aproximaciones sucesivas se logre la solución y prevención de las afectaciones ambientales mediante una utilización geoecológicamente optimizada del territorio” (Arcia, 1994:263).

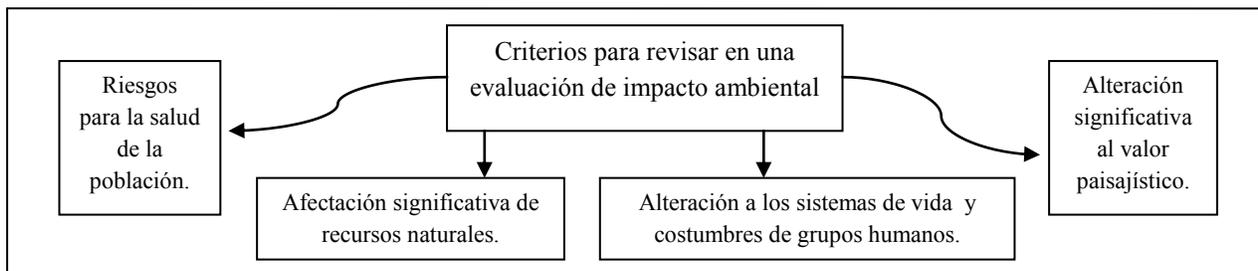
1.1.3 Afectación Ambiental

Cuando se utilizan las palabras impacto ambiental, forzosamente se habla de una alteración significativa al medio ya sea beneficiosa o repercusiva, provocada directa o indirectamente por una actividad biológica o humana en un área específica. Esta alteración es una afectación cuando se perjudica o incluso daña. La evaluación de impacto ambiental es un proceso informado de decisiones concatenadas y participativas, que ayudan a identificar las mejores opciones para llevar a cabo la acción con la repercusión ambiental menor posible. La evaluación de impacto es un sistema de advertencia que opera mediante un análisis continuo destinado a proteger el ambiente contra daños. La contaminación es la concentración de elementos químicos,

físicos, biológicos o energéticos por encima del cual se pone en peligro el desarrollo de la vida, provocando impactos que ponen en riesgo la salud de las personas y la calidad del ambiente (Espinoza, *op.cit.*).

Los estudios de impacto ambiental incluyen una descripción de la actuación propuesta, una descripción del medio afectado con datos técnicos, mapas y diagramas que permitan una valoración del impacto para los órganos encargados de revisar estas problemáticas (Canter, 1998). El impacto ambiental negativo afecta las condiciones naturales, la capacidad de amortización de los procesos degenerativos y niega el desarrollo de la vida. Tal como lo muestra (la figura 1.3), son a veces hasta cuatro criterios ambientales para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental. Estos criterios engloban a la sociedad y su vida.

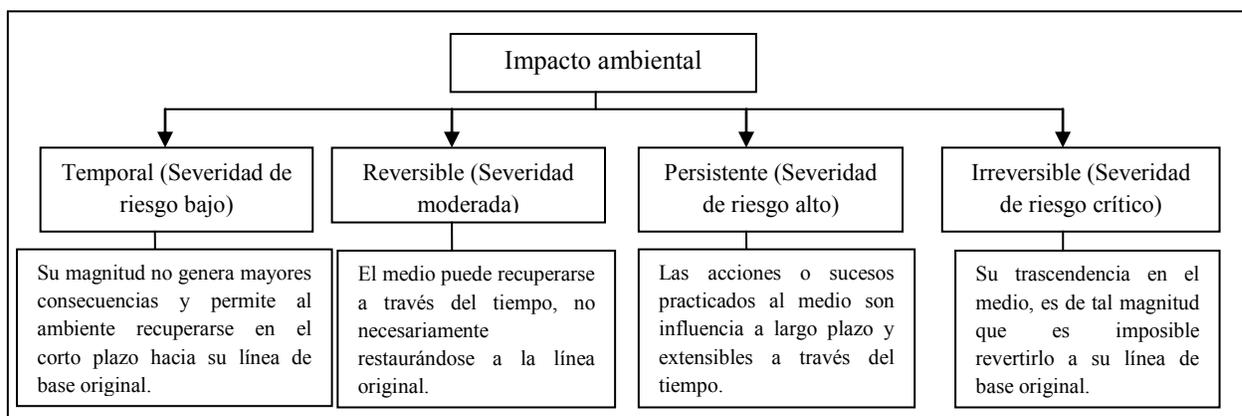
Figura 1.3 Criterios ambientales



Fuente: elaborado en base a Espinoza, 2001

El análisis de impacto ambiental se realiza sobre el medio físico, el medio socioeconómico, el patrimonio histórico y el paisaje. Una vez identificados los impactos significativos, se revisa si ellos pueden ser mitigados con métodos y técnicas para el manejo adecuado de los mismos. Para ello, se necesitan indicadores ambientales, series de variables seleccionadas en una base de datos con un significado sintético, el cual permite cubrir propósitos particulares. Debido a que no existe un conjunto universal de indicadores ambientales, se debe responder a propósitos específicos (Canter, *op. cit.*). Los impactos ambientales, por su efecto en el tiempo, pueden ser catalogados en cuatro grandes grupos, comprendidos en la figura siguiente:

Figura 1.4 Clasificación de los impactos ambientales y la severidad del riesgo



Fuente: elaborado en base a Márquez, 2010 y Quintero, 2012.

El impacto ambiental físico-químico que ocasiona la camaricultura en la región Empalme-Guaymas está ligado a las descargas residuales que se vierten en el mar de California. Estas descargas residuales muestran mayor afectación al ambiente por la falta del tratamiento de aguas recomendado por la normatividad correspondiente, dichos hechos son perpetrados por empresas tanto del modo ejidal, como del modo privado, aunque este último con mayor inclinación a la modalidad de cultivo intensivo. Estos impactos no se tienen en el presente documento, aunque se toma como punto de partida el caso de estudio del ejido Cruz de Piedra. En el caso de una granja camarícola, una vez abandonada la granja es costoso y difícil rehabilitar el suelo para cualquier otro propósito, lo que hace a la actividad, algo muy complejo lograr una sustentabilidad; es por ello importante preservar el medio de la población local (Pillary, 1999).

La presencia de sustancias contaminantes de origen químico y orgánico son un factor limitante en los ecosistemas acuáticos y su exceso causa el rápido crecimiento de algas y plantas acuáticas, contribuyendo a la eutrofización (Montalvo, 1995 en Isla, 2006).

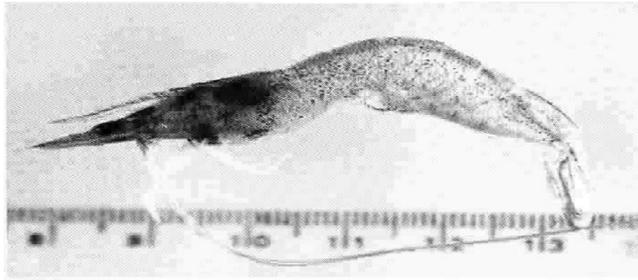
El cultivo de camarón presenta pérdidas económicas asociadas a enfermedades durante el cultivo. La intervención intensiva que generan las prácticas acuícolas, va degradando el medio por la utilización del agua, misma que recibe grandes cantidades de desechos y alimento no consumido por los organismos, dicha materia se sedimenta en el fondo marino y daña al ambiente habitado por los organismos cultivados y por otras especies originarias del sitio. Se considera que un sistema de cultivo (agrícola), tiene una influencia en el medio diez mil veces superior a su superficie (Espinosa, 2012).

Otros impactos desfavorables del desarrollo de la acuicultura sobre el medio es el desequilibrio que causan las granjas cuando son ubicadas en sitios de anidación y alimentación de aves y mamíferos acuáticos. Estos impactos aumentan con las medidas anti predadores tomadas por algunos granjeros para salvaguardar las producciones y la contaminación de las aguas (GESAMP, 1997 en Isla, *op. cit.*).

El uso del espacio con fines agrícolas y/o ganaderos puede obstruir el uso de suelo para actividades acuícolas y viceversa. La degradación de la calidad del agua por efecto de los desechos orgánicos del ganado, el uso de agroquímicos (sustancias químicas utilizadas en los baños garrapaticidas y el aporte de material terrígeno por la deforestación de zonas de manglar y bosque para el desarrollo de pastizales), deterioran los hábitats acuáticos, además de restringir el desarrollo de cultivos acuícolas (Ramírez, 1998).

También están los riesgos de introducción de patógenos y enfermedades por el cultivo de especies exóticas. En Taiwán (1988), China (1993) y Vietnam (1995), la aparición de un virus mortal-infeccioso arruinó la industria de cultivo de camarón, causando pérdidas de centenares de millones de dólares (Isla, 2006). En la (figura 1.5) se ve el exoesqueleto de un camarón, mostrando manchas blancas en el cefalotórax.

Figura 1.5 Camarón con Síndrome viral de la mancha blanca (WSSV):



Fuente: SEMARNAP, 1999.

La política ecológica oficial reconoce que cualquier opinión de desarrollo que garantice elevar y perpetuar a largo plazo la calidad de vida de la población debe partir del análisis regional visto como el ámbito físico espacial en el que confluyen lo social y lo natural, ambos se condicionan mutuamente. Ello requiere de una visión integral. La definición de cada unidad no debe depender de un solo factor, sino de la conjunción dinámica de la totalidad (López-Cervantes, 2002). En el caso de las enfermedades virales y bacterianas que afectan los sistemas de cultivo, algunos afirman que las enfermedades que aparecen en los cultivos de camarón, están ligadas a las prácticas inadecuadas en el uso de productos químicos, incluyendo los antibióticos, la mala calidad del suelo, la excesiva producción, así como el deficiente manejo del medio ambiente (Subasinghe, 2009 en Espinosa *et al.*, 2012).

Acorde a la normatividad ambiental vigente en México, se toma en cuenta para el presente estudio las leyes, normas y reglamentos siguientes:

- Ley de Aguas Nacionales (1992).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (1996).
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (2003).
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (2007).
- Ley de Pesca y Acuicultura del Estado de Sonora (2008).
- NOM-089-ECOL-1994: Proyecto de norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las actividades de cultivo acuícola.
- NOM-XX-ZOO: Establece los parámetros para el alimento balanceado para peces y crustáceos (1995).
- NOM-001-ECOL-1996: Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2000).
- Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de Sonora (2014).
- Reglamento de ecología del ayuntamiento de Guaymas (2011).

En algunos casos el aumento de salinidad en aguas locales y terrenos aledaños a camaroneras y la erosión de los suelos producto de la deforestación, han dañado los abastos de agua y las tierras circundantes deteriorando las producciones de alimentos agrícolas, además de la contaminación en aguas costeras por las granjas camaroneras que han afectado pesquerías de especies de alto valor comercial (Phillips, 1993 en Isla, 2006).

1.2 Características intrínsecas de la camaronicultura

Biológicamente la acuicultura, es el intento del hombre por incrementar la productividad de los recursos acuáticos, mediante la manipulación deliberada de sus procesos fisiológicos de crecimiento, reproducción y mortalidad, haciendo uso de insumos como alimento y mano de obra. Taxonómicamente la acuicultura se puede dividir en cinco ramas: la camaronicultura (cultivo de camarón), el cultivo de almejas, el cultivo de langostinos, la piscicultura (cultivo de peces) y la ostricultura (cultivo de ostras). Además, dentro de la acuicultura dulce-acuícola, estuarina o marina, se encuentra la producción de organismos microscópicos, cuyas técnicas de cultivo no difieren sustancialmente de las demás especies; ya que por lo general sirven de alimento para peces, crustáceos y moluscos en sus estadios larvales. Por tanto, se considera que la producción de organismos microscópicos es una rama de la acuicultura (Aguilera, 1986).

La temperatura se considera el parámetro de mayor influencia sobre la tasa metabólica y por consiguiente sobre la tasa de crecimiento del camarón (Aragón-Noriega *et al.*, 1996). En el medio natural, Edwards (1977) encontró que el camarón crece lentamente en los meses en que la temperatura es de 22°C.

Las densidades de siembra provocan crecimientos y rendimientos diferenciales en el cultivo de camarón; esto es, a mayor densidad, mejores rendimientos y, a menor densidad, mejor crecimiento. Las altas densidades producen valores más altos en la biomasa cosechada. Las densidades menores producen organismos de mayor talla promedio y un menor periodo de cultivo para alcanzar el tiempo óptimo de cosecha. Desde el punto de vista de la biomasa máxima, la densidad de siembra con mejores resultados es la de 40.8 post-larvas por metro cuadrado. El tiempo óptimo de cosecha para las densidades de 8.2, 20.4, 30.6 y 40.8 post-larvas/m² es de 115, 118, 156 y 192 días respectivamente (Manzo, 2000).

1.2.1 Cultivo en estanquerías

El factor determinante principal para la localización de una industria acuícola, es la disponibilidad del recurso hídrico. Con base en su accesibilidad, se elegirá la especie a desarrollar y el sistema operativo más adecuado, ya sea intensivo, semiintensivo o extensivo. El uso de sistemas intensivos en la camaronicultura se ha convertido en una opción para todos los productores que desean optimizar el uso de la tierra produciendo mayores rendimientos de biomasa en una menor superficie de cultivo. Algunos estanques anteriormente tenían un promedio de 10 has., más tarde se redujeron estanques de 5 has., con la finalidad de poder tener un mejor manejo en la calidad del agua de sus estanques e incrementar la producción (Arambula, 2000).

Uno de los retos para todos aquellos productores que deseen implementar la tecnología del sistema intensivo, son las enfermedades que pudieran presentarse a lo largo de un ciclo de cultivo, ya que con el aumento de la biomasa de cultivo se incrementa también la tasa de alimentación y la acumulación de materia orgánica en el suelo, lo que en un momento dado pudiera traer problemas de acumulación de bacterias en fondos, factor de estrés en el camarón, que lo debilita y abre paso a las enfermedades (Arambula, *op. cit.*).

Martín (1998) en un estudio sobre camarón blanco *L. vannamei*, utilizando densidades de 1, 4, 7, 15, 22 y 30 post-larvas/m², obtuvo las siguientes tasas de sobrevivencia: 92%, 94%, 83%, 79%, 42% y 38% respectivamente. En otro estudio, las densidades de siembra por estanque fueron de: 10, 20, 30 y 40 post-larvas/m², dando un total de 5,000 organismos en el primero, 10,000 en el segundo, 15,000 en el tercero y 20,000 en el cuarto estanque. En sistemas semi-intensivos, el camarón blanco *L. vannamei* puede alcanzar una talla comercial de 20g, en un tiempo de 4 a 6 meses, con una densidad de 5 – 7.5 post-larvas/m², y tasa de crecimiento de 0.77 a 1.16 g /semana (Martínez-Córdova, 1992 en Manzo, 2000).

En Sonora, (Martínez, 1995) se experimentó con el cultivo de camarón blanco *L. vannamei*, bajo diferentes recambios de agua. Se encontró que con recambios del 10 al 15%, el crecimiento, la supervivencia y la producción no disminuían. Sin embargo, con recambios del 5% tiende a reducir los tres parámetros anteriores. El mayor peso alcanzado fue de 12.5g, con sobrevivencia de 60% y con 15% de recambio. La mayor sobrevivencia fue de 78% con 12.2g y 10% de recambio de agua (Manzo, *op. cit.*).

Según Manzo (2000), el rendimiento y la sobrevivencia del camarón blanco *L. vannamei* cultivado en estanques (de densidades de 10, 20, 30 y 40 post-larvas/m²) muestran que fueron directamente proporcionales a la densidad de la siembra, mientras que el crecimiento promedio en peso y longitud registró valores inversamente proporcionales. Audelo *et al.*, (1996), indica que la densidad de siembra óptima, en cultivo semi-intensivo de *L. vannamei* para el ciclo otoño-invierno fue de 47.2 post-larvas/m² y de 22 post-larvas/m² para el de primavera-verano (Manzo, 2000).

En las últimas décadas, el manejo de estanqueras de cultivo ha desarrollado una técnica que reubica los organismos en sus múltiples estadios de vida, esto facilita su supervivencia. No obstante, este sistema de transporte ha ocasionado el aumento de la mortalidad por contagio del virus de la mancha blanca, en especies cultivadas especialmente de camarón. Además de las enfermedades virales; las infecciones bacterianas también pueden afectar seriamente los cultivos de camarón, como el caso de algunas bacterias del género vibrio que han sido reportadas como patógenos que pueden causar pérdidas económicas millonarias en granjas de camarón.

Las bacterias tienen la capacidad para infectar los cultivos de camarón y provocar la muerte, en algunos casos de alrededor del 100% de los organismos, veinticuatro horas después de aparecer la infección (Gómez, 1998 en Espinosa, 2012), el desconocimiento de estas enfermedades ha dado como resultado su ineficaz control.

1.2.2 Camaronicultura

La camaronicultura surgió como oportunidad para mejorar los ingresos locales en países subdesarrollados, aunque el mal manejo de esta actividad puede resultar negativo para el sistema natural y para la población que se relaciona con ello. Los diez países que abastecen aproximadamente el 75% del camarón cultivado en orden de importancia son: Tailandia, China, Indonesia, India, Vietnam, Ecuador, México, Brasil, Venezuela y Guyana. (FAO, 2002 en Arcos, 2004). Las descargas de desechos de las granjas, pueden llegar a ser focos de

infección y de impacto a ecosistemas bentónicos y seres que habiten en los mangles. Así como la tala desmedida de ellos, lo que significa perder un paliativo contra el cambio climático, la erosión, etc.

Dentro del desarrollo del cultivo de camarón, el comportamiento y la variabilidad de parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH), son influenciados en gran medida por la estacionalidad de las condiciones meteorológicas y el manejo de estanquería. Durante la fase de engorda de camarón, los valores de temperatura, nitrógeno, fósforo, sólidos suspendidos, sólidos sedimentales y demanda bioquímica de oxígeno en los efluentes, son menores a los límites máximos permisibles por la NOM-001-ECOL-1996. Sin embargo, durante las cosechas, la cantidad de sólidos suspendidos son superiores a los límites permisibles (Hernández, 1990). Actualmente se sabe que la fauna de camarones penaeoidea bentónicos del Pacífico mexicano está conformada por un total de 31 especies (Hendrickx, 1996). Según Márquez (2009), existen ocho principales especies cultivadas en el planeta, dentro de las cuales sólo dos son cultivadas en Latino América: *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco) y *Litopenaus stylirostris* (camarón azul). El resto de las especies son cultivadas mayormente en China, Taiwán, Tailandia y Japón. Misma región que posee la mayor demanda y producción del cultivo de camarón del orbe. Siendo Japón el mercado con mayor demanda, importando 198 mil toneladas cada año (SAGARPA, 2013).

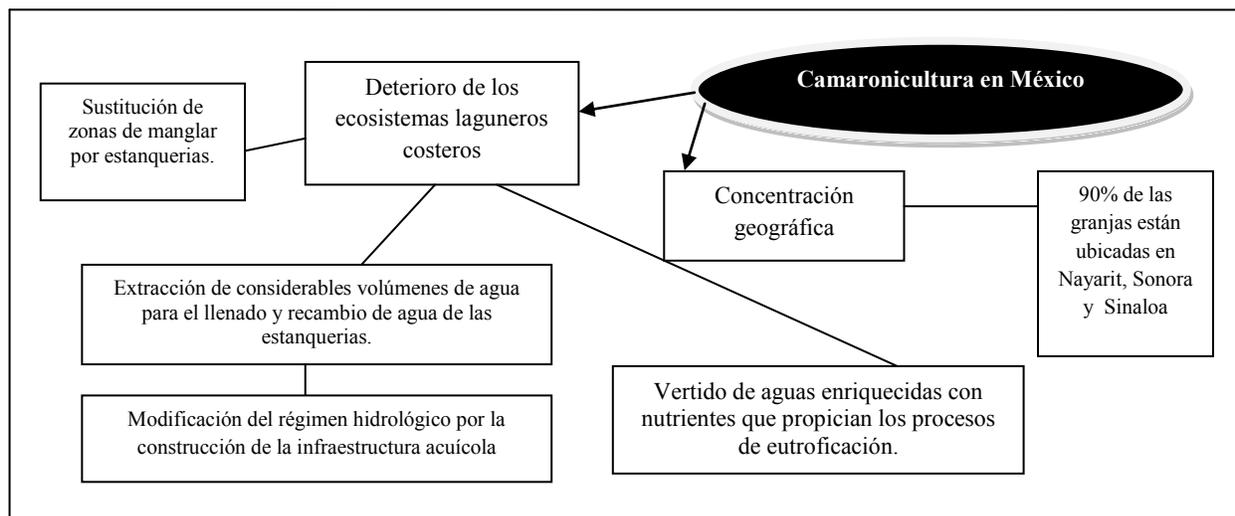
Según SAGARPA (*op. cit.*), las características adecuadas para cultivar camarón son: profundidades de cero a doscientos metros, temperaturas de veinte a treinta y cinco centígrados, pH alrededor de ocho, oxígeno disuelto de entre cinco y nueve mg/litros y una salinidad de entre cinco y treinta y cinco UPS. Los camarones a lo largo de sus estadios de vida, ocupan diferentes ecosistemas. Migran para complementar su ciclo. Los tres tipos de migración son: la de los juveniles (hacia fuera de las áreas de crianza), migración de los adultos (a zonas más profundas) y la migración para el desove. La vida adulta y la fase reproductora transcurren mar adentro sobre la plataforma continental, donde las hembras presentan desoves. Los huevecillos son expulsados al medio marino donde permanecen alrededor de 14 horas y dan origen al primer estadio larval llamado nauplio. Este se alimenta de sus reservas vitelinas y presenta cinco etapas diferentes que ocurren en 40 horas hasta que se convierte en protozoa, estado en el cual se alimentan del plancton (Ramírez, 2002).

Después de tres días, la protozoa se convierte en mysis, después de cuatro días se transforma de mysis a postlarva. Este cambio va acompañado de cambio morfofisiológicos. Los primeros estadios de la postlarva presentan la forma de un camarón en miniatura, pero difiere del adulto por el número de espinas en el rostro, ausencia de caracteres sexuales secundarios y branquias menores. Se les encuentra en el plancton y son la fase de transición entre mysis planctónica y juveniles bentónicos (Rodríguez-Marín, 1982 en Ramírez, 2002). La postlarva ingresa a los estuarios y lagunas costeras a través de un mecanismo en el que interviene la acción de las corrientes, migraciones verticales de la postlarva en la columna de agua, corriente de marea y respuesta a los gradientes de salinidad. Una vez en el interior de lagunas costeras o estuarios cambian de hábitos planctónicos a bentónicos. El camarón permanece en el área estuarina por espacio de dos a cuatro meses antes de emigrar al ambiente marino para incorporarse a la población adulta. Este proceso es muy importante en la pesquería ya que constituye la vía de renovación de las poblaciones adultas y se le conoce como

reclutamiento. A la captura de postlarvas se asocia una serie de problemas complejos, ya que si se hace de una manera indiscriminada, puede afectar seriamente, tanto a las poblaciones naturales de camarón como a las pesquerías tradicionales que se encuentran en mar y en lagunas litorales (Ramírez, *op. cit.*). Además la latencia del riesgo de tomar postlarva contaminada con algún patógeno alojado en el hábitat silvestre.

El fósforo es el nutriente considerado como el factor más crítico y complejo en los ciclos biogeoquímicos. Forma parte de complejos vitales como fosfonucleótidos y de los sistemas energéticos en la célula (ADP, ATP). Al igual que con los peces, el pH en camarones de 4 alcanza el punto de llamada muerte ácida; al tener condiciones con pH de 4 – 6 hay un crecimiento lento; si se mantiene un pH de 6 – 9 se alcanza el crecimiento óptimo; mientras que cuando el pH es de 9 – 11 hay crecimiento lento. Finalmente, cuando el pH es de 11, se alcanza el punto de la muerte alcalina (Boyd, 1989 en Castillo, 2004). La camaronicultura posee aspectos funcionales que deterioran los ecosistemas aledaños, tales como la descarga de aguas residuales, la tala de manglar, la modificación del régimen hidrológico por extracción de agua para estanqueras, y el proceso de eutroficación que puede afectar el propio cultivo. La extinción de animales originarios de la zona es también un problema real. En el caso de México, existe una concentración de esta actividad en la costa occidental del Golfo de California, tal como lo muestra la figura siguiente:

Figura 1.6 Afectación por la camaronicultura en México



Fuente: elaborado en base a Ramírez, 1998

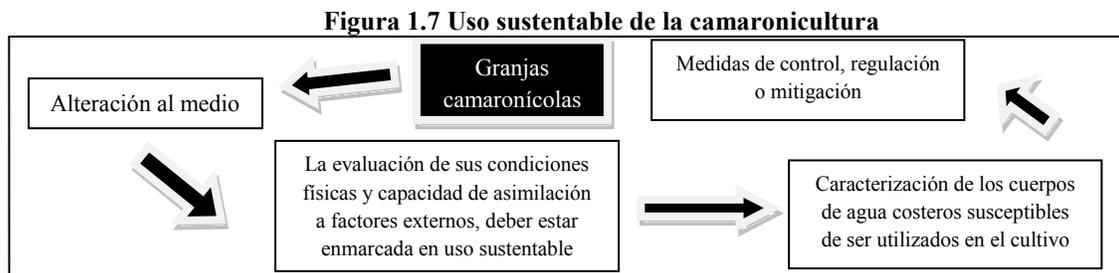
La actividad camaronícola presenta gran aglomeración a lo largo de la costa del Pacífico en el Norte de Sinaloa y sur de Sonora. Esta actividad, ubicada la mayoría en el mar de Cortés, modifica los ciclos naturales de especies que habitan zonas costeras. Las descargas de efluentes afectan a las actividades pesqueras, acuícolas, hidrológicas, ecosistémicas inclusive culturales. En el caso de la camaronera más grande en Cuba, las elevadas concentraciones de amonio y fósforo en las aguas del sistema lagunar, se deben a la continua concentración de sustancias químicas derivadas de los fertilizantes y del alimento no ingerido arrastrada por las aguas residuales de la camaronera que son depositadas en la laguna sin tratamiento previo. Esto junto a la

escasa recirculación, trae consigo el deterioro de la calidad de sus aguas y la proliferación de organismos que en mediano plazo pudieran afectar el equilibrio natural del ecosistema (Isla, 2006).

Scialabba (1998), destaca la importancia de la integración de la agricultura al manejo de la zona costera. Describe las interacciones que se producen entre las actividades agrícolas y otras actividades económicas que se desarrollan en las costas, planteando que la reducción de los volúmenes de agua dulce a la zona costera para el abasto de agua de cultivos, reduce la recirculación, incrementa la salinidad y la erosión en las costas y disminuye el aporte de nutrientes a los sistemas estuarinos y aguas costeras (Isla, 2006). Muchos países de América Latina y Asia Oriental han dedicado al cultivo de camarón, gran importancia en la realización de evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y planes de manejo integrado con el fin de preservar la zona costera y las fuentes de abasto de agua para cultivos (Boyd, 2001 en Isla, 2006).

Parte de los planes de manejo integrado han sido la aplicación de programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades, abordando no sólo los problemas ambientales territoriales, sino también la participación consciente para transformar y revertir esos problemas, vincularlos al desarrollo económico local, a las tradiciones y culturas de los pueblos (Knecht, 1998), además también está la aplicación de sistemas de tratamiento de los residuales (Isla, *op. cit.*). El grado de impacto ambiental ocasionado en la camaricultura está directamente relacionado con el sistema de producción implementado. El impacto ambiental ocasionado por la utilización de compuestos químicos en la camaricultura resulta difícil de predecir; sin embargo, puede ocurrir que los compuestos entren en la cadena trófica con una posible bioacumulación en eslabones superiores o quizá causen daño a largo plazo, por tratarse de un impacto acumulativo (Espinosa, 2012).

Acorde a la (figura 1. 7), para que exista un aprovechamiento económico en la camaricultura, es necesario enmarcarla como una actividad sustentable donde los costos de producción no sea una pérdida económica, ni las condiciones de recuperación del medio; por ello se debe emplear técnicas de fertilización y alimentación ambientalmente y económicamente viables, así como medidas de prevención contra enfermedades ejecutando las medidas de sanidad solicitadas por el órgano regulador, para dar un valor agregado al producto, ofreciendo un producto de mayor calidad.



Fuente: elaborado en base a Silva, 2000

Según el Comité de Sanidad Acuícola de Sonora, la actividad de precosecha y cosecha, son etapas críticas en el cultivo de camarón, ya que de no tomar las medidas de higiene y bioseguridad adecuadas, se puede

convertir en un foco de diseminación de enfermedades para los animales que quedan en el cultivo, y contaminación del producto que se está cosechando. El área más importante en esta actividad es la estación de cosecha o centro de acopio, por lo que es importante que cada parque cuente con un área definida con los requisitos mínimos de higiene y bioseguridad. La implementación de prácticas de bioseguridad reduce costos de operación, minimizando el número y severidad de los brotes de enfermedades, mismos brotes que resultan más costosos que las medidas que prevean grandes pérdidas. (Timmons, 2002).

En los últimos años se han utilizan los GIS, el SPG, las fotos aéreas y las imágenes de satélite para delimitar áreas potenciales para acuicultura en el país (Karthik, 2005 en Martínez, *op. cit.*). La superposición de mapas, consiste en utilizar una base de la zona del proyecto estudiado, y sobreponer diferentes características del suelo, o impactos particulares. La predicción de impactos implica identificar dónde se superponen los aspectos que interesan. Los SIG representan un avance tecnológico en cuanto a las técnicas de superposición (Canter, 1998). El SIG puede emplearse para desarrollar la degradación medioambiental, con análisis estadísticos multivariados (Jhonson, 1988, en Canter, 1998). El presente estudio, pretende mitigar las repercusiones que ocasionan pérdidas económicas en las estanqueras por el contagio masivo de enfermedades virales o causadas por bacterias, así como medidas para compensar y conservar las distintas unidades ambientales.

1.3 Estrategias metodológicas

La camaronicultura es la actividad humana relacionada con el cultivo de camarón además de la industrialización de la misma; así como la comercialización del camarón para su consumo humano. En la Cd. de Guaymas se presenta una mayoritaria actividad maquiladora (de camarón, sardina...) respecto a la comercialización, consumo y cultivo. La pesca de camarón, ha ido perdiendo peso como actividad económica y cultural en el puerto de Guaymas cada vez más en los últimos años. Aunque la actividad industrial en la zona es mayor que el cultivo, el estudio se centra a la acuicultura de camarón; especialmente en el cultivo ejidal de la zona de estudio. Cabe recordar que la acuicultura de camarón es realizada principalmente por empresas privadas, en la modalidad semiintensiva e intensiva. Mientras que el sector ejidal, apenas comienza a abandonar el modo extensivo y pone en práctica el intensivo (desmontando más de 123 Has.).

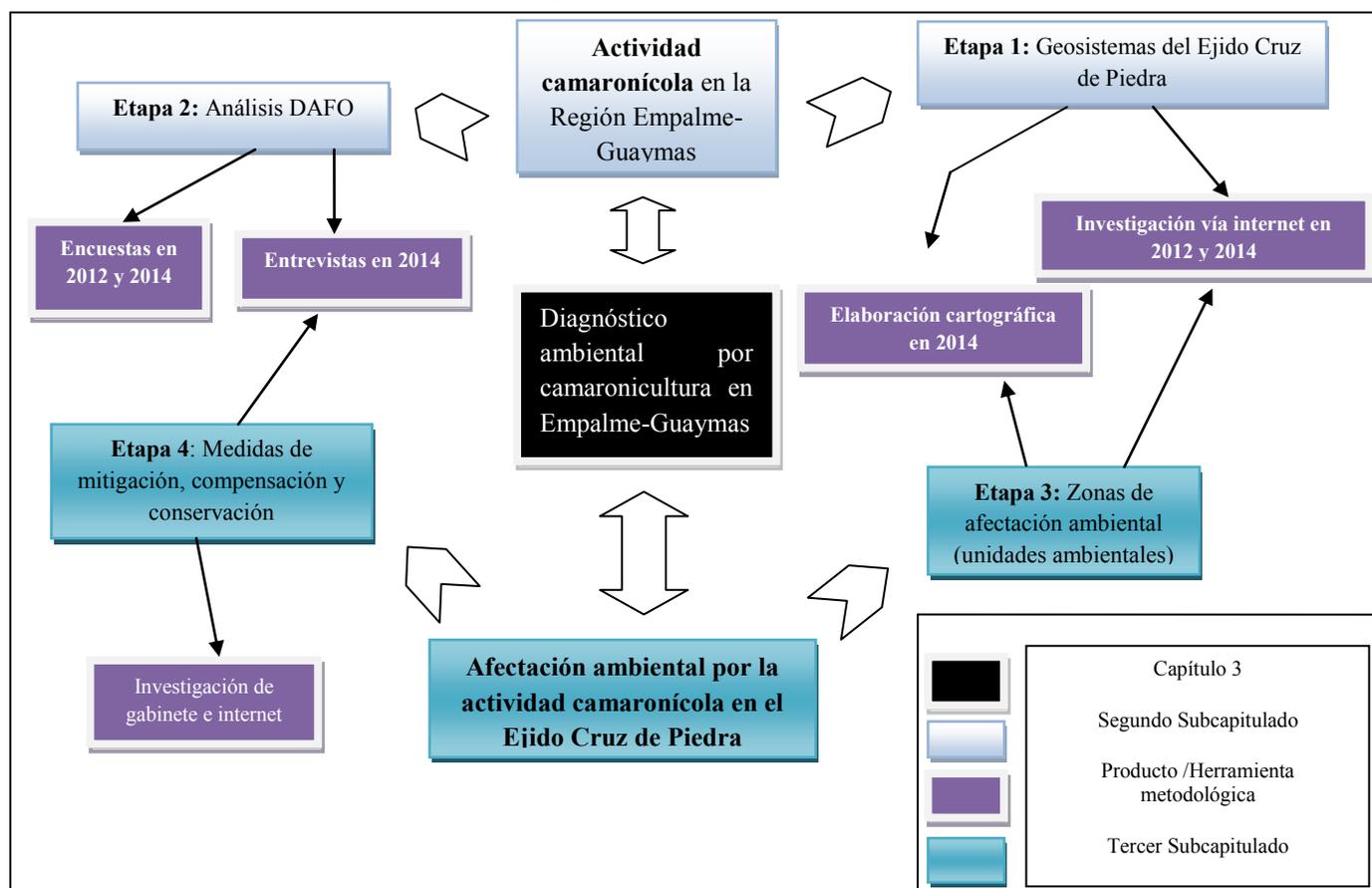
El desafío que supone un desarrollo sostenible para el ambiente consiste en la solución de problemas urbanos; reconociendo que las mismas ciudades son capaces de aportar soluciones (Cappitanachi, 2000). Por ello se planificaron preguntas dirigidas a comprender las alternativas para la solución de problemáticas identificadas en la zona de estudio. Estas medidas de corrección se muestran en la parte final del segundo capitulado.

Las entrevistas se hicieron a actores sociales en la actividad camaronícola de la región de estudio, en Cruz de Piedra y en Guaymas; al igual que la encuesta, las entrevistas se muestran en el anexo del documento. Los resultados de las encuestas y de las entrevistas, se desarrollan con mayor detalle al inicio del subcapítulo 3.1

(Análisis DAFO), además de parte del capítulo dos (el subcapítulo de problemática social). Las encuestas fueron levantadas, inicialmente en 2012, en el puerto de Guaymas y en el Ejido Cruz de Piedra; en Enero del 2014 se encuestó en San Carlos, Empalme (cabecera municipal) y otra vez en el puerto de Guaymas y en Cruz de Piedra, Empalme. Para abordar la contextualización de la zona de estudio, se hicieron 10 preguntas a 189 personas entre 2012 y 2014, y siete entrevistas a principios de 2014. A diferencia del capítulo uno y gran parte del dos, en el capítulo tres, en el subcapítulo de Actividad camaronícola en la región de estudio se hizo observaciones en campo, indagaciones en internet sobre información de impacto ambiental en la zona de estudio, al igual que búsqueda de información en libros y revistas, tal como para el Capítulo 1.

El análisis espacial y la elaboración de cartografía sobre las unidades ambientales de la zona de estudio se basaron en teorías recabadas durante más de dos años. Tal como muestra la (Figura 1.8), para analizar el cultivo ejidal de camarón en el último capitulado se creó cartografía, investigación vía internet sobre evaluaciones de impacto ambiental para cultivos de camarón en otras partes del mundo, búsqueda de información de gabinete en la UNAM (Campus CU, D.F.) y en el ITG (Guaymas, Sonora), además de utilizar encuestas realizadas en la zona de estudio. En los recuadros morados se puede leer las actividades que se realizaron para obtener información de los respectivos subcapitulados.

Figura 1.8 Diagrama metodológico



Fuente: elaboración propia

Capítulo 2. Caracterización territorial de la Región Empalme-Guaymas

El presente estudio está limitado a la región por planeación estatal de Sonora: Empalme-Guaymas. Región que abarca los dos municipios colindantes de Empalme y Guaymas, localizados al sur del Estado de Sonora; al igual que el norte del Estado de Sinaloa, el sur de Sonora representa la zona con mayor ingreso económico por actividad acuícola a nivel nacional, esto debido a las prácticas camaronícolas.

Para introducir este capítulo, se elaboró un breve resumen sobre los acontecimientos importantes en la zona, que tiene relación con el tema de la acuicultura de camarón. En seguida se hace una descripción de la zona de estudio, revisando los factores físicos tales como el relieve, el suelo y la vegetación. Para finalizar con el sistema social, retomando el aspecto demográfico y la situación económica; así como el uso de suelo, para lograr interpretar la problemática ambiental vigente en la zona de estudio.

2.1 Características históricas

La historia de la actividad del cultivo moderno de camarón, a lo largo de la costa del Pacífico en la Región Empalme-Guaymas, se divide en seis etapas históricas identificadas como: los sucesos previos a la acuicultura moderna de camarón (antes de 1930), el surgimiento de la actividad camaronícola moderna en el mundo (de 1930 a 1969), la implementación de la modalidad intensiva en granjas camaronícolas mexicanas (de 1970 a 1980), el auge de la camaronicultura mexicana (de 1981 a 1990), la institucionalización de la camaronicultura (de 1991 a 2000) e incorporación del Comité de Sanidad Acuícola ejidal (desde el 2002). Las etapas históricas se describen a continuación:

I. Sucesos previos a la acuicultura moderna de camarón (antes de 1930)

La pesca en el mundo, tiene antecedentes milenarios. Los habitantes de las costas del Golfo de California, según Carvajal (2011), son excelentes pescadores desde épocas prehispánicas (seris, mayos, etc). El cultivo de especies marinas sólo acontece hace unos siglos, la práctica de cultivo moderno de camarón es más reciente, conocida como camaronicultura.

La actividad camaronícola en el territorio de la Región de estudio no tiene antecedentes previos al cultivo moderno que actualmente prevalece. Aunque los orígenes del aprovechamiento de recursos del mar en el sur de Sonora datan de más de 300 años, cuando los guasimas, provenientes de los seris, obtenían alimento del mar del Golfo de California, no se sabe con certeza que hayan logrado un desarrollo importante en esta actividad, aunque se reconoce el fuerte vínculo que tienen con la naturaleza de las zonas desérticas.

Fue en 1767, cuando algunas tribus de la región se rebelaron en contra de los jesuitas. Esta acción trajo consigo la construcción de refugios militares para emprender la caza de tribus rebeldes, originarias de Sonora, en lo que hoy es la Bahía de Guaymas. Dos años más tarde, el resultado de la construcción de cuarteles fue la

fundación del pueblo de San José de Guaymas (SEMARNAT, 2000). Cabe mencionar que estos pueblos fueron muy asiduos a sus creencias y fueron los únicos en Sonora en no ser conquistados por el cristianismo. Actualmente conservan el fuerte vínculo con el desierto y a pesar de lograr adaptarse a un clima inhóspito para algunos, este pueblo está siendo fuertemente mermado, por el despojo de los que algunas fueron sus sitios, siendo limitados a contadas localidades cercanas a la Isla Tiburón.

A Guaymas se le asigna la categoría de municipio hasta 1825. Por su parte, el territorio que actualmente comprende el municipio de Empalme, era propiedad del partido del municipio de Guaymas desde 1825; hasta que en 1937 se creó el municipio de Empalme con localidades segregadas al municipio de Guaymas (*op. cit.*, 2000).

A mediados del siglo XIX, la intervención norteamericana y sus pretensiones por expandirse dirigió hacia el puerto de Guaymas un ataque del ejército estadounidense, no obstante la expropiación del territorio no llegó ni llega hasta lo que hoy es Sonora. Aunque, actualmente un número considerable de norteamericanos tiene propiedades en los estados fronterizos y además suelen radicar en ellos, un claro ejemplo de ello es San Carlos (Nuevo Guaymas), donde un gran número de propietarios (de propiedades lujosas) no habla español.

II. Inicio de la acuicultura moderna de camarón en el mundo (1930-1969)

El cultivo moderno de camarón inició en 1933, cuando Fujinaga (en Japón) crió camarones con éxito a partir de estadios larvales (Shigueno, 2001 en Isla, 2006). En China y Japón, los laboratorios empezaban a trabajar con un camarón de especie local llamado kuruma (*Panaeus japonicus*) (Márquez, 2009). Dado lo redituable de la actividad, en cuestión de años esta práctica acuícola se extendería por el continente asiático y más tarde por el resto del mundo. Mientras la demanda del producto a nivel mundial y nacional aumentaba, la tasa de crecimiento poblacional del país y del estado de Sonora también crecían junto con las actividades relacionadas al cultivo de especies marinas o de agua dulce, incluidos los crustáceos caracterizados por tener un alto valor en el mercado mundial.

Históricamente los primeros esfuerzos institucionales de la actividad acuícola en México, tienen su antecedente en la década de los treinta, época en la que se impulsó la acuicultura rural y el repoblamiento de embalses (presas), con especies de peces, pero dado la poca resistencia de los animales, esta actividad generó pocos resultados positivos (SEMARNAT, *op. cit.*).

Hacia finales de los años cincuenta la agricultura de subsistema se encontraba en un estado de postración. El viejo modelo agrícola extensivo que había impulsado el gobierno federal y que tantas ganancias había redituado a los agricultores entre 1940 y 1956, se había venido abajo, gran número de población reclamaba tierras para cultivo. Fue entonces cuando el complejo minero-pecuario exportador fue cediendo paso a la consolidación de la actual sociedad agrícola. Más tarde la crisis de los años cincuenta, en los años sesenta, dio lugar a una concentración urbana tan pronunciada en la costa que no es posible encontrar precedentes al respecto en la región de estudio (CONAPO, 1989).

III. Nacimiento del cultivo intensivo de camarón en México (1970-1980)

Luego de la migración de campo-ciudad, vino un incremento de la población del Estado de Sonora y de los municipios, aunado a la aglomeración urbana, en esta década la población de la Región de estudio creció 11%, superando la tasa de crecimiento anual registrada en décadas anteriores (INEGI, 1993).

Hasta 1970 se comenzó a desarrollar el cultivo intensivo de ciclo completo, esto para el camarón azul (*Pannaeus stylirostris*), en la unidad experimental de Puerto Peñasco, Sonora. Estas instalaciones representaban las primeras investigaciones sobre el cultivo de camarón en México, por parte de la Universidad de Sonora, encargada del proyecto. Dos años más tarde, en 1972 un grupo de técnicos del Instituto Nacional de la Pesca en el campamento de Villa Unión, Sinaloa; concebirían el modelo técnico semiintensivo (Álvarez, 2000c).

En 1971 se transformó el Instituto Nacional de la Pesca (INP) para incorporar nuevas áreas de investigación orientadas a la evaluación y manejo de los recursos, reforzando su carácter de consultor del gobierno para el adecuado ordenamiento y planificación del desarrollo pesquero y acuícola de México. El cultivo de camarón en estanques también tiene antecedentes desde 1972, en la laguna de Huizache, Sinaloa, y en 1980, se implementó este sistema en la parte norte del estado de Nayarit (Barrena-Vázquez, 1987 en Manzo, 2000).

México era el principal abastecedor de crustáceo de Estados Unidos de América a partir de 1976, ese año también representa el año del agotamiento de la pesquería de camarón luego de haber llegado al rendimiento máximo sostenible (Rivera, 2009). La explotación pesquera de camarón en aguas del mar, al acrecentar la demanda en el mercado global y disminuir la producción pesquera, fue cediendo paso a la actividad de cultivo de camarón en aguas continentales y cercanas al mar, las cuales representaban altos financiamientos pero con altas expectativas.

IV. Auge de la camaronicultura mexicana (1981-1990)

Tal parece que los años anteriores enseñaron a los gobernantes a ver en la camaronicultura una posibilidad de crecimiento económico y de sustento alimenticio para la población con hambre.

“No fue, sino hasta la década de los ochenta que las políticas gubernamentales se dirigieron a la acuacultura industrial y de alto rendimiento, aunque sus avances se vieron limitados a cuestiones de financiamiento, apoyo técnico y capacitación, debido a la falta de continuidad en la administración pública, que produjo el cambio en las políticas y estrategias internas, disminuyendo la consolidación de proyectos acuícolas” (SEMARNAT, 1999:6).

Tras el problema de reparto agrario y usufructo, el gobierno del Estado de Sonora a través del Programa Agrario Integral de Sonora (PAIS), inicia sus estudios dirigidos a establecer 5,500 hectáreas de estanqueras y así responder a la solicitud de numerosos productores y campesinos (Valdenebro, 2000).

Las actividades turísticas, pesqueras y comerciales que se encontraba en proceso de desarrollo se vieron aminoradas por la crisis de los años 1981 y 1983 (SCT, 1989). Fueron seis años consecutivos desde 1980 que México seguía siendo el principal abastecedor de camarón a Estados Unidos. A partir de 1986, la demanda de producción del crustáceo rebasa las posibilidades de aumentar la producción mexicana y México perdió su posición de privilegio en el mercado norteamericano. En respuesta a ello, las políticas gubernamentales de los años ochentas, priorizan la fomentación de la acuicultura industrial y de cultivo intensivo. En el año de 1987, se crea el Programa Nacional de Cultivo de Camarón, el cual estaba dirigido a aprovechar más de 475, 000 hectáreas de terrenos salinos, con condiciones para establecer la camaronicultura (Rivera, 2009).

En 1985 de la oferta mundial de camarón sólo el 2 % provino de la acuicultura. Para 1995, los volúmenes mundiales ascendieron y la acuicultura contribuyó con el 27%. En el 2002, el 50% de la producción mundial de camarón se derivó de la acuicultura (FAO, 2002). Desde 1988 la producción y la superficie cultivada han crecido sostenidamente en un 14% anual (WSF, 2002), de tal manera que se ha convertido en la actividad económica más rentable y con mayor índice de crecimiento (Arcos, 2004).

La camaronicultura en México ha tenido un desarrollo importante desde finales del decenio de 1980, lo que le ha permitido constituirse como una actividad floreciente, los estados costeros de Sonora y Sinaloa son los principales productores (González, 1999). Según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, la población de la región de estudio en la década de los ochentas tuvo un promedio de crecimiento de 9.18% anual.

V. Institucionalización de la camaronicultura en México (1991- 2000)

Por falta de una adecuada planeación, en 1990 varias camaroneras de Tailandia fueron abandonadas, debido a la baja rentabilidad de la actividad por los costos de producción y la aparición de enfermedades por los daños ambientales en las aguas de abasto y en Ecuador, un año más tarde, aproximadamente el 15% de las camaroneras estaban inservibles, consecuencia de escenarios afines a los mencionados (Scalabba, 1998). China a principios de los noventas, contaba con prácticas de cultivo insostenibles, el deterioro ambiental de las zonas costeras por las descargas residuales no tratados de las camaroneras, condujeron al colapso de la industria del cultivo de camarón en el país (Finger-Stich, 1995 en Isla, 2006).

En 1991 se iniciaron las operaciones de las primeras tres granjas ejidales camaronícolas construidas en el parque acuícola La Anastasia, bajo un esquema del Fondo de Fomento a la Acuicultura del Estado de Sonora (FFAES). Para fines de 1997 ya operaban bajo el mismo esquema 10 grupos ubicados en tres diferentes parques acuícolas (Valdenebro, *op. cit.*).

En la ciudad de Río de Janeiro en 1992, se lograron unir voluntades políticas de la mayoría de los países (FAO, 1995) y la posterior adaptación por algunos de ellos, de perfiles y lineamientos de prácticas de acuicultura sostenible, propuestos por la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la

alimentación (FAO), recogidos en el Código de Conductas para las Pesquerías responsables (CCRF) en 1995 (Isla, 2006).

El virus del Síndrome de la Mancha Blanca, enfermedad altamente contagiosa y mortal en crustáceos y peces, es reportado por vez primera en 1992 en el Noroeste de China. Más tarde este virus aparecería en todo el mundo, lo que ocasionaría pérdidas millonarias en el sector productivo de decenas de países (Álvarez, 2000a).

En el año de 1999 fue detectado en América. Con pérdidas de hasta el 100% de la producción camarónica (Sánchez-Martínez, 2007 en Martínez, Córdova, 2009). En 2001, el WSSV, se presentó en granjas de Sinaloa y Sonora (Lyle-Fritch, 2006 en *ibid.*, 2009).

“Fue en la década de los noventa, que en conjunto con modificaciones jurídicas y con la incorporación de nuevas tecnologías, que la actividad acuícola se fomentó en gran escala, apoyada institucionalmente por el Acuerdo Nacional para la Modernización en la Acuicultura de 1993, el cual surgió por la promoción de una serie de ideas de representantes de los gobiernos, así como productores acuícolas de los estados” (SEMARNAT, 2000:6).

En 1994, la SEMARNAP, implementa el Programa Nacional de Acuicultura Rural, el cual contribuye a mejorar la vida de la población rural mediante la mejora del ingreso familiar. Desde ese mismo año, como medida reguladora y control para esta actividad acuicultural está presente el proyecto de la norma NOM-089-ECOL-1994, que establece límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua receptores, provenientes de las actividades de cultivo acuícola” (Silva., 2000).

El arribo de virus exóticos del camarón es un riesgo para las pesquerías y las granjas camaronícolas del noroeste de México, históricamente se tiene antecedentes, antes de 1994, de los daños que ocasionó en el estado de Sonora en la delta del río Colorado cuando se identificó el virus de Necrosis Hematopoyética e Hipodérmica (IHHNV). En el periodo de 1994-1997 se identificaron más virus, muchos de ellos de origen asiático como el virus del síndrome de la mancha blanca [WSSV] y el virus de la cabeza amarilla [YHV] los cuales fueron hasta más virulentos en los Estados Unidos que los virus nativos de América [IHHNV] y el virus del Síndrome de Taura [TSV] (SEMARNAP, *op. cit.*).

Los problemas de sanidad acuícola están ligados con el modo de operar en las granjas de camarón, la utilización de modos intensivos de cultivo es más propicia para propagar los virus. A este hecho se le debe la utilización de seguros acuícolas. En 1994, la compañía de seguros AGROASEMEX, inicia la operación de seguro acuícola protegiendo una granja de camarón con cobertura para animales con deficiente desarrollo o muerte. Para el año de 1999 esta misma compañía ya protegía a más de 50 granjas en Sinaloa, Nayarit, Tamaulipas y Yucatán (López, 2000).

Los intereses por concebir una acuicultura más rentable se reflejaba en la creación de centros de investigación en el país. Mismos que tenían la necesidad de buscar regular el cultivo controlado de especies de agua. En

diciembre de 1994 el INP crea la Dirección General de Investigación en Acuicultura (DGIA). Un año más tarde se formaría la Red Nacional de Investigadores en Acuicultura (Colín, 2000).

El virus mortal de la mancha blanca se identificó y reportó inicialmente en China, al noroeste de Asia y en Japón; afectando granjas que cultivaban la especie *Penaeus japonicus*. En 1997, Tailandia perdió 600 millones de dólares por la infección de este virus en la especie de camarón *Penaeus mondon* (Espinosa, 2012). Toda vez que la demanda de camarón no cesara, en la década de los noventas, la oferta mundial de camarón y el consumo interno incrementa 157% y 208% respectivamente (Salas, 2007).

VI. Incorporación del Comité de Sanidad Acuícola (2002-hasta la fecha)

Desde hace más de diez años la producción mexicana de camarón cultivado ha aumentado (con excepción de los años afectados por las pérdidas a causa del contagio nocivo de virus de la mancha blanca), lo que indica que es un mercado global estable y en crecimiento del que se pueden obtener grandes beneficios. Hoy en día el cultivo de camarón en México se realiza principalmente con las especies de camarón blanco del Pacífico. El sistema operativo más usual no es el extensivo, ni el intensivo, si no el semiintensivo, el cual no corre el riesgo de eutrofizar y además permite dar rentabilidad a la actividad (Álvarez, 2000b). En el caso de la acuicultura más rentable (de modalidad intensiva), es de mayor competencia internacional, pero con mayor afectación ambiental. Mientras que la acuicultura sustentable es de consumo interno.

El Comité de Sanidad Acuícola del Estado Sonora, (COSAES) se creó en julio del 2002, su participación en el Estado ha sido en acciones de supervisión y vigilancia en el cumplimiento de la normatividad sanitaria estatal y federal de la calidad de los alimentos de origen acuícola que se producen, así como en acciones de capacitación y divulgación todo esto al amparo del marco legal que le da sustento como organismo auxiliar, que se encuentra en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable, así como en la Ley de Pesca y Acuicultura de Estado de Sonora, ha resultado de suma importancia para la organización y crecimiento que ha mostrado la actividad acuícola en los últimos años (Freaner, 2010).

Un factor determinante que puede frenar el desarrollo de la camaronicultura son las enfermedades contagiosas. Tal es el caso del virus de “la mancha blanca”, mismo que ha repercutido en granjas del Estado de Sonora con pérdidas hasta del 100% en estanqueras por contagio del virus, en los últimos cinco años. Aún más reciente es la aparición de una bacteria que desarrolla una enfermedad conocida como síndrome de mortalidad temprana del camarón o síndrome de necrosis hepatopancreática aguda. Según la FAO, en los últimos dos años la mortandad masiva por la bacteria, en las explotaciones acuícolas de países de Asia, ha afectado a un millón de personas que dependen de la actividad para su sustento.

Desde el inicio del problema de la mancha blanca el COSAES, CONAFAB, el CIAD, la ANPLAC, la Asociación de Acuicultores Privados del Estado de Sonora, Panorama Acuícola Magazine y FIRA han participado en la coordinación y copatrocinio de encuentros entre expertos, productores e inversionistas,

realizando talleres en los que se difunden y se discuten las tendencias mundiales en prevención y manejo de epizootias y se difunden nuevas tecnologías para mitigar los efectos de la EMB.

La demanda en el mercado tanto internacional como nacional, se debe al crecimiento de la población a nivel mundial y además está ligado al declive de las pesquerías de especies comerciales, esto aunado al aumento de crecimientos productivos de la acuicultura, aunque con mayores afectaciones económicas por problemas con enfermedades patológicas en sus últimos años.

El camarón es el producto pesquero más importante por su valor en los mercados extranjeros ya que se destina alrededor del 60% de la producción a la exportación, por lo que es el tercer producto con mayores exportaciones que realiza el país (INP, 2011).

Sinaloa perdió \$5,059, 956,000 de pesos de 2003 a 2009 (CESASIN, 2010). Sonora perdió por causa del mismo patógeno un total de \$1, 800, 000,000 de pesos de 2004 a 2010 (COSEAES, 2010 en Chávez, 2011). Baja California Sur perdió durante el único brote de WSSV que se presentó en 2008, \$1, 500,000 pesos (CESABCS, *op. cit.*). La suma de los datos anteriores da un total de \$6, 860, 000,000 pesos (Chávez, *op. cit.*).

A pesar de los esfuerzos realizados por recuperar el puesto de principal exportador de camarón a E.U.A., el 1 de marzo de 2010, el departamento de Estado de los EUA informó al gobierno mexicano, que no otorgaría la certificación prevista en la sección 609 de la Ley 101-162 de ese país, por considerar que durante la captura del camarón las embarcaciones de altura mexicanas no cumplían de manera eficaz con la protección de las tortugas marinas. Más tarde, se implementó un programa de capacitación a la flota camaronera nacional, sobre los aspectos de la construcción y operación de los DET (dispositivo excluidor de tortugas marinas) conforme a lineamientos de la NOM-061-PESC-2006, para el sector pesquero de camarón de altamar.

En los últimos años, la industria camaronícola ha experimentado un rápido crecimiento en más de 55 países. El camarón es el producto acuícola de mayor importancia comercial a nivel internacional, según FAO (2010) en (Espinosa *et al.*, 2012). En mayo del 2013, debido a lo acontecido tras el brote de la bacteria del Síndrome de Mortalidad Temprana EMS o síndrome de la Necrosis Aguda del Hepatopáncreas AHPNS, en México se prohibió la importación de crustáceos procedentes de China, Malasia, Tailandia y Vietnam.

Las medidas de control de sanidad en las actividades acuícolas dentro de la Región de estudio, han sido infringidas constantemente por las empresas privadas. En su contraparte, el resultado en los cultivos ejidales, ha sido favorable ante la situación de la presencia de las pandemias, con excepción del año 2013 donde se adquirió el contagio en el Parque Acuícola Cruz de Piedra a causa de la cepa de una bacteria que se encuentra habitualmente en las aguas costeras salobres de todo el mundo, *Vibrio parahaemolyticus*.

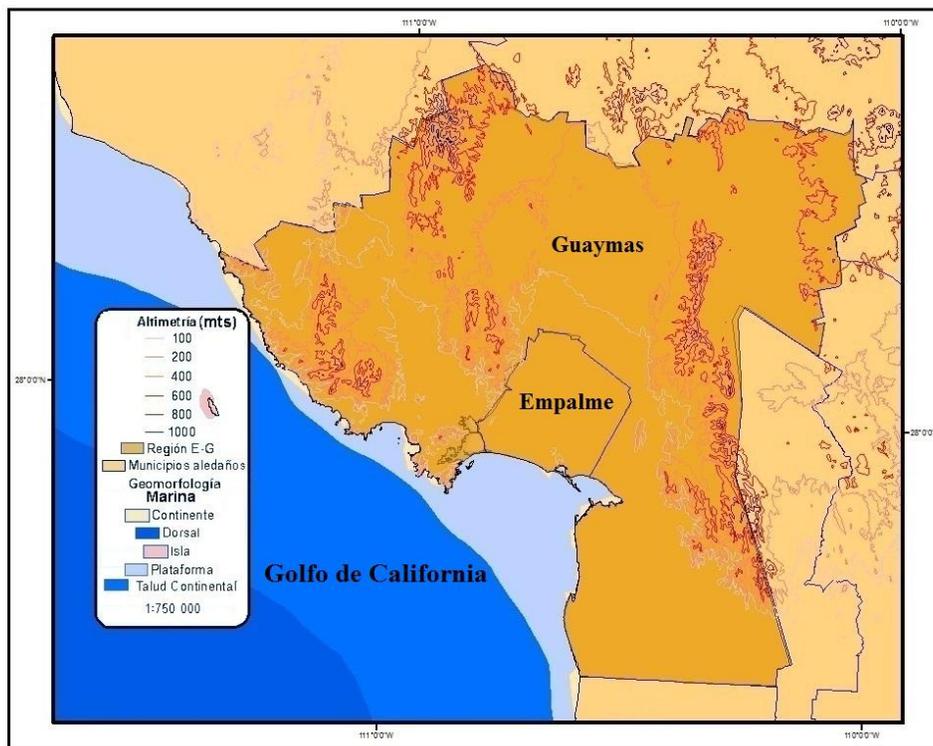
Según SAGARPA (2014), la producción de camarón en granjas acuícolas para 2011, entre los estados de Nayarit, Sinaloa y Sonora fue casi de 100, 000 toneladas; dos años más tarde para el 2013, la producción no

rebasó las 40, 000 toneladas, ocasionando una disminución respecto al 2011, cercana al 70%, esto por el contagio del Vibrio.

2.2 Localización

El municipio de Guaymas se encuentra al sur-oeste del estado de Sonora, entre las coordenadas 27° 56' N y 110 52' W. Guaymas, posee una territorio de aproximados 12, 200 km² lo que representa más del 6% del total del territorio estatal. Colinda al norte con el municipio de la Colorada, al este con los municipios de Suaqui Grande, Cajeme y Bacum. Al noroeste limita con el municipio de Hermosillo, al sur con Empalme y al sur-oeste con el Golfo de California, como lo muestra la figura siguiente:

Figura 2.1 Mapa de división política y altimetría de la región



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

El Golfo de California alberga cerca del 40% de las especies de mamíferos marinos, y un 33% del total de especies de cetáceos. La Región Costera Nerítica Guaimense aloja cuatro fuentes importantes de carbono orgánico. La complejidad de las fuentes de carbono presentes en la Cuenca de Guaymas, requieren examinar la distribución, la concentración y la alteración de la materia orgánica sedimentaria por los procesos hidrotermales (SEMARNAT, 2009).

2.3 Rasgos físicos

Para conocer la relación entre el sistema natural y el social, se revisan los aspectos que influyen en el desarrollo de la actividad bajo estudio, como el clima, el suelo y el agua. El municipio de Empalme forma un enclave dentro del municipio de Guaymas. Ambos municipios tienen conformado la mayoría de su territorio en las sierras y llanuras sonorenses. La llanura costera del Pacífico abarca una parte del sureste del municipio guaimense. Sólo una parte al noreste del municipio de Guaymas se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental en la subprovincia de sierras y valles del norte (INEGI, 2010).

Tanto Puerto Peñasco, Bahía de Kino y Guaymas, parcialmente se abastecen de agua dulce al extraer agua fósil subterránea, la cual se acumuló a través de miles de años. Esto debido a las pocas lluvias de la región, donde el promedio de lluvia anual para Puerto Peñasco y Guaymas es de 60.3 mm y 232.2 mm, respectivamente. A pesar de lo extremadamente importante de este recurso, los yacimientos de agua dulce se han sobreexplotado con un abatimiento de 45 metros de profundidad, propiciándose la salinización de los mismos por la intrusión de agua de mar a estos espacios en el subsuelo (Carvajal, 2011).

Las bahías y lagunas costeras son áreas de crianza para un gran número de especies. También proveen de protección amortiguando los embates de huracanes. Los ostiones, almejas y ostras son organismos filtradores del agua marina, mejorando su calidad. Si bien desde Puerto Peñasco a Guaymas todavía se registra la captura de una buena diversidad de almejas (arrocera, pata de mula, etc.), es de llamar la atención que los ostiones de arrecife, que se encontraban en grandes cantidades a lo largo de la región, sobre todo en la bahía de Guaymas, ya desaparecieron de forma generalizada. Los esteros y brazos costeros son refugio de especies en sus primeros estadios larvales (*Ibid.*).

La Bahía de Guaymas fue un lugar privilegiado por la diversidad de recursos pesqueros disponibles y por su profundidad y resguardo para un puerto de altura. Sin embargo, su contaminación con aguas negras urbanas, de embarcaciones y de la industria pesquera, con los terrenos ganados al mar y la pérdida del manglar, ha sufrido un gran deterioro que se está tratando de revertir. El famoso ostión de la bahía desapareció y un 20% de la pesca del área se sigue realizando en su interior, donde se capturan camarón, lisa, mojarra, corvina plateada y almeja arrocera.

El Estero El Soldado, es un monumento natural de más de 340 ha, localizado en N 27° 57' y W 110° 58', a pesar de sus reducidas dimensiones alberga una alta diversidad biológica que le ha valido el título de único entre los esteros del Mar de Cortés. Es representativo de humedal costero casi natural y del océano Pacífico mexicano dentro de la región biogeográfica Neotropical, considerado el más saludable y floreciente de su distribución en los extremos norte del Golfo de California. Posee aguas estuarinas, laguna costera de agua salobre y humedales arbolados. En él migran aves como el ganso de ollar, la garza ceniza, el halcón peregrino, la gaviota patas amarillas y hay una especie de anfibio endémica del lugar.

El estero 'El Soldado' está a 20 km al noroeste de la ciudad de Guaymas. A menos de 10 km al este de la bahía de San Carlos. Es decir, se encuentra situado entre las localidades urbanas del municipio de Guaymas. Es un área natural protegida y potencialmente es un atractivo turístico y educacional. Existe una gran diversidad de moluscos. Al ser un humedal es un sitio de reposo para abrigar y alimentar a aves. La actividad acuacultura llevada en 'El Soldado' por la Sociedad Cooperativa de Producción Ostrícola lleva cultivando ostión a nivel comercial desde 1980.

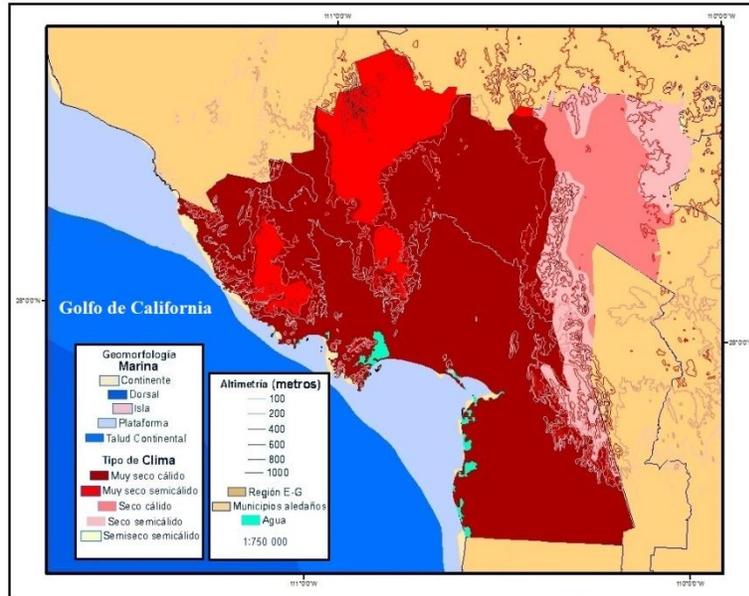
2.3.1 Relieve y Clima

Dada la cercanía con la dorsal en el Golfo de California, las formaciones del terreno resultan ser un atractivo turístico para quien se dirige a la zona costera y logra apreciar las distintas formas del relieve. Solamente el municipio de Empalme no cuenta con elevaciones mayores a los 100 metros. En contraste, al noroeste del municipio de Guaymas, la altura del relieve rebasa los 1000 metros. Tanto Empalme como Guaymas presentan mayoritariamente en su superficie territorial, formas del relieve relacionadas con bajada con lomerío, seguidas de gran extensión de sierra escarpada compleja, en su mayoría localizada al norte del municipio de Guaymas (INEGI, 2010).

El origen de las rocas de la región, es en su mayoría procedente del Cuaternario, seguido del Neógeno y del Terciario. En menor proporción, existen rocas del Cretácico y del Paleógeno. En cuanto a la geología estructural de la zona, el territorio esta abarcado principalmente por conglomerados, rocas ígneas extrusiva ácidas, básicas e intermedias. También se localizan en menor proporción, rocas ígneas intrusivas ácidas, roca caliza y arenisca. El municipio de Guaymas dentro de sus límites posee una llanura deltaica, una llanura costera con ciénaga y una llanura deltaica salina cercanas al límite municipal sur. Además, el municipio de Guaymas posee al sureste una meseta basáltica, al límite municipal noreste una sierra escarpada con lomerío y pequeñas extensiones de llanura aluvial y sierra baja en la misma zona. Por último, al oeste del municipio de Guaymas se cuenta con una zona de llanura aluvial salina (*Ibid.*).

La temperatura es el factor físico más importante sobre el desarrollo de cualquier especie, en el caso de camarón la temperatura incide directamente sobre su organismo acelerando o retrasando eventos fisiológicos de crecimiento, maduración y desove (Villarreal, 1993 en Ruíz, 2006). En la región Empalme-Guaymas, la temperatura media anual es de 23°C, únicamente en los límites municipales de Guaymas al norte, este y oeste se aprecian temperaturas medias anuales que oscilan entre los 20°C y 22°C. El clima con mayor predominancia en la región, como se observa en la (figura 2.2), es el clima muy seco cálido, esto hace tanto a la zona costera del municipio de Guaymas como la zona costera del municipio de Empalme, sitios idóneos para la generación del cultivo moderno de camarón.

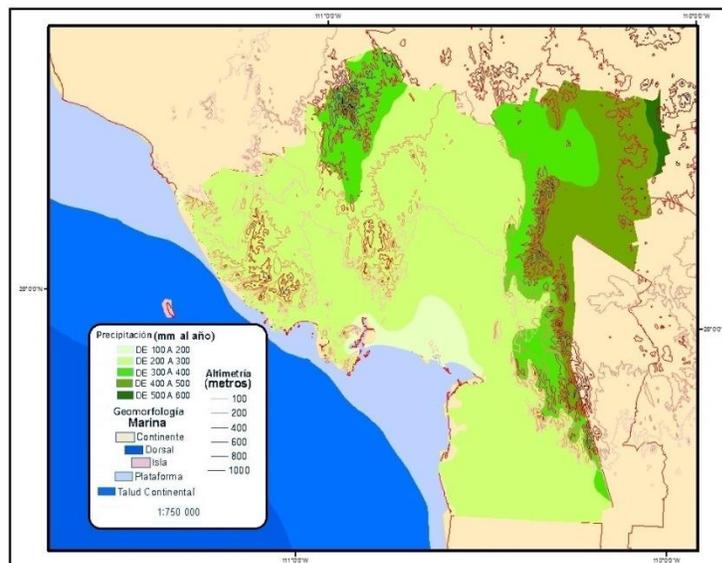
Figura 2.2 Mapa de climas de la región



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

La precipitación media anual para la zona denota mayores lluvias al noreste del municipio de Guaymas, justo la parte de clima seco semicálido, donde la parte oriental presenta más de 500 mm al año. En contraste, la zona costera del municipio de Empalme (donde existen las granjas camaronícolas ejidales del presente estudio) y gran parte de Empalme, registra entre 100 y 200 mm al año como se aprecia en la figura siguiente:

Figura 2.3 Mapa de precipitación en la región



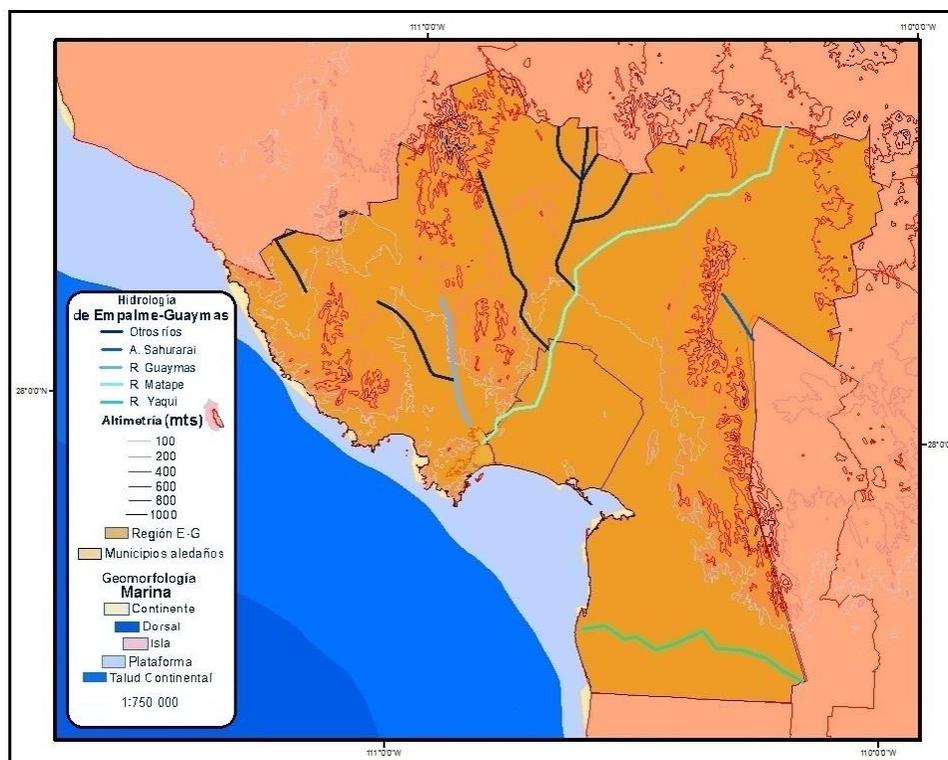
Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

2.3.2 Suelo y Agua

La zona costera de la región de estudio, además de poseer clima idóneo, escasas precipitaciones anuales, temperaturas apropiadas y una evapotranspiración que beneficia la actividad camaronícola, tiene las condiciones necesarias para dotar al suelo de una estructura de estanqueras de granjas acuícolas. La construcción de estanqueras para el cultivo de camarón debe prever contar con terrenos arenosos y porosos además un sistema eficiente de llenado y vaciado de agua, es decir trabajar bajo la condición de impermeabilidad (Aguilera, *op. cit.*).

Los tipos de suelo con mayor extensión territorial en la región, son el Litosol y Vertisol crómico, mayoritariamente en Guaymas, el Regosol, distribuido solamente en Guaymas, y el Solonchak que se encuentra mayormente en Empalme. Los municipios de la Región Empalme-Guaymas están influenciados principalmente por los ríos Matape (en el centro), Guaymas (al oeste) y el Yaqui (al sureste), este último con extensiones de su cuenca en los estados de Arizona y Nuevo México. La cuenca del Río Matape, en específico el acuífero en la parte sur, se encuentra sobreexplotada al igual que otras casi ochenta zonas en la República Mexicana. El río Matape cuenta con la incorporación de otros ríos en lo que es el centro-norte del municipio de Guaymas, como se ve en el mapa siguiente:

Figura 2.4 Mapa de Hidrografía en la región

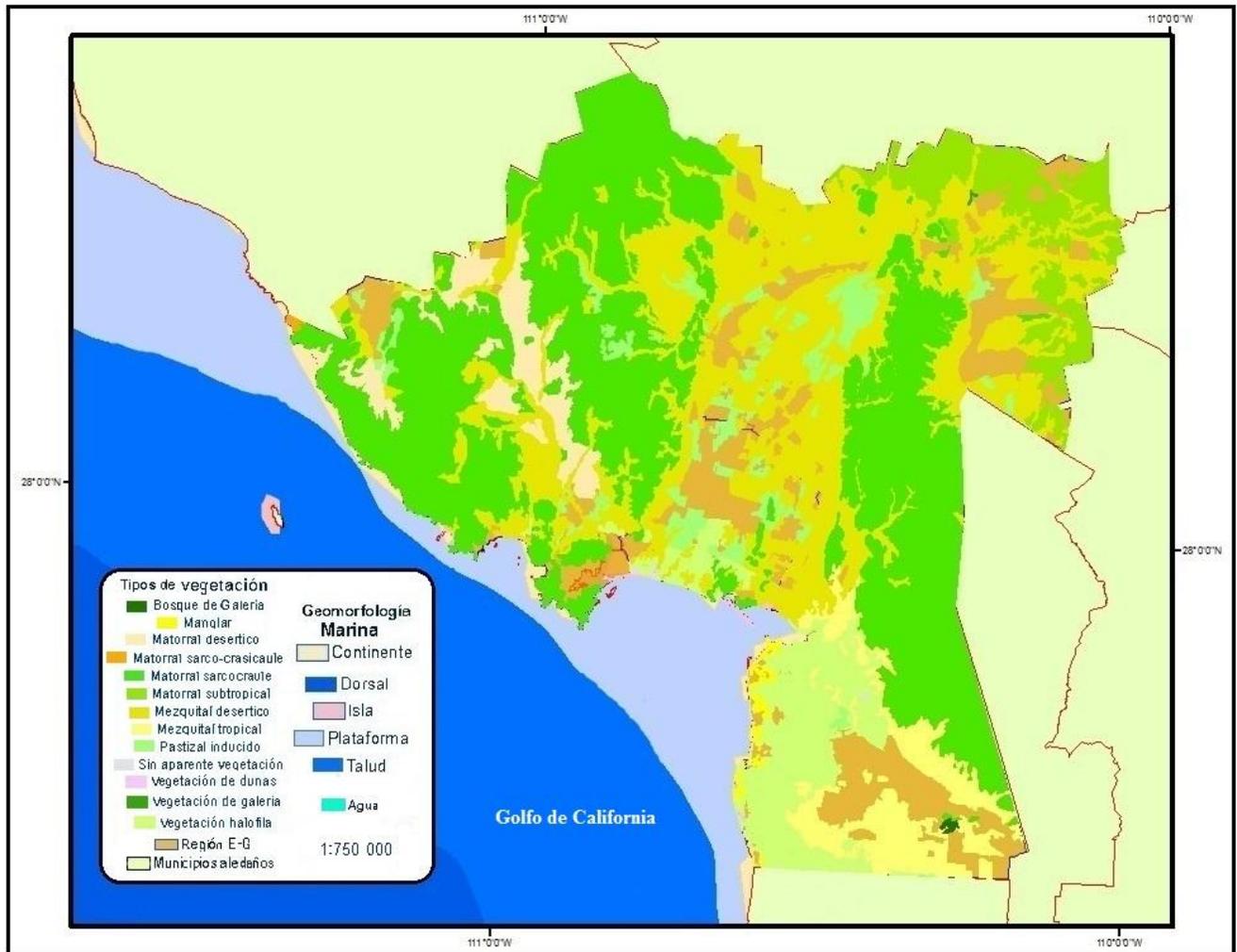


Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

2.3.3 Uso de suelo, fauna y vegetación

La región de estudio presenta flora y fauna de clima cálido, la vegetación con mayor predominio, véase (figura 2.5), es el matorral sarcocraule, seguido de mezquital desértico. A esta vegetación le corresponde como principal actor de dispersión en la zona, el accionar del viento junto con insectos y aves (incluyendo murciélagos). Existen porciones considerables de mezquital tropical y matorral sarco-crasicaule. Además hay presencia de matorral desértico, matorral subtropical, pastizal inducido, vegetación de galería, vegetación de dunas costeras, manglar (importante paliativo contra la contaminación) y vegetación halófila. En cuanto a la fauna, la caracterizan especies como el sapo toro, la coralillo, la caguama, el venado de cola blanca, el borrego cimarrón, el puma, el linco, el jabalí, el tecolote cornudo, el tlalcoyote entre otros.

Figura 2.5 Mapa de la vegetación de la región



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

En la zona de estudio existe una Reserva Especial de la Biosfera: El Cajón del Diablo; misma que comparte el municipio de Guaymas con el municipio de Hermosillo. Esta reserva es de 147, 000 Ha y cuenta con asentamientos humanos tales como San Carlos (Nuevo Guaymas). A la llegada de los españoles, esta región se encontraba ocupada por grupos tales como pimas, mayos, pápagos y seris. El Cajón del Diablo alberga gran riqueza y diversidad de especies endémicas, algunas en peligro de extinción, por lo que es de gran atractivo científico. El clima predominante es muy seco cálido con lluvias en verano. Según INEGI, el 60% del área es matorral sarcocraule.

En la región de la Reserva de la Biosfera ‘Cajón del Diablo’ existe una de las pocas colonias de anidación en México de la golondrina marina menor *Sterna antillarum* (Tordesillas, 1993). También se encuentran especies amenazadas como los paños, la alcita californiana, el águila real, el halcón peregrino, la golondrina marina y la gaviota ploma. Dentro de la taxa notable tenemos al murciélago *Myotis leibii*, el venado bura y el monstruo de Gila. Entre las especies bajo protección especial tenemos al lobo marino, a la tortuga caguama, a la tortuga blanca, a la tortuga laúd y a la golfina. Las especies de fauna que en el municipio de Guaymas se han extinto por el crecimiento urbano y las actividades industriales son: la tortuga siete filos (ver figura 2.6), la tortuga carey, el robalo, la almeja Catarina, la cucaracha de mar (zapatera), el meco, la vaquita marina, el ostión de arrecife, el tiburón blanco, el calamar chico y la almeja pierna de mujer. Las especies vedadas son: la caguama, el pez dorado, la jaiba (aunque se ha pedido que se abra), la totoaba y el pepino de mar. Las especies de mar más disponibles son la chihuili, el caracol, el agua mala, el ostión de mangle y el chano (DGOEIA, 2004).

Figura 2.6 Tortuga siete filos



Fuente: <http://enzahara.wordpress.com/2009/05/07/en-la-playa-aparecio-una-tortuga/>

La actividad camaronícola ha reducido el número de especies, ya que para dicha actividad es necesario un amplio espacio y el uso constante de agua potabilizada que muchas veces proviene del hábitat de numerosas especies. Las especies disminuidas y de consumo en la región, son el camarón, el pez sierra, vela, marlín, el calamar gigante, la manta, la langosta, la lisa, el caballito de mar, la sardina Monterrey, la

cabrilla, el pepino, la sardina, el pargo, el callo, la merluza, el jurel, los tiburones, la almeja arrocera, el lenguado, etcétera (DGOEIA, *op.cit.*).

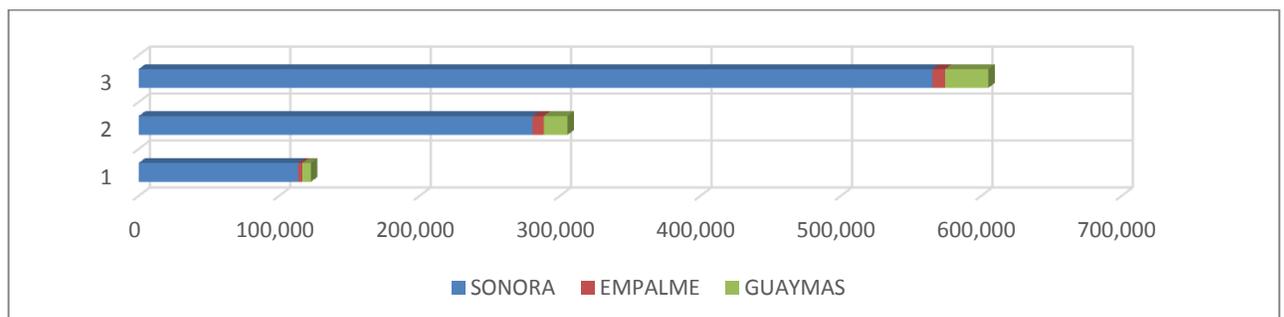
Sonora, con su desierto de cactáceas gigantes y su productivo mar, con un color azul que contrasta con el rojizo de sus suelos y cerros, es un patrimonio natural que genera desarrollo económico, por ser un atractivo para los turistas que buscan lugares únicos. Sin embargo, está siendo obstruido por residencias, bardas de concreto, hoteles o edificios de condominios que acaparan las playas y el paisaje, a la vez que propician la erosión del sitio por estar demasiado cerca del mar (Carvajal, 2011).

Según INEGI (2012), los espacios dedicados a la actividad agrícola en 2011 fueron: para chile verde 500 Ha en Guaymas, y 200 Ha en Empalme. Aún mayor fue el área para la calabacita con 1,249 Ha en Empalme y 432 Ha en Guaymas. En Empalme se cosechó 1,372 Ha de sandía. En cuanto al melón de riego, casi el 30% de las tierras de producción a nivel estatal están localizadas en Empalme, mientras que Guaymas representa 17% de dichas hectáreas. El jitomate de riego se cosechó a lo largo de 391 Ha en Empalme y 110 Ha en Guaymas. Igualmente para 2011, la alfalfa verde de riego se cosecho en 1,272 Ha en el municipio de Guaymas. En resumidas cuentas, la superficie es mayor en Guaymas, aunque Empalme siembra y cosecha en gran proporción con todo y su reducido territorio.

2.4 Composición de la población

El número de habitantes en el municipio de Guaymas es de 149, 299 personas, respecto al municipio de Empalme, es un municipio con casi 3 veces mayor población, en conjunto los dos municipios albergan una población de 200, 000 habitantes aproximadamente. La Población Económicamente Activa del municipio de Guaymas es de 107,024 (11.1% de la PEA estatal), mientras que la PEA del municipio de Empalme es de 38,195 (3.9% estatal), en total, la población económicamente activa de la región es cercana a 150, 000 personas.

Figura 2.7 Gráfico de la PEA de la región Empalme-Guaymas según actividad económica (primaria, secundaria o terciaria)



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2009

Tal como lo muestra la (Figura 2.7), una de las grandes diferencias entre los dos municipios de la zona de estudio es la distribución de su respectivo porcentaje por sector económico de ocupación de la PEA. El municipio de Guaymas, posee no más de 6,200 personas en el sector primario mientras que Empalme ocupa 2,877 personas; en el sector de transporte, comercio y servicios hay más de 30,000 personas en Guaymas y menos de 9,000 en el municipio de Empalme. Guaymas al igual que la mayoría del Estado de Sonora, tiene concentrada su población económicamente activa en el sector terciario, mientras que Empalme es un municipio con predominancia ocupacional en el sector secundario o industrial (INEGI, 2009).

En la región Empalme-Guaymas el salario mínimo es de \$55.84. En un contexto estatal, se considera la región en la clasificación de municipios con ingresos económicos medios-altos, por debajo de municipios de alto ingreso como Hermosillo o San Luis Río Colorado (INEGI, *op. cit.*).

2.4.1 Demografía y actividades económicas

La población del Estado de Sonora ha crecido paulatinamente en los últimos diez años, aunque con tasas de crecimiento cada vez más reducidas. Para 2006, la tasa de crecimiento fue de 1%; mientras que para el 2011 fue de 0.8%. El total de la población del Estado de Sonora es de 2,553,919 para 2011 (INEGI, 2012). En el (cuadro 1.1) se muestra el aseo del número de población a nivel estatal acompañado de los dos municipios de la región de estudio. Con excepción del periodo de 1995 a 2000 en Guaymas, hubo un crecimiento poblacional con su máxima expresión en el periodo de 2005 a 2010, seguido del periodo de 1990 a 1995. A esto, hay que considerar la migración a EU, que es relativamente baja.

Cuadro 1.1 Población de la región E-G durante los últimos veinte años

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Sonora	1,823,606	2,085,536	2,216,969	2,394,861	2,662,480
Empalme	46,017	48,607	49,987	50,663	54,131
Guaymas	129,092	134,625	130,329	134,153	149,299

Fuentes: elaborado en base a INEGI, 1993,1997, 2002, 2006 y 2011.

El índice de urbanización en Empalme es alto, mientras que en Guaymas es medio bajo. La preeminencia ocupacional por sector económico es del sector secundario para el municipio de Empalme y del sector terciario para el municipio de Guaymas. El PIB per cápita para Empalme es de \$15,791.9 y para Guaymas es de \$18,758.3, lo que nos dice que la actividad del sector terciario tiene más peso en el PIB que los demás sectores económicos (*Ibid.*).

Según INEGI (2011), el 23% de la población del Estado de Sonora vive en un hogar con cuatro integrantes, el 19% en un hogar con tres integrantes y sólo el 10% vive sólo. En el municipio de Empalme, al igual que el promedio estatal, la mayoría de la población reside en un hogar con cuatro integrantes. De igual forma el vivir sólo, es la opción menos común, esto debido al poder adquisitivo de la mayoría, el

cual no permite alcanzar a pagar una propiedad por lo que vivir en grupo es una opción viable. En el caso de Guaymas, pasa algo un tanto distinto, ya que la mayoría de los hogares de la población (9, 989 hogares), están conformadas por seis integrantes. Siendo los hogares de cuatro integrantes, la segunda opción más común en Guaymas. También en dicho municipio, el vivir sólo es el tipo de hogar que menos predomina (INEGI, 2011).

Actualmente, la camaronicultura del Golfo de California produce 70% del valor de la producción nacional; siendo Sonora y Sinaloa, los que estados con mayor aportación de dicha actividad (SEMARNAT, *op. cit.*). La camaronicultura por sus considerables extensiones a lo largo de la Región debería representar un desarrollo económico y social para la población costera, no obstante las ganancias no se demarcan en los ingresos de la población local.

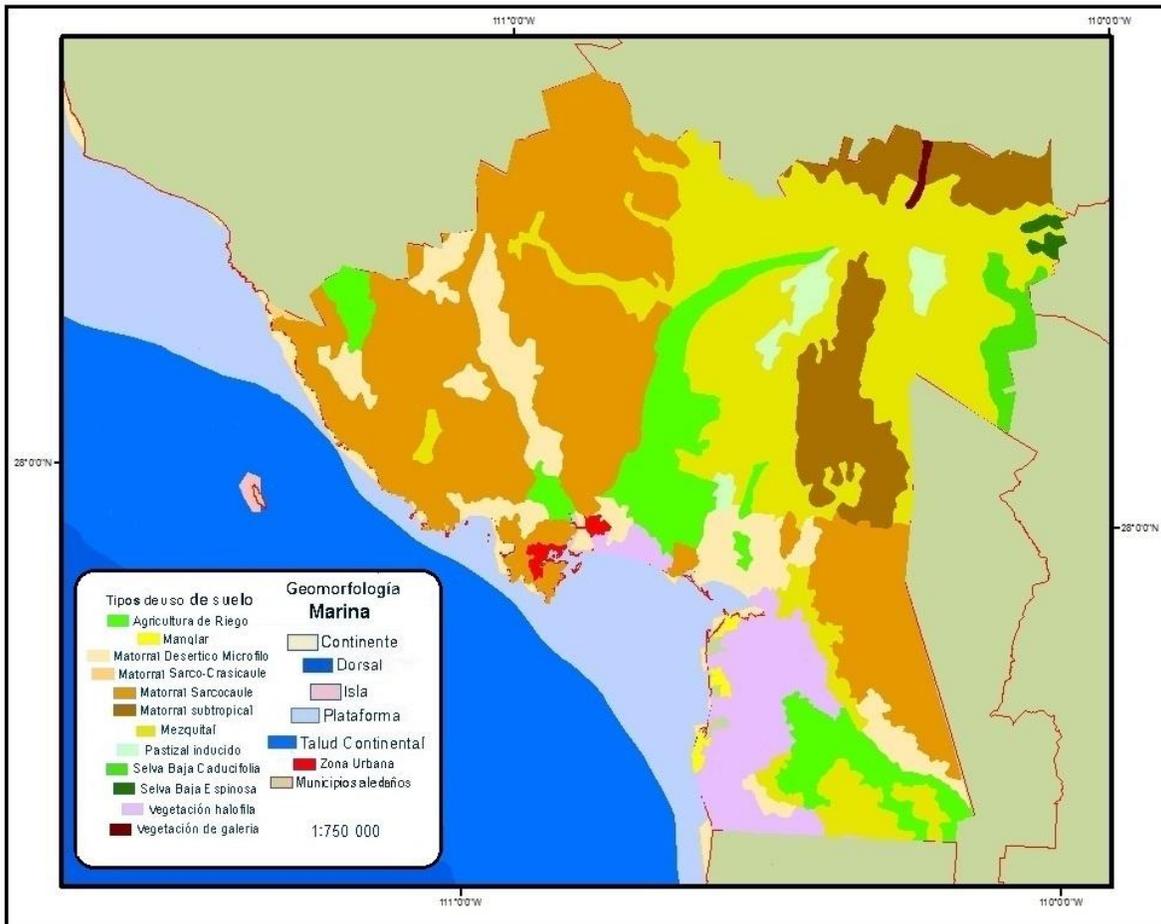
Según cifras de SEMARNAT (2000), el presupuesto nacional para la pesca y acuicultura, ha aumentado año con año, originando un promedio en 10 años de 90% de aumento presupuestal. Por ello, no se traduce en un aumento de la producción nacional de pesca y acuicultura, actividades cuyo crecimiento no ha rebasado el 10% anual. Una explicación a esto puede ser la falsa declaración de producción, lo que lo hace ver más baja, esto para no declarar los impuestos, hecho realizado por las grandes pesquerías e industrias de la acuicultura. Según el anuario del 2012, la población dedicada a la actividad pesquera, en Sonora (44, 531 personas), están en su mayoría en la captura (43.8%); 26% en la Industria, 19.5% en el comercio y transporte y sólo 10% en el sector acuícola. (INEGI, 2012).

Aunque la industria maquiladora de camarón ha crecido desde hace varios años con un promedio anual alto respecto a otras industrias, existe un pobre desarrollo de las actividades económicas, en general, en la zona de estudio. El capital fijo ha disminuido la demanda del trabajo y alterado negativamente el precio del trabajo, el salario. Si el capital permanece estacionario, la industria no sólo permanecerá sin crecimiento, si no que declinará, y el obrero será la primera víctima más no la única (Marx, 1848).

En las encuestas realizadas en 2012 y 2014; cuando se pregunto a la gente que actividad económica era la de mayor peso en la región, la mayoría señalo a la pesca y la acuicultura, pese a que esta actividad esta en el tercer sitio; siendo la industria manufacturera y el comercio más importantes económicamente.

Según datos del INEGI (2009), la actividad que genera mayor cantidad de dinero dentro de los municipios de la región de estudio, es la industria manufacturera, cuya sede se encuentra en la ciudad portuaria de Guaymas, misma que ha dejado de ser una ciudad dedicada a la pesca, para especializarse en empaclar y procesar material pescado o cultivado en zonas aledañas o de procedencia lejana. Como se revisó anteriormente en los productos cosechados y como puede apreciar dentro de la (Figura 2.8), la actividad agrícola a pesar de no tener gran peso en la economía local, es una actividad con gran extensión territorial, mayor incluso que la camaronícola.

Figura 2.8 Mapa de tipos de uso del suelo en la región



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

Según SAGARPA (2009) el camarón es un recurso pesquero mundialmente importante debido al valor que alcanza en el mercado internacional, con una demanda que aumenta y con una explotación en sus límites máximos en todas las etapas de la pesquería. Sin embargo, las enfermedades que han atacado a los cultivos suelen ser cada vez más mortales para la producción de camarón, a veces con pérdidas parciales. En cuanto a la ganadería, la porcina es importante en la zona, ya que representa la de mayores números a nivel estatal y en este caso también la de mayor número en los municipios de la región E-G; Guaymas posee 61,450 y Empalme 8,312 porcinos. En número la ganadería de ovino en Empalme, es la que más se asemeja a la de Guaymas con 1, 474 y 1, 502 cabezas de respectivamente. En la cría de bovino y caprino, la diferencia de un municipio respecto a otro es notoria; Guaymas posee más de 7,000 cabras y Empalme sólo 1,045, Empalme tiene más de 7,000 cabezas de ganado y Guaymas 52,349 (apenas 3.8% respecto al estatal).

El cultivo de abeja en Guaymas representa el 6.2% del total estatal, y el de Empalme apenas el 0.3%. La ganadería caballar en Guaymas representa el 2.6% a nivel estado y en Empalme sólo el 0.44% con 224

ejemplares. La ganadería de ave de corral es la de mayor diferencia en número entre ambos municipios con 429, 762 aves en Guaymas y sólo 2, 369 en Empalme (INEGI, 2012). La actividad comercial en el puerto de Guaymas es significativo aunque no lo hace un puerto de altura (como los de Japón o EU) ya que para ello le hace falta mayor infraestructura portuaria, misma que le serviría para acrecentar el flujo de mercancías, el comercio, incluso turismo, el cual ha ido perdiendo peso debido al deterioro de las actividades locales tales como la pesca y la acuicultura, además de la degradación urbana.

2.4.2 Problemática Social

En este apartado se abordan los problemas estructurales (sistémicos) de la región, así como la problemática que se puede percibir tal como la contaminación, la inseguridad y el desempleo. Desde un punto de vista urbanístico, según Michaud (2002), se considera la planificación urbanística como decisivo en la seguridad objetiva y la subjetiva, ya que los factores que influyen en la sensación de inseguridad en el entorno urbano tienen que ver tanto con la falta de civismo —barrios deteriorados, destrucción de instalaciones urbanas, conductas agresivas y ruidosas, presencia de individuos percibidos como amenazadores— como con determinados elementos del entorno urbano —oscuridad (falta de iluminación), lugares desiertos, callejuelas, basura en la calle, etc. (Ortiz, 2007).

El empobrecimiento de las comunidades costeras de Sinaloa y Sonora, son en parte, por los bajos ingresos de los pescadores debido a la drástica disminución de los recursos pesqueros del área, por contaminación de las aguas costeras receptoras de residuales camaroneros, industriales y domésticos (Cruz, 2000 en Isla, 2006). El alcoholismo, la drogadicción, la prostitución, entre otras cosas, son problemas involucradas a un contexto social que permean en los que viven bajo esas circunstancias.

En cuanto a las descargas de aguas residuales vertidas en cuerpos de agua en Sonora para 2010, la actividad pecuaria fue la que mayores permisos de descargas tuvo concesionada, en total 311 de los 879 permisos. No obstante, la actividad acuícola es el uso de agua que mayor volumen de aguas residuales; vierte 3,992 millones de metros cúbicos, de 5,321 millones de metros cúbicos de un total dentro de actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, industriales y domésticas. En su mayor parte, las plantas de tratamiento de agua en operación son del sector privado y a su vez del sector secundario, siendo 240 plantas de tratamiento de 340 las que están en el sector industrial. Navojoa y Hermosillo son los municipios con mayor número de plantas, 64 y 58 respectivamente. Guaymas posee 16 (4 Públicas y 12 Privadas) y Empalme sólo 3 (1 Pública y 2 Privadas) (INEGI, 2012).

Las licencias expedidas a establecimientos para control ambiental son en su mayoría, a nivel estatal, para el sector económico de la manufactura, siendo esta actividad, en el municipio de Guaymas, la única con licencia vigente expedida en 2010 (INEGI, 2011). Las denuncias recibidas en materia ambiental, según (INEGI, 2012) a nivel federal para 2011 arrojaron a la Flora (27%) y a la Fauna silvestre (12%), junto con el suelo (14%), como las materias reguladas con mayor denuncia. Aunque las denuncias en materia de atmósfera fueron las que más se presentaron a nivel estatal y municipal; en total se presentaron 162 de las cuales sólo el 11%

fueron en materia de agua. En cuanto al municipio de Guaymas, las denuncias representan el 11.8% de las del Estado, siendo la fauna silvestre (con ocho denuncias), la materia regulada más denunciada. En el municipio de Empalme las denuncias se redujeron a una (INEGI, *op. cit.*). Si bien Guaymas es una ciudad tranquila, ha dejado de ser atractiva por la inseguridad y el desarrollo de un ambiente hostil en un paisaje que muestra contaminación en las calles, en las zonas verdes de alrededor y en el mar, debido al estilo de vida que ha hecho entrar en decadencia a la zona.

La inseguridad atiende el funcionamiento de la renta diferencial (Sánchez, 2003), en el caso de la zona de estudio no es la excepción. La violencia subjetiva es la más visible (suicidios, asesinatos, contaminación, etc.); mientras que la violencia objetiva es inerte a el estado de las cosas ‘normales’, la violencia sistémica o estructural. Sólo gracias a la ‘cultura’ ‘moderna’ occidental capitalista y patriarcal con acentuación a la libertad individual se mantiene una dependencia por encima de la solidaridad colectiva (Zizek, 2009). El capitalismo no es sólo una forma de economía, si no es también un conjunto de formas sociales de vivir reguladas en función del mercado y no de la sociedad. Pareciera que los derechos legitiman un orden social opresivo y desigual (Corrigan & Sayer, 2007), lo que hace a la reproducción social nocivo a su medio.

Conforme a los indicadores de pobreza para 2010, el Estado de Sonora pose 9.6% de pobreza alimentaria, no menos que Empalme y Guaymas con 10.8% y 10.4% respectivamente (INEGI, 2011). Según la sociología, tratar el bienestar social, se incluyen seis categorías: distribución real del ingreso, vida, salud y seguridad, oportunidades de educación, cultura y esparcimiento, y otros servicios comunitarios (Canter, 1998).

En el caso de la distribución real de ingreso, la gente del municipio de Empalme, en promedio, tiene menor poder adquisitivo que la de Guaymas; igualmente en cuanto salud y seguridad, según la perspectiva en campo, Guaymas es un municipio con mejor posición que Empalme en dichos rubros. Las oportunidades académicas son pocas en Empalme, mientras que en Guaymas se cuenta con tres instituciones de educación superior.

En cuanto a la cultura y el esparcimiento, las áreas escénicas, objetos de arte, museos y sitios históricos son escasos en ambos municipios. Cabe destacar el abandono de museos en la ciudad de Empalme, lo que deja en evidencia la falta de políticas públicas para fomentar una mayor oportunidad cultural a la gente de la zona de estudio. Mi perspectiva de la desigualdad en la zona de estudio concluyó que existe una gran brecha entre ricos y pobres en la zona. Además de la poca participación de la gente encuestada en toma de decisiones para resolver las problemáticas de la zona. El caso de suicidios sigue en aumento en la región, causado por las condiciones de pobreza que sitúan a la población en esa situación. Según las encuestas realizadas en Diciembre del 2012, el principal problema identificado en la región de estudio fue el desempleo, problema que está ligado al abandono de la propia actividad pesquera y acuícola en la capital del municipio de Guaymas. La población que utiliza transportes para pescar ha disminuido mientras que el aumento de personal en maquilas ubicadas en el puerto va acompañado de una tendencia de décadas anteriores a la industrialización.

Un año más tarde, se volvieron a realizar encuestas en Enero del 2014 y se identificó a la inseguridad como el principal problema para la población, apenas por arriba del desempleo ligado al auge del narcotráfico que ha tenido en los últimos años el país. La mayoría de la población encuestada, no identificó a la contaminación, como un factor problemático en la región, aunque una minoría destacaba las condiciones de abandono, suciedad y vandalismo en las que se encuentra la ciudad. En el caso de pérdidas de humedales, las causas principales son los agroquímicos, el crecimiento descontrolado de ciudades, el desarrollo turístico-inmobiliario y las granjas de camarón. En cuanto a las soluciones a los principales problemas identificados (inseguridad, desempleo y contaminación), que propusieron los encuestados, se consideran como principales soluciones: mayores fuentes de empleo, mayor trabajo del gobierno, acabar con la corrupción, mayor vigilancia policiaca, capacitación al personal de seguridad, concientizar a la gente y mayor apoyos económicos de financiamiento.

La crisis del sistema económico capitalista toma forma de excedente (crisis de sobreacumulación) del cual no es posible deshacerse. Cuando el capital se paraliza lo habitual es que también lo esté el trabajo, es decir; el obrero no ve incremento en sus ganancias y vive al margen de su sueldo. El mercado de vivienda ha sido importante para estabilizar la economía, absorbiendo buena parte del capital excedente. (Harvey, 2010).

Se pueden apreciar ciertos lugares como en Guaymas como la Federación de Cooperaciones Ribereñas y altura de la Industria Pesquera donde el abandono de las actividades (literalmente de los edificios) ha provocado una escasez en decremento del valor de la renta (Marx, 1967 en Harvey, 1977).

Bien es cierto que cualquier estudio urbano debe considerar que las ciudades forman a un sistema económico y social nacional y además internacional (Santos, 1990). Dentro de un modo de producción, se producen estados de conciencia, no de manera instantánea, sino por transformaciones que influyen en formas de pensamiento enraizadas y las reformulan de modo que se conviertan claramente en el soporte de la estructura de producción existente en la sociedad (Harvey, 1977), reproduciendo el sistema.

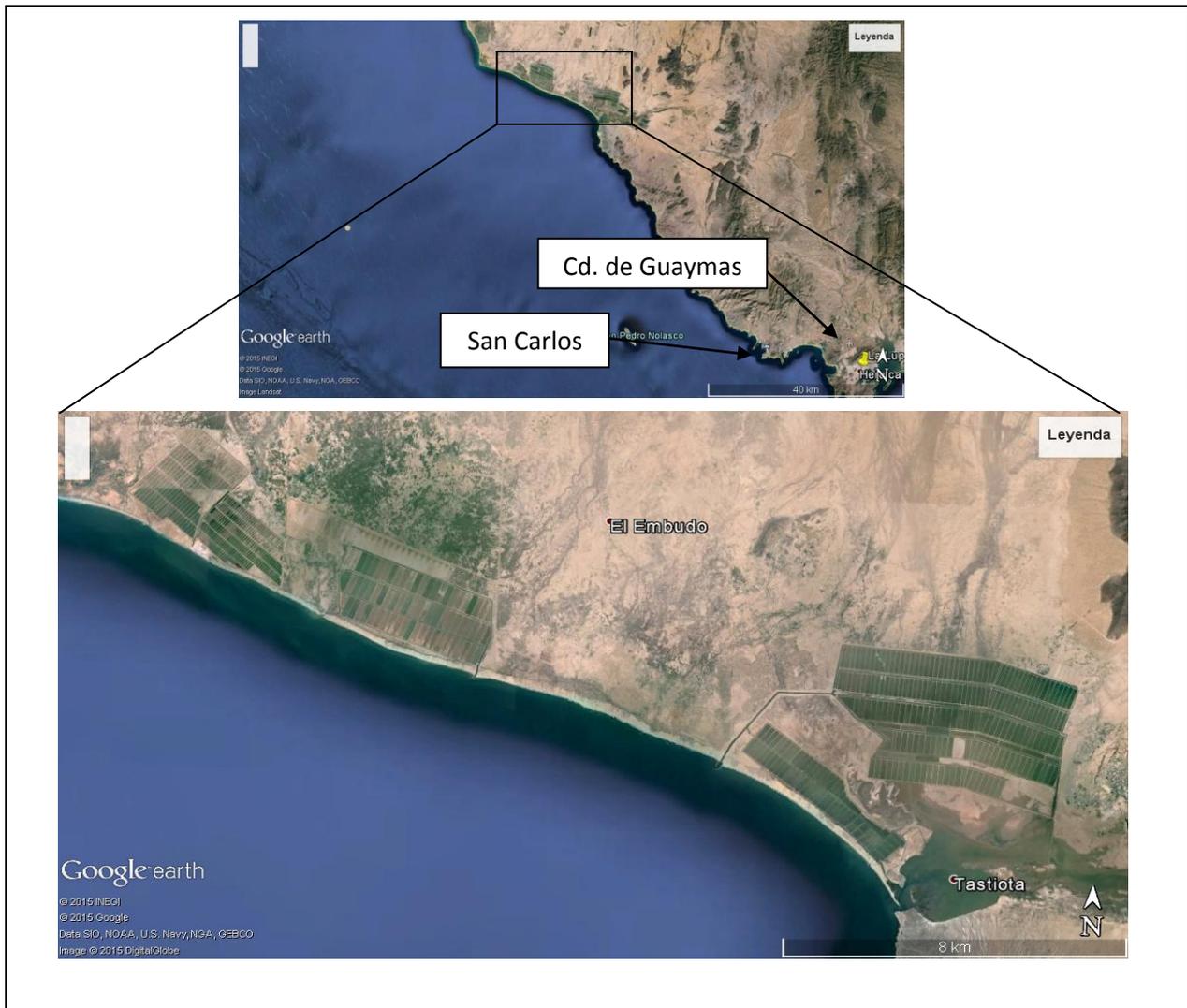
Como efectos disfuncionales del Neoliberalismo tenemos el estancamiento económico, la creciente desigualdad y la inseguridad de la sociedad generalizada; además del deterioro ambiental y su forma de restablecerse (Nik, Peck & Brenner, 2009). Según INEGI (2011), las defunciones generales por principales causas de muerte en 2009 tienen las enfermedades del corazón como la principal causa de muerte (2, 935 de 13, 947), seguidas de los tumores malignos (1, 913), la diabetes mellitus (1, 699) y los accidentes con 1,160 defunciones (INEGI, 2011).

El crecimiento económico de la industria acuícola no demarca en la población, no está estrechamente ligada a la actividad y en su mayoría desconoce de la situación ambiental y sus repercusiones. La calidad de vida de la población depende en gran medida de las condiciones en las que está sujeta su reproducción social, es necesario fortalecer las actividades locales que han sido abandonadas. También es importante diseñar equipos de pesca que incrementen la selectividad y disminuya con ello el impacto al ambiente marino.

Capítulo 3. Diagnostico ambiental por camaronicultura en Empalme-Guaymas, caso Cruz de Piedra

En el par de municipios sonorenses de Guaymas y Empalme, la actividad del cultivo en estanqueras está desarrollada principalmente por el sector privado; son reducidos los lugares donde se produce camarón de forma ejidal. La mayoría de las ocupaciones territoriales de esta actividad, la hacen la industria maquiladora y de procesamiento; así como las industrias de congelamiento del camarón (ver mapa 2.7). Los sitios de cultivo, se limitan en la costa y son en mayor medida del sector privado. La principal producción de la región la hace dicho sector; en la (figura 3.1) se puede ver localizado el terreno de cultivo y las proporciones de la misma.

Figura 3.1 Cultivos de camarón en el norte de la región de estudio

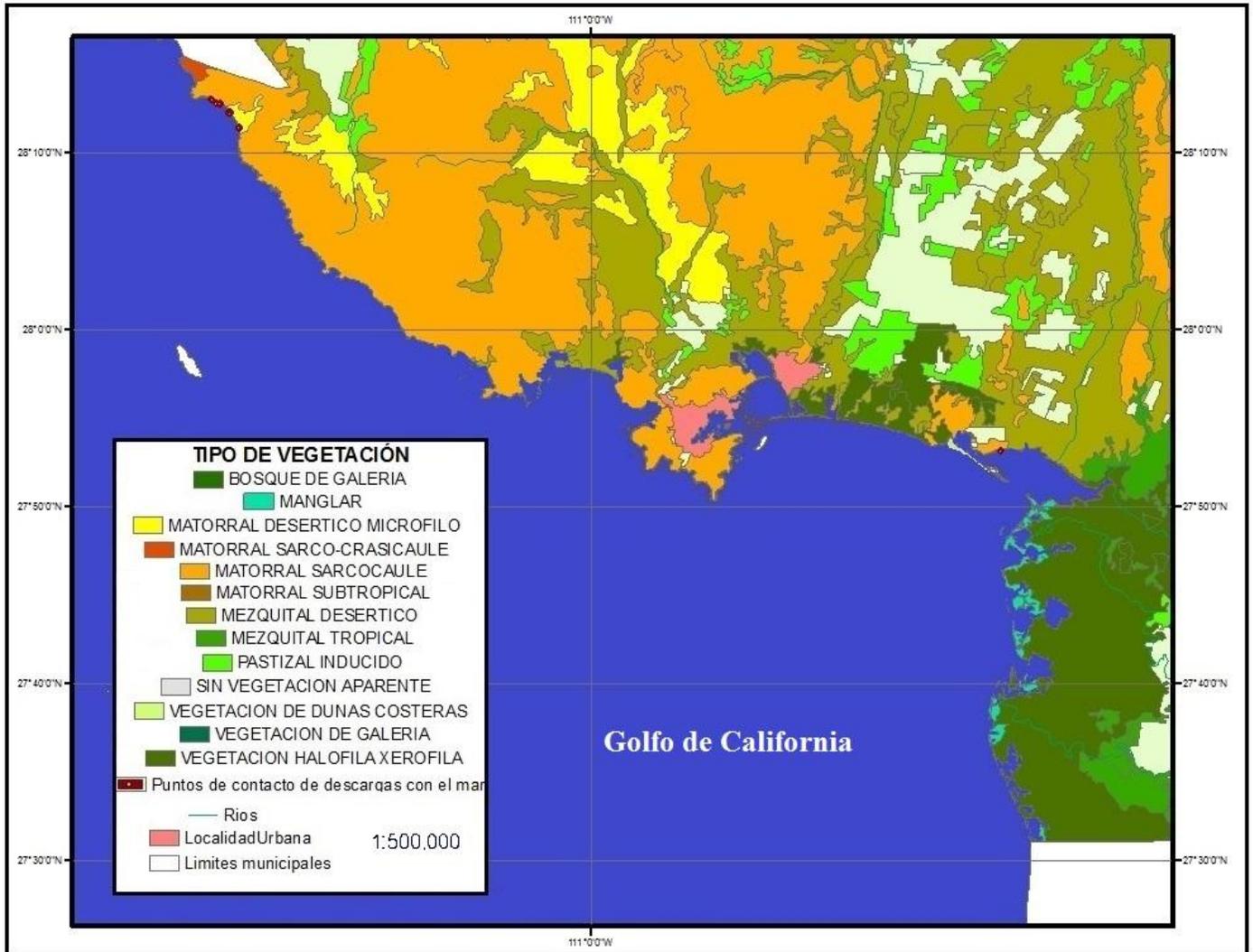


Fuente: elaborado en base a Google Earth, 2015

Dentro de la Región Empalme-Guaymas la actividad de cultivo y su impacto ambiental no es tan grave si se compara con otras zonas del país, como el norte de Sinaloa (por el uso intensivo de cultivo), aunque es

significativa, como lo muestra la (Figura 3.2), dicha actividad acuícola se localiza sobre todo al norte de la región, limitándose al este en el caso de Empalme.

Figura 3.2 Mapa de descargas de agua por parte del cultivo de camarón en la región E-G



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

Para realizar un estudio de afectación al medio ambiente; es necesario concebir el ambiente físico (natural) y el social, un estudio ambiental, que para conocer las afectaciones, requiere una descripción del proyecto y sus acciones. Un resumen de las principales alternativas consideradas. Una descripción de los elementos ambientales. Una descripción de los efectos importantes del proyecto y la descripción de las medidas previstas para protección y corrección. Por último, se hace un resumen de la información del estudio y un resumen de las dificultades encontradas para recoger información requerida (Canter, 1998).

3.1 Camaronicultura de la Región Empalme-Guaymas

Para comprender mejor la actividad acuícola de camarón, es necesario considerar la condición de la zona costera, ya que esta actividad se limita a esa franja, misma que se caracteriza por ser frágil y ser una zona de transición entre el continente y el océano. Con un análisis DAFO (desarrollado en base a entrevistas a campo y encuestas, así como bibliografía enlistada al final del documento), se hace hincapié en las debilidades y las oportunidades que se requeriría abordar para posteriores beneficios económicos, sociales y ambientales en la actividad camaronícola. Las afectaciones ambientales en la zona costera se detallan al final.

En los países camaroneros de América Latina, el 90% de la producción de camarones lo constituye el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, especie nativa del Pacífico Este, de las zonas tropicales del continente americano, dado que ha demostrado una mayor adaptación y resistencia a las fluctuaciones salinas, de oxígeno y temperatura, así como a las altas densidades; actualmente es la segunda especie más cultivada en el mundo después de *P. monodon* (WSF, 2002 en Manzo, 2000).

El camarón blanco *L. vannamei* se distribuye desde la parte norte del golfo de California hasta Caleta la Cruz, Perú. Es extremadamente frecuente y abundante en los sistemas estuarino-lagunares de la región sudeste del golfo de California (Hendrickx, 1996). Se encuentra a profundidades de más de 72 m, siendo más abundante hasta los 27 m, habitando fondo limoso. Los adultos son marinos y los juveniles estuarinos (Mena, 1998). Tolerancia amplios rangos de temperatura (óptimo de 25-30 °C) y puede crecer bien en salinidades muy bajas, en rangos de 5 a 45 partes por mil de salinidad (Torres, 1991 en Manzo, 2000).

Es una especie muy apreciada por los acuicultores por alcanzar talla comercial en poco tiempo, presentar alto porcentaje de sobrevivencia y alto valor comercial en el mercado, aunado todo esto a una alta resistencia al virus IHNV, agente viral que ha afectado severamente al camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Martínez-Córdova, 1993 en Manzo, *op.cit.*).

Durante los últimos casi diez años, Sonora fue la entidad del país con mayor producción de camarón, siendo el año de 2009, el año donde la producción llegó a su máxima nivel con de más de cien mil toneladas por parte de Sonora, casi el doble que produjo Sinaloa ese mismo año. Para el siguiente año, la producción en la entidad de Sonora declino y bajo casi a la mitad para luego tomar la tendencia de descenso de producción, mientras Sinaloa se posicionó como la entidad con mayor producción de camarón a partir del 2010 a nivel nacional; aunque con un descenso de producción significativo del año 2012 a 2013, esto originado por el virus de la mancha blanca (WSSV). En el 2013, la producción de Sinaloa fue casi el doble de la producción registrada del Estado sonorense, mismo Estado que desde un año atrás, se vio afectado por el virus de la mancha blanca, en todos sus municipios con costa. La producción principal por estados se puede ver en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.1 Producción histórica de camarón en peso vivo (T) entre el 2004 y 2013

Entidad/ Año	2004	2005	2006	2007	2008	<u>2009</u>	2010	2011	2012	2013
Sinaloa	32,727	45,764	60,076	66,255	60,441	55,838	59,498	79,020	63,870	40,286
Sonora	53,441	67,179	78,598	78,405	96,557	101,045	58,447	52,424	47,116	20,328
Tamaulipas	13,366	20,062	13,437	14,459	13,497	11,801	16,182	11,618	12,205	8,949
Nayarit	8,480	8,645	8,148	8,611	9,567	8,645	9,114	16,255	13,831	5,462
Veracruz	2,381	2,389	2,605	2,036	2,037	2,086	2,479	1,829	2,020	9,991
Total del país	125,576	158,266	177,377	184,695	196,289	196,456	167,015	184,123	161,852	102,437

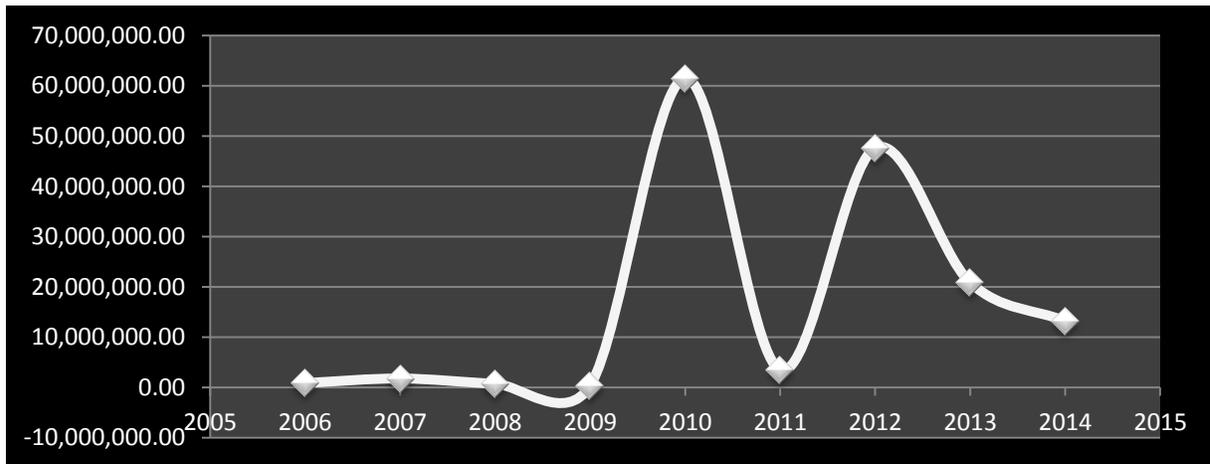
Fuente: elaborado en base a SAGARPA-CONAPESCA, 2013

Históricamente, la producción de camarón en cultivos comerciales en México, inició en Guaymas con la experimentación del camarón café *Farafntepenaues californiensis* y con camarón blanco *L. vannamei*, a principios de la década de los setentas. Desde entonces la producción incremento notablemente, hasta que aparecieron diversos agentes infecciosos, lo que hizo adoptar a la industria otras prácticas de manejo (SAGARPA, 2013).

Actualmente, la región de Empalme-Guaymas, es catalogada como una región con alta productividad de camarón, esta producción no implica que exista un gran desarrollo de la producción acuícola. El gran peso de la región, se encuentra en el alimento marino procesado en la industria maquiladora; las cifras de producción, dan la impresión de ser una región con gran cantidad de pesca y cultivo de camarón, aunque su importancia se encuentra en la actividad industrial (actividad secundaria), y no en la acuicultura (actividad primaria). La región de estudio no es la zona con mayor carga ecológica por los cultivos de camarón en el país; la mayor actividad respecto al camarón se concentra en la industria maquiladora que genera productos ya procesados al mercado nacional y estatal, con materia prima de procedencias distintas, inclusive de Asia.

Según estadísticas de CONAPESCA en su portal de internet, ver (Figura 3.3), para los últimos ocho años, el cultivo de camarón blanco en la zona de estudio, ha pasado de obtener ganancias de más de 60 millones de pesos (en 2010, el mejor año hasta ahora), a descender a 13 millones de pesos aproximadamente (en 2014), esto por las enfermedades mortales de estos organismos acuáticos. En 2011 cayó la producción estrepitosamente; a pesar de que la producción se recuperó en 2012, en 2013 volvió a caer la producción alargándose esta mala racha hasta 2014, donde el valor por la producción de camarón continuó descendiendo.

Figura 3.3 Gráfico de la producción acuícola en la región Empalme-Guaymas (2006-2014)



Fuente: elaborado en base a CONAPESCA, 2015

En una entrevista a un personal del Instituto Nacional de Pesca, con sede en Guaymas, se supo quienes eran los que cultivaban camarón en la región, dos empresas privadas (SELECTA y Geomar), mismas que tiene el ‘monopolio’ del cultivo de camarón. En su gran mayoría en el Estado sonorense, los que realizan esta actividad son el sector privado, mientras que las cooperativas camaroneras son las menos. En los últimos años quienes han sufrido más la merma de sus productos, han sido los acuicultores del sector privado; ya que practican en su mayoría el cultivo intensivo, lo que hace más factible una propagación mortal al camarón.

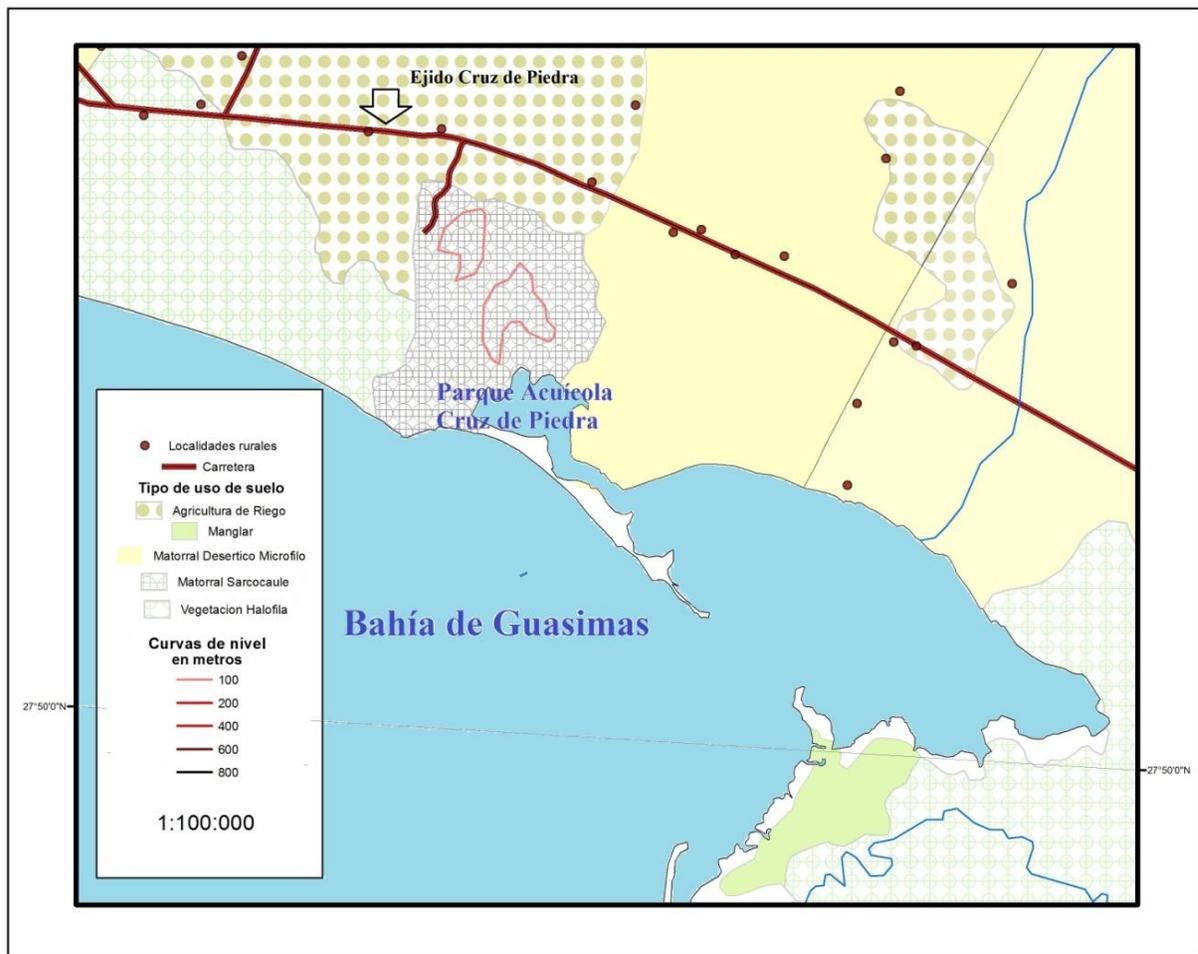
3. 1.1 Geosistemas del ejido Cruz de Piedra

Para tener una noción más detallada, el presente estudio se enfoca en el Ejido Cruz de Piedra, por ser un claro ejemplo de cooperativa que cultiva camarón y que cuenta con sus respectivos estudios de impacto ambiental. Para ello, fue necesario acercarse a gente del ejido, obtener información del sitio y más tarde otorgar delimitación a la zona de estudio, con sus unidades ambientales, y respectiva caracterización. Esto para entender cómo se relacionan las condiciones físicas y sociales en dicho sitio con la actividad bajo estudio. El ejido Cruz de Piedra está en la llanura sonorense, al sur del desierto central de Sonora y al norte de los humedales costeros orientales del mar de Cortés; el suelo predominante es el solonchak, un suelo de los más salinos (ver mapa 2.3).

No existen cursos de agua importante y menos con agua todo el año dentro de la zona del ejido; no obstante la presencia del estero es importante para la actividad camaronícola, ya que el agua que se utiliza para el llenado de los estanques de camarón, proviene del estero. El desgaste de los acuíferos de los alrededores de la zona, es en mayor parte por el sobreuso de los pozos para los cultivos, debido a las altas exigencias de agua en la agricultura ordinaria y en un lugar con un clima de lluvias escasas.

El ejido queda al sur de zonas de cultivo (en su mayoría cultivo de maíz); entre la zona de matorral sarcocraule al oeste y la vegetación halófila. Esta vegetación halófila se extiende en mayor medida, al sur de la región de Empalme-Guaymas (ver Figura 3.15). La diversidad de uso de suelo y vegetación alrededor del Parque Acuícola Cruz de Piedra se puede observar en el mapa siguiente:

Figura 3.4 Mapa de usos de suelo en el Ejido Cruz de Piedra



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

El proyecto acuícola Cruz de Piedra, a diferencia de otros proyectos (como los sistemas intensivos de Sinaloa); se caracteriza por su aislamiento respecto a otras granjas acuícolas de camarón. Las granjas de camarón más cercanas se localizan a más de 30 km. Una ventaja operativa del Parque Cruz de Piedra, es la cercanía a la carretera y la disponibilidad de una planta congeladora en Guásimas, a 7 km del predio y por carretera pavimentada. La zona norte del parque está delimitada por la carretera internacional. No se realiza ninguna actividad en el sitio, pero en los alrededores se practica la agricultura de riego y la pesca en la zona costera. Las granjas acuícolas más cercanas se ubican en la zona costera, al sur, en la Bahía de Lobos (DGOEIA, *op. cit.*).

El predio del proyecto acuícola está en el municipio de Empalme, en las cercanías del poblado y ejido Cruz de Piedra (figura 3.4), colindando con el Estero El Bachoco, el cual conforma la porción noroeste de la Bahía de Guásimas, en el Golfo de California; misma Bahía que es parte de la zona marítima de alta diversidad, llamada corredor pesquero Bahía Guásimas-Estero Lobos (figura 3.13).

Ahora, se toma en cuenta lo antes revisado en el primer capítulo, ya que para abordar desde la Geografía, una problemática ambiental, es necesario definir los aspectos del medio y sus posibilidades de optimización, partiendo de la relación entre el sistema natural y el sistema social en el espacio y tiempo.

Potencial ecológico:

El clima en el ejido Cruz de Piedra, es muy seco cálido y las temperaturas para la ubicación del predio se encuentran dentro del rango de 17 a 30 °C. Las precipitaciones son de 100 a 200 mm al año, lo que lo hace un sitio idóneo para el cultivo de camarón. El relieve de la zona es plano, característico de la zona costera, con escasos lomeríos de elevaciones mayores a 10 metros sobre el nivel del mar. En el parque hay dos pequeñas montañas (ver figura 3.4), las cuales cuentan con fauna nativa.

El sitio del parque está enmarcado por la carretera internacional al norte y la Bahía de Guásimas al sur, flanqueado por el Cerro Cruz de Piedra al poniente y al Oriente por prominencias como el Cerro La Bandera, el Cerro Prieto y la Loma las Calaveras (DGOEIA, 2004).

Los suelos de la zona del proyecto son depósitos arcillosos, limosos y arenosos, rodeados de suelo originado por erosión de solonchak (predominante en la franja costera), seguido de litosol y regosol. Según el manifiesto de impacto ambiental, los suelos poseen contenidos de arenas entre 60 y 80%, limos 10% y arcillas 20%. Clasificándose como migajón arcilloso (DGOEIA, *op. cit.*). El proyecto se encuentra ubicado en la región hidrológica de la cuenca del río Matape y al sur del distrito de riego 84, valle de Guaymas. El cuerpo de agua abastecedor, es el estero el Bachoco, sobre el cual se construyó el Parque Acuícola; tiene una extensión media de 328.6 ha y una profundidad media de 2 metros.

Aunque el área está ubicada en una zona donde los ciclones pueden presentar regularidad, se considera que sus efectos pueden presentarse a nivel regional cada 4 años y a nivel puntual cada 12 años; con daños susceptibles de subsanar mediante acciones de mantenimiento y con posible riesgo de pérdida parcial de la cosecha. Su pendiente general es muy baja con dirección hacia el oeste, culminando en la franja costera. No existen arroyos ni escurrimientos dada la porosidad y la permeabilidad del suelo aguas arriba y por la protección que tiene por la propia infraestructura de estanques ubicados al norte del área proyectada. No existe ninguna clase de aprovechamiento hídrico superficial. Por la difícil regeneración, se recomienda realizar un programa de rescate y trasplante de las cactáceas (*Ibid.*).

Según la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, la composición florística de la zona del Parque Acuícola Cruz de Piedra, está formada por una diversidad importante. También hay una pequeña porción de

manglar junto al estero Bachoco, en la parte este. Específicamente en el área del proyecto, la comunidad vegetal predominante es el matorral micrófilo, predominando zacate liebrero, huichutilla, rama blanca, gobernadora, mezquite, brea, ocotillo, entre otros. La vegetación halófila (común de estos tipos de suelo con altas concentración de sales), intercaladas a estas, se presenta herbáceas como pastos nativos (liebrero y salado) y de manera esporádica cactáceas como biznaga y choya (DGOEIA, 2004).

Las especies de flora encontradas en el área del proyecto son: pitahaya dulce (*Lemaireocereus thurberi cactaceae*), biznaga (*Ferocactus acanthodes cactaceae*), viejito (*Mammillaria dioca cactaceae*), mangle dulce (*Maytenus pyllanthoides celastraceae*), gobernadora (*Larrea divaricata zygophyllaceae*), ocotillón (*Fouquieria macdougalli fouquieriaceae*), quelite (*Amaranthus palmeri amaranthaceae*), zacate buffel (*Cenchrus ciliaris gramineae*) (ver figura 3.5), entre otros (DGOEIA, 2004).

Figura 3.5 Zacate buffel



Fuente: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-ciliare/fichas/pagina1.htm>

Las especies reportadas para el mar de Cortés y el estero Bachoco son: lisa (*Mugil cephalus*), pargo (*Lutjanus colorado*), curvina (*Cynoscion reticulatus*), sierra (*Scomberomorus sierra*), mojarra (*Diapterus peruvianus*), camarón (*Peneaus stylirostris*), jaiba (*Callinectes belicosus*), tiburón (*Mustelus californicus*), mantarraya (*Myliobatis californica*), caracol (*Muricanthus nigritus*) y almeja (*Dosinia ponderosa*) (DGOEIA, *op. cit.*).

Las especies de fauna de aves que se reportan para la región donde se ubica el predio del proyecto y su área de influencia, son: tortolita (*Columbina passerina*), cardenal (*Cardinalis carndinalis*), pájaro carpintero (*Melanerpes uropygialis*), pelicano (*Pelecanus occidentalis*), cuitlacoche (*Toxostoma crissale*), cuervo (*Corvus corax*), garzón blanco (*Cosmerodius albus*), entre otros (DGOEIA, *op. cit.*).

Entre los mamíferos están los siguientes: rata de campo (*Neotoma mexicana*), tuza (*Microtus mexicanus*), conejo (*Silvylagus aududonii*), zorrillo (*Spilogale putorius*), mapache (*Procyon lotor*), gato montés (*Lynx fufus*), coyote (*Canis latrans*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y tejón (*Taxidea taxus*) esta última especie amenazada según la NOM- 059- SEMARNAT- 2010.

Los reptiles que habitan el parque son: camaleón (*Phrynosoma mcalli*), víbora de cascabel (*Crotalus Lepidus*), monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*) y coralillo (*Lampropeltis pyromelana*), estas cuatro especies están amenazadas y protegidas según la NOM- 059- SEMARNAT-2010.

Figura 3.6 Monstruo de Gila



Fuente: <http://www.uniprot.org/taxonomy/8554>

Actividades antrópicas:

El centro de población en el ejido Cruz de Piedra tiene más de 700 habitantes. La ciudad de Empalme se encuentra comunicada al norte con Guaymas y Hermosillo, y al sur con Cd. Obregón, mediante la carretera federal núm. 15; a su vez, se encuentra comunicada con las ciudades de Hermosillo y Obregón por ferrocarril.

El poblado de Cruz de Piedra se ubica a un costado de la carretera internacional, en el km 100 de la misma, tramo Cd. Obregón-Empalme. Cuenta con servicio telefónico, energía eléctrica, servicio postal y salud. En lo referente a sus servicios educativos, se cuenta únicamente con un centro de educación preescolar, una escuela primaria y una telesecundaria (DGOEIA, *op. cit.*). Para la mayoría de la población, la oportunidad de seguir estudiando un nivel más allá del bachillerato, es todavía una imposibilidad.

En el poblado Cruz de Piedra, la actividad predominante es la ganadería de bovinos y caprinos a pequeña escala con rebaños a nivel familiar. En cuanto a la pesca, esta se practica con redes, capturándose lisa, pargo, robalo, jaiba, tiburón, caracol etc., cuyos productos se comercializan en el pueblo o se destina al autoconsumo. En Cruz de Piedra se han dejado de explotar las tierras agrícolas debido al abatimiento y salinización de los mantos freáticos; no se cuenta con industria y el comercio se da de manera informal y a través de tiendas rurales (DGOEIA, 2004).

En las encuestas realizadas en 2012, la población del ejido identificó como principal problema en la región la inseguridad, más allá del problema del desempleo y la contaminación. Estas últimas también de fuerte presencia en la zona. Para el 2014, la gente encuestada en la cabecera municipal de Empalme, remarcó a la inseguridad como principal problema de la región, seguido de la contaminación. Mientras que en el mismo

municipio, pero en el ejido Cruz de Piedra, la población identificó a la inseguridad, seguida por el desempleo y la contaminación, como principales problemas de su lugar donde habitan.

Aprovechamiento biológico:

El parque acuícola Cruz de Piedra, fue construido sobre el estero Bachoco. El deterioro ambiental en el parque consta de los cambios que se realizaron al flujo de agua en este cuerpo de agua dulce, así como la pérdida de hábitat de la fauna marina, aérea y terrestre que junto a comunidades de matorral sarcocraule y vegetación halófila, estaban asentados en los alrededores del estero, antes de la construcción de las estanqueras y las ampliaciones realizadas al proyecto; a pesar de ello, el ritmo de recuperación de la vegetación brinda la posibilidad de tomar medidas de conservación, las cuales no pueden pasar desapercibidas, ya que las actividades acuícolas representan la modificación al ciclo natural de los ecosistema, en este caso, costero de zonas de vegetación halófila, matorral sarcocraule, matorral microfilo, manglares y el propio estero (figura 3.4).

Dentro del parque acuícola Cruz de Piedra, la granja San Fabián realizó una ampliación de las estanqueras y además comenzó a funcionar con el modo de cultivo intensivo, mientras que el resto de las granjas continúan con el sistema de producción semiintensivo, el cual prevalece desde que se inició esta actividad en esta localidad. El sitio de ampliación tiene terrenos con relieve de lomerío y alta predominancia de matorral.

Para la preparación del sitio de ampliación de la granja San Fabián, se requirió acabar con la vegetación de la zona para la estanquería. Se desmontó una superficie de 123.56 Ha, de las cuales 93.09 Ha corresponden a matorral, y el resto a comunidades halófilas. El volumen dragado de la modificación reciente de la granja San Fabián fue de 75, 983 m³ (DGOEIA, *op. cit.*).

En las entradas de los estanques, se colocaron mallas para evitar la entrada de organismos que pudieran afectar el cultivo. De igual manera, las compuertas de la salida son para evitar pérdida de organismos cultivados, durante los recambios de agua. El mantenimiento de estas mallas debe ser constante y coordinado a los recambios de agua de la estanquería. En el parque acuícola Cruz de Piedra, no se utiliza ningún tipo de herbicidas para el control de malezas, con el fin de evitar contaminación del suelo y de las aguas que pongan en riesgo la sobrevivencia del cultivo. Se estima que este proyecto podrá ser prolongado adaptándolos a sistemas y tecnologías más eficientes que se presenten en el futuro (DGOEIA, *op. cit.*). Parte de la razón del proyecto, para que sea viable su prolongación, es porque las afectaciones al medio ambiente no han sobrepasado las capacidades de recuperación de los ecosistemas.

La granja San Fabián se ubica al sur del parque acuícola, colindando con el estero Bachoco y al este con la Laguna de Guasimas. Al oriente del predio, se ubica terreno de propiedad particular, actualmente enmontado. Al oriente del ejido, pasa el canal de llamada (DGOEIA, 2004), como muestra la figura siguiente:

Figura 3.7 Imagen satelital del Parque Acuícola Cruz de Piedra



Fuente: elaborado en base a Google Earth, 2015

3. 1. 2 Análisis DAFO

Para entender mejor la actividad ejidal en su contexto regional y comprender como funciona en la región, la actividad camaronícola se revisa con sus puntos en contra y a favor, partiendo de un análisis a escala regional, para tomarlo de antecedente y analizar la actividad puntualizada en el ejido Cruz de Piedra. Dentro del análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la actividad acuícola, es importante destacar que tanto hay factores positivos como negativos. Dada la naturaleza de los beneficios tanto económicos-sociales como ambientales, los datos puntuales limitan a las características cualitativas para realizar dicho análisis.

Para la actividad del cultivo en la región se toma como debilidad principal la falta de un laboratorio de postlarva dentro de la propia región. También es importante destacar la ausencia de tratamientos de aguas residuales, en general, por parte de las actividades relacionadas con el cultivo, procesamiento y maquila de camarón. La amenaza principal viene siendo las infecciones contagiosas por parte de patógenos que han ocasionado grandes pérdidas en los principales municipios que cultivan camarón. Muchas veces estos incidentes son ocasionados por prácticas inadecuadas de cultivo, por postlarva contaminada o incluso por contagio al estar en colindancia las granjas. En las fortalezas, encontramos que esta actividad camaronícola está situada en una zona climática idónea que permite tener un mejor control del agua en los estanques. De

igual forma la posición geográfica permite tener un acceso de salida a comercializar el producto fuera de los límites nacionales. Como oportunidades, la actividad camaronícola tiene la primera posición en actividades con crecimiento e importancia a un futuro no muy lejano. Ya que los países que más consumen este producto, tendrán un incremento poblacional y una demanda mayor de alimentos. Sus condiciones nos les permitirá autoabastecerse y en el caso de México, se puede llegar a exportar a estos países una vez que se logre cubrir la demanda local.

En un análisis DAFO más extenso, el analizar la actividad de cultivo de camarón en el Ejido Cruz de Piedra, requirió entrevistas a distintos actores de la actividad acuícola. Así como recopilar información de fuentes escritas, para contrasta los diversos aspectos de esta actividad.

Debilidades:

Una de las consideradas debilidades para esta actividad ejidal, en la inestabilidad que prevalece en los precios del producto camaronícola, aunque se sabe que la demanda va en crecimiento, a veces va acompañada de un descenso de la producción ocasionado por patógenos contagiosos que afectan al camarón.

Para el presidente de la Sociedad de Acuicultores del Ejido Cruz de Piedra (entrevistado a principios del 2014), la cuestión sanitaria es una debilidad, ya que se trabaja con agua de mar. Un problema en el estero traería afectación no sólo a los cultivos de todo el parque acuícola Cruz de Piedra, sino además repercutiría al bienestar del ecosistema costero, del cual depende esta actividad, relativamente reciente en Cruz de Piedra.

Cruz-Torres (2000) plantea que la descarga de los estanques de camarón es considerada como una de las fuentes de contaminación más recientes y graves de las aguas costeras de Sinaloa, lo que ha contribuido a la formación de organismos microscópicos y a la aparición de mareas rojas en las aguas costeras marinas locales. El desarrollo de la camaronicultura ha influido en la deposición de nutrientes y materia orgánica en aquellos lugares donde el sitio costero es receptor de aguas residuales (Pérez, 2003 en Isla, 2006), lo que llamamos eutrofización en el agua.

El exceso de nitrógeno y fósforo puede producir el desarrollo de algas, asociadas con problemas de tratamiento del agua, resultantes de la descomposición. El exceso de ello desencadena la eutrofización que comienza con un crecimiento desmesurado de algas, provocando disminución de la turbidez del agua. Cuando las aguas están turbias se dificulta la fotosíntesis y se produce una muerte masiva de algas, lo que deja sin oxígeno al agua, ello provoca condiciones de anoxia, idóneas para microorganismos anaerobios que degradan la materia orgánica liberando gases de metano y sulfhídrico (Canter, 1998).

Considerando la entrevista realizada al investigador de acuicultura en el CNIP de Guaymas del INP; actualmente no hay una granja de camarón que trate el agua, ya que se carece de esa tecnología. En el sector privado, las granjas en su mayoría son intensivas; mientras que en el sector ejidal se trabaja más con el modo

de producción de cultivo semiintensivo; mismo que desecha menores cantidades de tóxicos que los cultivos intensivos, igualmente sin tratar.

Según el biólogo marino Javier Bermúdez (egresado de la UNAM, adscrito al CRIP de Guaymas), el estero se llena de sedimentos del camarón, por lo que la transparencia y la turbidez disminuyen, lo que no permite la fotosíntesis ni la oxigenación. Si se eutrofiza el agua se dispara la producción de medusa bola de cañón *Stomolophus melagris* y se potencializa su población, depredador de plancton, pequeños crustáceos, peces y de camarón.

Acorde con Estrada Durán (Jefe del Centro Nacional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas), las mismas descargas de aguas residuales de las camaroneras, representan fuentes de contaminación si estas están cerca de tomas de agua de granjas aledañas. Además de la inevitable alteración a la vegetación originaria, la afectación en los patrones de circulación de los esteros es otro punto en contra de esta actividad.

El mismo Estrada Durán, refiere la desvinculación que existe entre la producción de larvas y los que engordan esas mismas larvas. Hay una deficiencia en la postlarva; en el año 2013 la bacteria que ocasiono pérdidas económicas al Ejido Cruz de piedra, fue originada desde la postlarva, esta bacteria se propagó por todas las granjas acuícolas del ejido de Cruz de Piedra.

Amenazas:

Sin duda, la gran amenaza para el cultivo de camarón es la propagación de patógenos descubiertos en los últimos años, como el virus de la mancha blanca y la bacteria que ocasiona el Síndrome de Mortalidad Temprana. En los últimos años, el virus de la mancha blanca hizo que los acuicultores necesitaran de nuevos estudios a detalle para evitar la propagación en los cultivos y así acabar con pérdidas millonarias de dinero, ya que la mortalidad en estanquerías llegó hasta el 100%.

Para una camaronicultura intensiva, es necesario innovación tecnológica, además del conocimiento de estos nuevos patógenos; esta sólo la poseen las grandes empresas del sector privado. El sector ejidal, se limita por lo general al mercado local. Algunos parques acuícolas ya necesitan mantenimiento dado su uso prolongado; los costos para operar una granja nueva son muy altos, aunque la tasa de retorno es alta; la amenaza de perder la cosecha por contagio de enfermedades altamente infecciosas y mortales como las anteriormente mencionadas puede llegar a ocasionar una pérdida millonaria, si no se lleva a cabo un adecuado manejo de prácticas acuícolas.

Fortalezas:

En la región de estudio, el clima es apto para el control de los parámetros físico-químicos del cultivo de camarón y así evitar la propagación de enfermedades. La calidad del agua del Estero Bachoco, se debe a la ausencia de descargas residuales, plaguicidas y pesticidas procedentes de la agricultura.

El Parque Acuícola Cruz de Piedra está parcelado de forma colectiva. Puesto que no es un grupo grande, es equilibrado, unido y no está expuesto a fracasar. Esta conclusión es parecida a la desarrollada por analistas del comportamiento colectivo (Buchanan, 1968 en Harvey, 1977).

Los grupos colectivos más pequeños se suponen más democráticos para triunfar. Cuanto más pequeño es el grupo, mayor la probabilidad de proveerse de bienes colectivos. Cuanto más pequeño sea el grupo, mayores posibilidades tendrá de conseguir algún objetivo colectivo (Olson, 1965 en Harvey, *op. cit.*).

Según la sociedad de acuicultores del Ejido Cruz de Piedra, las relaciones de los ejidatarios con el Comité de Sanidad Acuícola han sido exitosas ya que ha permitido la regulación de la sanidad acuícola de forma correcta y ha dejado la gestión de los parques a los acuicultores ejidatarios, quienes tienen su propia organización que hasta ahora ha fructificado. El parque no tiene problemas de sobreexplotación de recursos naturales, ya que la naturaleza se recupera a buen ritmo. A diferencia de otros parques (usualmente del sector privado), donde rompen con el equilibrio del ecosistema llevándolo al estrés, mismo que provoca la muerte de especies originarias de los ecosistemas, así como posibles repercusiones a los cultivos por acumulación de materia orgánica.

El ejido, al ser un tipo distinto de propiedad privada, capta la renta de la tierra, ya que es un modo de propiedad ejidal (no comunal), y los productos pueden ser ofertados más baratos, ya que no traen consigo el precio del uso de suelo. Aunque el hecho de poseer tierra de forma ejidal puede significar poseer mayor porción de terreno que el resto de la población; el cultivo de camarón de forma ejidal representa una actividad muy remunerante en el sentido económico y con una afectación al medio que no acarrea grandes consecuencias negativas (siempre y cuando el modo de cultivo no sea intensivo), y lo más rescatable, que no orilla al ecosistema a perder su estabilidad, brindando a la localidad una digna forma de vida.

Oportunidades:

En un país donde no es común consumir productos del mar, la camaronicultura, además de ofrecer proteínas para la alimentación humana, aparece como una alternativa a la generación de alimentos necesarios para la desnutrición, el desempleo y la inseguridad en zonas donde la agricultura ha tenido una larga decadencia. En el contexto global, la agroindustria de mayor crecimiento económico en los últimos años es la camaronicultura, contribuyendo con casi la mitad de la producción mundial por cultivo de especies acuáticas. Siendo el cultivo con mayor ganancias dentro de las actividades acuaculturales.

En la esfera económica global, el desarrollar una seguridad alimentaria mediante el crecimiento de la acuicultura, es una posibilidad real, ya que permite abastecer un mercado tanto nacional como internacional, ambos en crecimiento. Generando oportunidades al mercado nacional con exportación y entrada de divisas del extranjero.

Como se muestra en el (cuadro 2.2), las debilidades (factores internos negativos) son más que las amenazas (factores externos negativos), y las fortalezas (factores internos positivos) más que las oportunidades (factores externos positivos). Haciendo balance de los números en la tabla del análisis DAFO, los factores positivos tienen más peso que los negativos.

Cuadro 2.2 Análisis DAFO del cultivo ejidal de camarón

FACTORES INTERNOS	<p>Debilidades (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inexistencia de plantas tratadoras de aguas residuales. -Deposición de materia orgánica: eutrofización que ocasiona depredación por parte de otros organismos acuáticos a los cultivos. -Afectación a la vegetación y fauna originaria además de la alteración a los patrones de circulación del agua. -Propagación de enfermedades por la toma de agua en común (granjas). -Déficit por desvinculación e inexistencia de postlarva generada en los propios ejidos. 	<p>Amenazas (3):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desconocimiento de nuevos patógenos (como el virus de la mancha blanca) y falta de mantenimiento e higiene en algunos parques acuícolas. -Inaccesibilidad a tecnología capaz de detectar enfermedades a tiempo. -Falta de control en la selección de especies que no desempeñen un papel negativo en el cultivo. 	FACTORES EXTERNOS
	<p>Fortalezas (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> -El clima (precipitación y temperatura) y el tipo de suelo son favorables para la actividad acuícola. -La toma de agua representa una ventaja, ya que es de fácil acceso y de buena calidad. -La naturaleza se recupera a buen ritmo, de las afectaciones por el establecimiento del Parque Acuícola. -Los colectivos acuícolas (ejidos) son unidos, existe una buena relación con el Comité de Sanidad Acuícola. -La camaricultura (cultivo de camarón) es una alternativa real para la agricultura que está en decadencia en la zona. -Al ser un cultivo ejidal, no capta renta y permite ofrecer un producto más viable económicamente. -Ofrece alimento para el consumo local, regional y estatal. 	<p>Oportunidades (3):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Industria de alimentos en el mundo con mayor crecimiento económico en los últimos años. -Persiste la demanda nacional y extranjera; principalmente de EU, lo que trae divisas y le da posibilidad a la balanza de pagos de reponerse. -El desarrollar nuestra propia base alimentaria es necesario para poder lograr la soberanía nacional que se ha deseado desde hace siglos. 	

Fuente: elaboración propia en base a trabajo de campo en Enero, 2014

En el caso de los factores internos de la camaricultura, son más las fortalezas para esta actividad en la región (tales como el medio físico y clima idóneo) que las debilidades (como el déficit de postlarva). En la otra parte, los factores externos, tanto amenazas (desconocimiento de nuevos patógenos, etc.) como oportunidades (actividad con alta demanda a futuro, etc.) son tomadas por misma cantidad, más no cualidad. La actividad camaronícola ejidal en la región de estudios, posee factores externos relevantes aunque los factores internos son más, al menos en cantidad. El desarrollo de dicha actividad tiene un panorama a futuro alentador, dado que una de sus fortalezas es la demanda comercial a nivel nacional y global con tendencia positiva desde hace algunos años y de forma ininterrumpida.

Hablando del cultivo de camarón a nivel regional, tanto para el sector privado, como para los ejidos; las debilidades son similares a las ya mencionadas, con énfasis en la carencia de alguna planta tratadora. En cuanto a las fortalezas, a nivel regional se puede considerar las mismas, con excepción del aprovechamiento por parte del sector ejidal; ya que de forma privada, representa menor ganancia para la población. Las amenazas y oportunidades son prácticamente las mismas para toda la región y en general; para el país.

3.2 Afectación ambiental por la actividad camaronícola del ejido Cruz de Piedra

Dentro de la región Empalme-Guaymas, el parque acuícola ejidal más cercano a la zona urbana del puerto de Guaymas es el Parque Acuícola Cruz de Piedra; parque camaronícola con concesión vigente al año 2019, localizada al oriente del estero Bachoco (ver figura 3.4), dentro de los límites del ejido Cruz de Piedra; con autorización de uso de agua y de una superficie de más de 430, 000 m² en zona federal marítimo-terrestre, así como una conexión al mar, el canal de llamada (ver figura 3.7). El dren de descarga es de 1.5 km de longitud. El parque cuenta con una estación de bombeo, con 4 bombas de capacidad para 2.60 m³/segundo, accionadas con motor diesel. Hay 75 estanques adaptados a las condiciones del flujo hídrico con sus respectivos bordos.

El parque está dividido en seis granjas: la Acuícola Cruz de Piedra, la Acuícola Coplamar, la Acuícola la Piedreña, la Acuícola Cerro de la Bandera, la Acuícola Cerro del Yasicuri y la Acuícola San Fabián (ver figura 3.7), misma que cuenta con sistemas de cultivo intensivo, con una biomasa estimada a 540 toneladas al año; en conjunto las granjas cuentan con una biomasa cosechada de 2, 653.7 de toneladas para el año 2013. La granja Acuícola Cruz de Piedra a pesar de ser la segunda en tamaño, es la de menor biomasa cosechada, dicha granja está posicionada al oeste del Parque Acuícola Cruz de Piedra. La granja acuícola La Piedreña, es la de mayor biomasa cosechada, después de la granja San Fabián, aunque con menor extensión territorial, pero localizada en medio de las cuatro granjas al norte de el Parque.

El canal alimentador está formado por dos canales que inician en las estaciones de bombeo y vierten en la estanquería. El primer canal mide más de 4, 000 metros, y el segundo canal más de 8, 000 metros. Cada estanque consta de dos estructuras de llenado, muros y aleros de concreto para el control de entradas de agua de llano, recambio y vaciado de los estanques. El Parque Acuícola Cruz de Piedra cuenta con 150 estructuras de llenado y un dren de descarga, con 7,400 metros de largo, 44 metros de ancho y con profundidad máxima de 1.50 m; dicho canal bordeará el estero Bachoco y descargará directo al mar. También hay un humedal artificial, al extremo sur-poniente del área del proyecto, el cual colecta todas las aguas de recambio, para mejorar la calidad de las aguas residuales previo a su descarga al Golfo de California. (UEAC, 2008).

El Parque Acuícola Cruz de Piedra se encuentra operando en una superficie de 780, 000 Has. El proyecto Parque Acuícola Cruz de Piedra fue autorizado por el Instituto Nacional de Ecología a través de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental con el oficio D.O.O. DGOEIA 000686 el 25 de febrero del 2000, en sistema semiintensivo. Sociedades acuícolas, obtuvieron la transferencia de derechos y obligaciones, dada en el Oficio No. D.O.O.DGOEIA 005564, el 22 de septiembre del 2000 (DGOEIA, 2004).

El estudio se encausa al análisis de las unidades ambientales que más sufren el impacto por la actividad camaronícola en el ejido Cruz de Piedra, es por ello que se debe reducir la afectación limitando la magnitud de la actuación; por ello se recomienda rehabilitar la afectación, restaurando el medio afectado antes de que el daño sea irrecuperable.

Indicadores ambientales:

Para medir un impacto ambiental, es necesario el uso de indicadores, divididos en biológicos, químicos, hidrológicos, económicos, sociales y de infraestructura; para el presente estudio, la mayoría de los indicadores se obtuvieron de la manifestación de impacto ambiental de la ampliación de una de las granjas del ejido del caso de estudio. Los indicadores son un referente para medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biológico o socioeconómico. Se ha sugerido que los indicadores ambientales pueden utilizarse como herramientas para el seguimiento del estado del medio en relación al desarrollo sostenible o amenazas ambientales. Aunque algunos índices ambientales son complicados en sus estructuras matemáticas, debe recordarse que la simple comparación de datos puede ser útil (Canter, 1998).

Para el presente trabajo se contemplan tres indicadores ambientales biofísicos (el tratamiento de aguas residuales, las especies amenazadas y la producción de residuos), y tres indicadores ambientales social-económicos (crecimiento de la actividad económica, disponibilidad de servicios y población). Las fuentes bibliográficas, las variables con sus indicadores y resultados respectivos, se pueden ver clasificados en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.3 Indicadores ambientales para el cultivo de camarón en Cruz de Piedra

Variables	Indicadores	Resultado	Como se mide	Tipo de impacto negativo (no significativo, significativo pero recuperable o significativo pero irre recuperable)	Bibliografía
Biológicas	-Desmorte -Reducción de manglar -Saqueo de especies amenazadas -Aves migratorias	-30.56 Ha de deshierbe de vegetación halófila. -93.09 de Ha desmorte de vegetación de matorral (DGOEIA, <i>op. cit.</i>). -Ocupación del territorio de Especies amenazadas según la NOM-59-2010 DE SEMARNAT.	-Número de hectáreas desmontadas -Se enlistan las especies	-Negativo Significativo pero recuperable -Negativo Significativo y casi irre recuperable	-DGOEIA (2004) -Sarukhán (2012)
Químicas	-Materia orgánica proveniente de los cultivos (sólidos suspendidos)	-Eutrofización que provocan el agotamiento de oxígeno.	-Se suma las cantidades señaladas en documento de manifiesto de impacto	-Negativo Significativo pero recuperable	-DGOEIA (2004)
Hidrológicas	-Extracción de agua -Descargas de agua (calidad) -Infiltración -Calidad de agua: Geomorfología fluvial -Sedimentación -Depósito de grasa -Tratamiento de aguas residuales	-Terrenos dragados en gran parte de lo que hoy son las granjas	-Se suma las cantidades del documento de impacto -Con las entrevistas y encuestas	-Negativo Significativo pero recuperable	-DGOEIA (2004)

Económicas	-Producción acuícola por año -Agricultura	-Producción a la baja. -Agricultura en decadencia.	-Datos estadísticos de trabajo en gabinete y campo	-Negativo pero recuperable	-CONAPESCA (2015) -Entrevistas
Sociales	-Participación comunitaria -Capacidad de respuesta del gobierno -Disponibilidad de servicios públicos -Situación socioeconómica -Igualdad en oportunidades -Percepción de la contaminación	-Poca participación ciudadana. -Poca accesibilidad a servicios públicos. -Reducida oportunidad educativa. -Desigualdad marcada. -La mayoría no ve la contaminación como un problema	-Estadísticas en base a encuestas en campo	-Negativo pero recuperable	-Encuestas
Infraestructura	-Estanques, diques, canal de llamada (conexión al mar), estación de bombeo y área en zona federal marítimo-terrestre	-75 estanques en 6 granjas -Dren de descarga de 1.5 km -430,000m ² de tierra y agua	-Con la manifestación de Impacto ambiental de la camaronícola	-Negativo significativo pero recuperable	-DGOEIA (2004)

Fuente: elaborado en base a Canter, 1998.

Variables biológicas:

El uso de diesel para los motores que bombean el agua es considerable más no así un problema serio de contaminación atmosférica. Una afectación más marcada en el medio, es la que se efectuó cuando se prepararon los terrenos para la actividad acuícola, ya que se desmontó más de 90 Has de matorral y más de 30 Has de vegetación halófila. Es de suma importancia forestar la vegetación amenazada (matorral, vegetación halófila, etc.) Los manglares al sur de la zona costera, dentro del corredor pesquero bahía Guasimas–estero Lobos, están en un sitio prioritario de conservación de alta importancia para la biodiversidad marina. Los manglares son la unidad ambiental que más conservación necesita.

Algunas especies afectadas por el desmonte son el zacate liebrero, huichutilla, rama blanca, gobernadora, mezquite, brea, ocotillo, entre otros. Entre la vegetación herbáceas se afectó a el liebrero y salado. Y cactáceas como biznaga y choya. Además de la pitahaya dulce (*Lemaireocereus thurberi cactaceae*), biznaga (*Ferocactus acanthodes cactaceae*), el viejito (*Mammillaria dioca cactaceae*), mangle dulce (*Maytenus pyllanthoides celastraceae*), la gobernadora (*Larrea divaricata zygophyllaceae*), ocotillón (*Fouquieria macdougalli fouquieriaceae*), quelite (*Amaranthus palmeri amaranthaceae*), entre otros (DGOEIA, 2004).

Para fauna. Las especies afectadas debido a la nueva ocupación por parte de la camaronera donde era su habitat (en el estero Bachoco), son: lisa (*Mugil cephalus*), pargo (*Lutjanus colorado*), curvina (*Cynosción reticulatus*), sierra (*Scomberomorus sierra*), mojarra (*Diapterus peruvinus*), camarón (*Peneaus stylirostris*), jaiba (*Callinectes belicosus*), tiburón (*Mustelus californicus*), mantarraya (*Myliobatis californica*), caracol (*Muricantus nigritus*) y almeja (*Dosinia ponderosa*) (DGOEIA, *op. cit.*).

Según el documento de ampliación de la granja San Fabián, el saqueo de especies es otra repercusión muy importante, ya que en la zona encontramos animales que están bajo protección de la norma 059-SEMARNAT-2010. Especies amenazadas como la víbora de cascabel, el monstruo de Gila (ver figura 3.6) y

la coralillo (ver figura 3.8), fueron reportados en la zona pero debido a la actividad del cultivo de camarón, tuvieron que buscar otro lugar para vivir.

Las especies de fauna de aves que se reportan donde se ubica el predio del proyecto, son: tortolita (*Columbina passerina*), cardenal (*Cardinalis carndinalis*), pájaro carpintero (*Melanerpes uropygialis*), pelicano (*Pelecanus occidentalis*), cuitlacoche (*Toxostoma crissale*), entre otros (DGOEIA, *op. cit.*). Cabe mencionar que más a los alrededores, dentro del municipio de Guaymas, hay zonas de importancia para la conservación de aves, como estero El soldado o El cajón del Diablo. De suma importancia también es, el uso que tiene estos ecosistemas como los esteros, donde aves migratorias llegan a reproducirse, además de refugiarse y conseguir alimento como muchos otros animales.

Entre los mamíferos están los siguientes: mapache (*Procyon lotor*), gato montés (*Lynx fufus*), coyote (*Canis latrans*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y tejón (*Taxidea taxus*) esta última especie amenazada según la NOM- 059- SEMARNAT- 2010. Los reptiles que habitan el parque son: camaleón (*Phrynosoma mcalli*), víbora de cascabel (*Crotalus Lepidus*), monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*) y coralillo (*Lampropeltis pyromelana*), estas cuatro especies están amenazadas y protegidas según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Figura 3.8 Coralillo



Fuente: <http://www.municipiodenogales.org/castellano/Fauna/coralillo.htm>

La fauna de acompañamiento que se transporta en las aguas bombeadas son crustáceos y huevecillos de peces (DGOEIA, *op. cit.*). Además de contar con la repoblación de la medusa en zonas de eutrofización por acción de la acumulación de los desperdicios de las granjas camaroneras que necesitan tratarse.

Variables Químicas:

La camaronicultura es una actividad que afecta entre más descuidadas sean sus prácticas de manejo de residuos. A pesar de no contar con información en campo de muestreos de agua y suelo, se conoce de antemano, que esta actividad acuícola forma una gran cantidad de materia orgánica proveniente de los

camarones del cultivo, agua que no se trata en una planta y que contienen altas concentraciones de fenoles y compuestos orgánicos solubles que afectan tanto a la vegetación como a la fauna local, en especial la marina. Por la cantidad de camarón cultivado y la modalidad usada en ello, las granjas del ejido no representan una gran formación de altos contenidos de sustancias tóxicas, al menos no en proporción; ya que el modo de cultivo que prevalece es el semiintensivo.

La calidad de agua puede definirse en base a su caracterización físico-química y biológica. Los parámetros físicos incluyen color, olor, temperatura, sólidos, turbidez y contenidos de aceites y grasas. Según el índice general WQI, los colores propuestos para identificar la calidad de agua son: rojo-muy malo, naranja-malo, amarillo-medio, verde-bueno y azul-excelente (Canter, *op. cit.*). En trabajo de campo, el color se aprecia entre verde y azul, nunca amarillo. Además de los olores, sólo en zonas industriales se percibe con desagrado.

La composición típica de las aguas residuales domésticas sin tratar se considera con concentraciones fuertes a partir de los 850 mg/l de Sólidos disueltos totales (SDT), 350 mg/l de Sólidos suspendidos totales (SST), 400 mg/l de Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, 20° C (DBO, 20°C), 290 mg/l de Carbono orgánico total (COT) y 10^7 - 10^9 n°/100 ml en Coliformes totales (Canter, 1998). Dichos parámetros no se lograron conseguir para propósitos del estudio presente. Aunque en un futuro se prevé desarrollar el estudio más acabado. El abuso desmedido de antibióticos en los cultivos de riego, ha ocasionado aparición de bacterias resistentes en poblaciones microbianas, ya que los antibióticos persisten en el sedimento y en ambientes acuáticos por varias semanas después de su administración, lo que posibilita una afectación a las comunidades bacterianas sedimentarias y alteración a la circulación bioquímica de elementos como carbono, nitrógeno, fósforo y azufre; modificando la velocidad de degradación de la materia orgánica. Para producir 1m² de camarón se necesita: de .08 m² a 2.5 m² de bosque para la retención del CO² que produce además de 14 m² de ecosistema marino oceánico. También es necesario de 9.6m² a 160m² de agua de mar para crianza de post larva (Carvajal y Martínez, 2011). Esto quiere decir que para un cultivo intensivo, se necesita forestar, al menos lo que se necesita para el cultivo de camarón y sus repercusiones.

La vegetación genera un almacenamiento de agua más constante y abundante en el subsuelo, disponible para el abastecimiento humano. Por tanto, cualquier perturbación que se haga sobre la vegetación natural del bosque incidirá innegablemente en las propiedades hídricas (pérdida de capacidad para retener agua), físicas (alteración de su estructura con la consecuente disminución de la porosidad espesor del horizonte superficial) y químicas (disminución de carbono, nitrógeno y magnesio) de los andosoles (Capitanachi., 2000). En el caso del manglar, además de desalinizar el agua, forma una barrera contra la erosión del suelo y fenómenos meteorológicos.

Para materia orgánica (Eutrofización). El parque está dividido en seis granjas con una biomasa estimada a 540 toneladas al año; en conjunto las granjas cuentan con una biomasa cosechada de 2, 653.7 de toneladas para el año 2013. La zona de estudio, y en concreto el ejido Cruz de Piedra, en comparación con otras zonas del país,

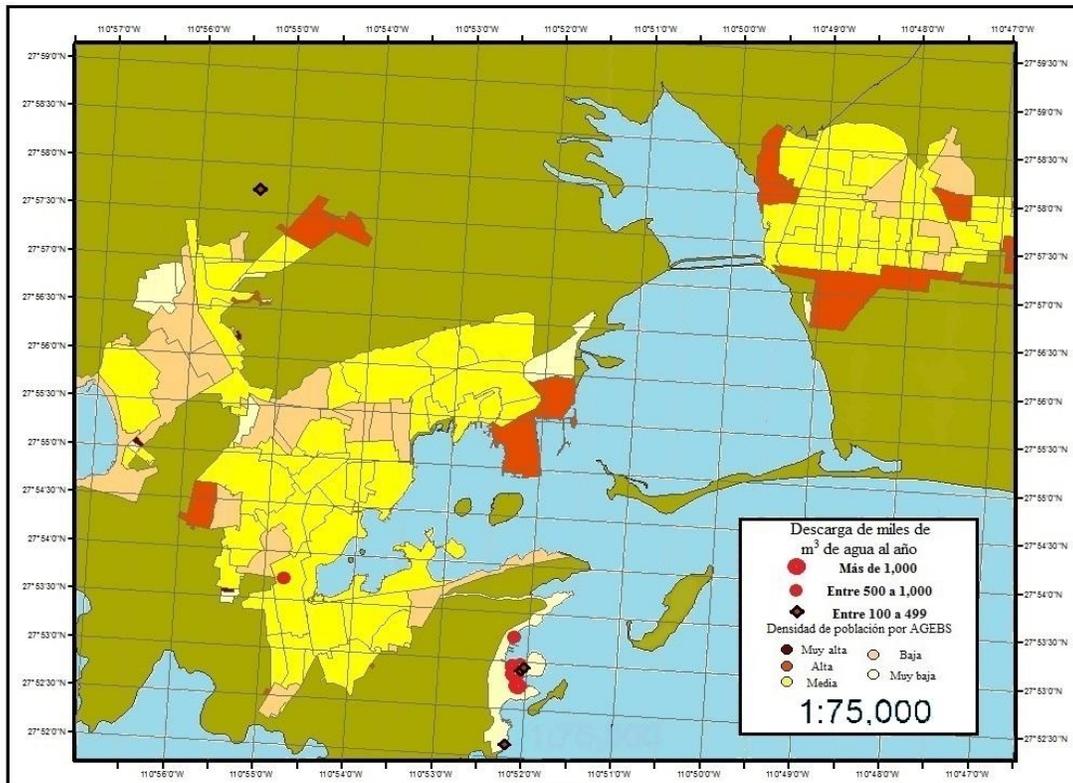
no representa una gran producción si se ve a municipios como Hermosillo o municipios del norte del estado de Sinaloa.

Variables Hidrológicas:

La extracción de agua es muy importante para casi cualquier actividad primaria y secundaria de la economía. El cultivo de camarón requiere enormes cantidades de agua y de buena calidad. Las características físicas del ejido Cruz de Piedra, son idóneas para el cultivo de camarón, ya que el clima permite trabajar sin contratiempos. El tipo de suelo es lo suficientemente impermeable para esta actividad. Además del abasto de un cuerpo de agua a corto alcance cuya calidad de agua ha sido señalada como buena.

Extracción de agua. El volumen de producción estimado (para 2004) es de 1,000 toneladas anuales, en ciclos de 9 meses (Marzo a Noviembre). El agua para el llenado de los estanques se extrae del estero el Bachoco en una cantidad estimada de 3.549 millones de m³ por ciclo. La cantidad de descarga se desconoce, aunque en la (Figura 3.9), se puede notar las descargas de aguas industriales relacionadas con la actividad procesadora de camarón, en algunos sitios combinado con el procesamiento de sardinas también.

Figura 3.9 Mapa de descargas de agua en la costa de la región Empalme-Guaymas por actividades relacionadas al camarón (procesamiento, congelación, etc.)



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010 y CONAGUA, 2015

Depósito de grasa. En México cerca del 85% de las descargas industriales se vierten directamente en los cuerpos de agua sin tratamiento previo; 73% de los cuerpos de agua del país presentan cierto grado de contaminación (Comisión Nacional del Agua, 2011 en Sarukhán, *op. cit.*).

En el caso de la zona de estudio, se puede apreciar la (imagen 3.9) y la (imagen 3.13) y comparar las zonas de descargas de agua con las zonas prioritarias de conservación marina, el resultado es contradictorio. Las actividades camaronícolas contribuyen a la degradación y pérdida de valores ecológicos, incluyendo las especies de animales y plantas, la diversidad de especies, y el funcionamiento del ecosistema (flujos de energía, ciclos de nutrientes y retención de agua) (Canter, 1998). Es necesaria la utilización de plantas de tratamiento, ya que el estero no puede concentrar tanta contaminación en el agua por sí mismo. La sedimentación es inevitable, lo que trae consigo la estabilidad en el agua, junto al depositamiento de residuos en el agua. Es necesario, por su condición de biodiversidad, tratar las zonas costeras con mayor cuidado, ya que aguardan una gran importancia biológica y ambiental.

Indicadores económicos:

Considerando la entrevista realizada al presidente del Ejido Cruz de Piedra, la situación que atraviesa la acuacultura de camarón en la región es alentadora, ya que la producción va en crecimiento y se viene realizando sin graves repercusiones al medio, hasta ahora. La agricultura, por lo contrario, ha entrado en decadencia, ya que el agua que se necesita no puede ser servida, pues los acuíferos están salinizados y los cuerpos de agua están salados o son muy periódicos.

Las encuestas nos indican que la zona de estudio vive un alto desempleo con un tanto de inseguridad; también se sabe del potencial turístico que hay pero no se logra desarrollar por la falta de inversión y la misma inseguridad que hay. Sin duda, Guaymas con la inversión necesaria, podría ser un puerto de altura por contar con elementos para la conservación, el turismo y su condición de centro portuario a nivel mundial.

Las estadísticas de CONAPESCA (2014), indican que aunque ha habido un incremento en la exportación nacional de camarón en los últimos años, en la zona de estudio ha decrecido la producción por la presencia de patógenos. También es de considerar que México a pesar de exportar camarón también esta importándolo, principalmente de Honduras y de China.

Indicadores sociales:

Tomando en consideración las 185 encuestas realizadas en 2012 y 2014, en la zona del presente estudio, la participación ciudadana es pobre y la respuesta del gobierno es escasa según la población encuestada, ya que la mayoría considera que el gobierno municipal (sobre todo el anterior), no sirvió en nada.

La disponibilidad de servicios públicos es relativamente baja, pues tomando en cuenta las poblaciones no urbanas, el acceso a la educación y la cultura es bastante limitado. Las oportunidades están muy inclinadas hacia los centros urbanos con ingresos económicos altos.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son elemento clave en los sistemas de abastecimiento y evacuación de aguas residuales. Dentro de los sistemas de aguas residuales, se deberán determinar en relación óptima al tamaño de las plantas de tratamiento necesarias respecto a la fuente y la calidad del agua que se va a tratar. La naturaleza de las aguas receptoras en las que se vayan a dispersar las aguas residuales y la configuración de la comunidad y sus zonas circundantes (Morris, 1996).

Las granjas de Cruz de Piedra, a pesar de contar con un zona dedicada a filtrar la contaminantes de las aguas residuales antes de su descarga al Golfo de California, carece de una planta de tratamiento, al igual que las demás camaronícolas de la región Empalme-Guaymas y del estado. Si bien, esto no es culpa de la sociedad, es un asunto que nos incumbe como sociedad. México hoy en día, no es un país cuya camaronicultura sea amigable ambientalmente. Incluso económicamente beneficia a muy pocos, sobre todo al sector cuyas inversiones son tan grandes como para amortiguar golpes de pérdidas económicas millonarias.

Dado la alteración a los organismos y su hábitat es necesario implementar programas de restauración y protección a especies amenazadas de la región, sobre todo las desplazadas para beneficio económico, ya sea de industria privada o ejidal. Las estrategias de corrección de impacto deben incluir un claro planteamiento de los objetivos de la reducción, una evaluación de los recursos de la zona afectados, un informe de la localización, elevación e hidrología del lugar, una descripción de que será planteado, donde y cuando, un plan de control y conservación, un plan de contingencia y una garantía de que el trabajo se realizará como está aprobado (Canter, 1998). En el caso del ejido Cruz de Piedra, se necesita un programa de restauración y protección de las especies ya mencionadas como amenazadas, desplazadas de su hábitat y con cierto cargo de estigma negativo.

3.2.1 Zonas de afectación ambiental

Un análisis de impacto ambiental debe ser lo suficientemente detallado para revelar la evaluación comparativa de los beneficios, costes y riesgos de la actuación (Canter, 1998). Los impactos causados por los proyectos en determinado lugar, pueden manifestarse en distintos sitios, por ello es importante una visión integral del territorio. En el caso del presente estudio, dado la importancia de la cantidad y calidad de agua, se considera vital la comprensión de los procesos que crean las masas de agua superficiales (ríos, estero, etc.).

Los contaminantes difusos, son las sustancias que pueden introducirse en los cauces receptores como consecuencia de zonas urbanas, zonas industriales, como por ejemplo, sedimentos que llegan al agua por escorrentía agraria, es decir, fuentes que no tiene un punto localizado de vertido. Las fuentes puntuales están relacionadas con vertidos específicos de complejos industriales, por ejemplo, compuestos que acceden al agua como consecuencia de vertidos de residuales de una industria (Canter, 1998).

Es importante establecer umbrales del recurso, ya que impactos adversos, superan estos umbrales y afectan el funcionamiento del ecosistema lo suficiente como para destruir el recurso al grado de hacerlo irreparable. Los efectos secundarios pueden llegar a ser más importantes que los directos, debido a alteraciones a las

instalaciones o a las actividades, por ello es necesario cambiar instalaciones y actividades de ser necesario para las condiciones del ambiente (*Ibid.*).

Carter (1998), plantea los estudios centrados en impacto ambiental en aguas superficiales, en seis etapas. La primera etapa es identificar los impactos, en cantidad y calidad, de las aguas superficiales del proyecto. En la segunda etapa se describe el estado del recurso del agua existente. En la tercera, la consecución de los estándares de cantidad y calidad de las aguas. La cuarta etapa es la predicción de impactos; la penúltima es la valoración del significado de los impactos, y la última etapa es la identificación e incorporación de medidas correctoras.

Las unidades espaciales que configuran espacios físicos diferenciados se han caracterizado como unidades ambientales. Resulta fundamental elegir indicadores que permitan una lectura diferenciada de las características del espacio (Capitanachi, 2000).

Las condiciones del medio ambiente sumadas a la organización interna de la sociedad, son los factores principales que inciden sobre la calidad de vida de las personas. La determinación de la calidad de vida se puede considerar a través de la dinámica de las relaciones de interdependencia e interacciones, expresadas especialmente de acuerdo a aspectos naturales y socioeconómicos.

La integración de los factores tanto naturales como urbanísticos, socioeconómicos y culturales, es una tarea que se debe de realizar de manera multidisciplinaria para que las conclusiones permitan tener una gama de combinaciones infinitas que finalmente se observan en el comportamiento espacial y social del ser humano.

La vegetación natural es el elemento vital indicador de las condiciones de deterioro del paisaje, es el soporte ecológico al estar proporcionando la materia y energía necesaria para establecer el equilibrio climático, hidrológico y edafológico, evitando de esta forma inundaciones, desabasto de agua en mantos acuíferos, erosión del suelo y pérdida de nutrientes (Capitanachi, 2000).

Para identificar los impactos, se ha utilizado matrices de interacción donde los efectos positivos y negativos ocurren en el mismo lugar. Las descripciones cualitativas se podrían asociar a la exposición del cambio de uso del terreno o del hábitat. Preparar la descripción cualitativa sobre las implicaciones del proyecto, requiere de un considerable esfuerzo de juicio profesional para su posterior predicción del impacto (Canter, 1998).

El conocimiento anticipado de este tipo de impactos, puede realizarse utilizando cálculos del descenso del nivel de agua en los pozos, otra cuestión relacionada con los impactos cuando se utilizan prácticas de desagüe (Cherry, 1979 en Canter, *op. cit.*). La biodiversidad proporciona grandes beneficios ecológicos y económicos. Su pérdida es reconocida como prioridad mundial, con profundas consecuencias ecológicas y económicas (CEQ, 1993, en Canter, 1998).

En la zona costera se da una interfase dinámica entre cuatro grandes sistemas: la atmósfera, el océano, el agua dulce y la tierra, cada uno con su respectivo funcionamiento. En la zona costera es donde los ambientes

terrestres se interrelacionan con los ambientes marinos. Todos ejercen influencia sobre la franja costera. Estas interacciones pueden ser el abasto de sedimentos, movimientos de olas, etc. Las plantas y animales que habitan estos ambientes se han adaptado a estos pulsos, así como las variaciones que alcanzan. El hábitat costero es sujeto a periodos de inundación, cambios de salinidad y temperaturas e incluso movimientos del sustrato (Carter, 1988 en Oyama, 2007).

La comunidad con mayor salinidad e inundación es la estuarina; cuando las condiciones son menos salinas se establecen los manglares y las marismas. Cuando la inundación y la salinidad son aún más reducidas, se trata de los humedales de agua dulce. Existen numerosas definiciones de zona costera, algunas se basan en límites físicos (influencia de marea o área de interacción entre tierra y mar), otras en el límite de la zona costera tierra adentro correspondiente al parteaguas de la cuenca; la definición más aceptada enfatiza las interacciones que se producen desde el océano hasta el parteaguas de la cuenca. La zona costera es vista como un paisaje constituido por una serie de elementos ligados al mar y otras a sistemas tierra adentro, lo que nos lleva a reforzar el enfoque del manejo costero desde la perspectiva de una unidad de manejo como es la cuenca (Oyama, *op. cit.*).

Unidades ambientales:

En las (Figuras 2.1 y 3.12) se aprecia la franja costera (menor a 100 metros de altitud) en el territorio de la región Empalme-Guaymas. La altitud de la franja costera de la zona de estudio, en promedio no rebasa los 100 metros, aunque hay formaciones del relieve al norte de la ciudad de Guaymas y en la parte noroeste del municipio guaimense, donde la altimetría rebasa los 400 metros.

El cerro Tetakawi, símbolo de San Carlos (Figura 3.10) fue bautizado por los yaquis como: cerro de la lengua bífida o de víbora; esta formación alberga las historias de sobrevivencia de las culturas seri y yaqui. Para los habitantes originarios de la región, el cerro representa fortaleza. Dicha formación del relieve (Figura 3.12) contiene un alto valor paisajístico; actualmente existe un turismo reconocido internacionalmente. Es un lugar único en el mundo, por la identidad que posee.

El cerro Tetakawi, también conocido como Tacale, no posee ninguna protección en el marco jurídico, con excepción de un límite de 60 metros para una construcción en dicha formación rocosa, por lo que su explotación comercial se da sin alguna medida seria para su regulación y cuidado a futuro.

El Tetakawi es un recurso estético, ya que consigue proveer reacciones de aprecio por parte del observador en términos de disfrute (Canter, 1998). Una zona que requiere protección debido a su belleza, y que requiere gestión especial.

Figura 3.10 Cerro Tetakawi

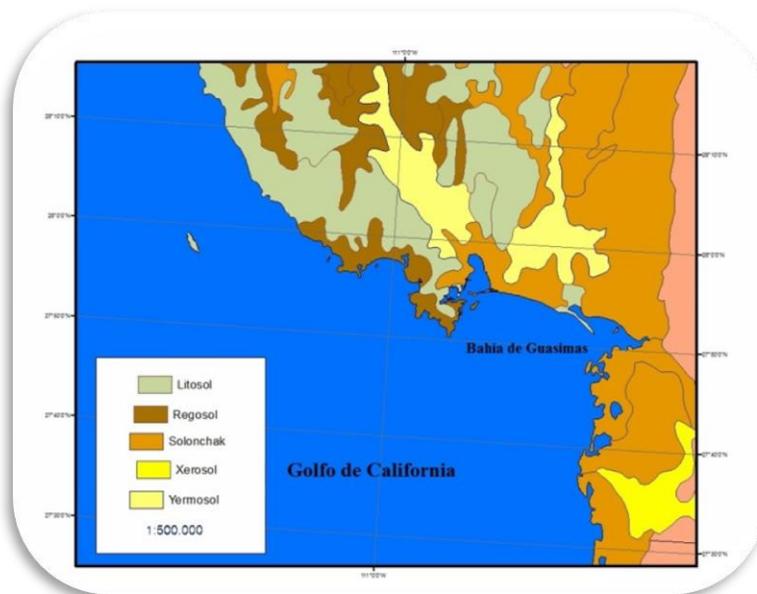


Fuente: <http://www.zonaturistica.com/tips-en/602/cerro-tetakawi-icone-de-san-carlos-y-guaymas.html>

El clima a lo largo de la zona costera es homogéneo, muy seco cálido; sólo la zona noroccidental costera tiene presencia de clima muy seco semicálido (ver Figura 2.2). La precipitación es de 200 a 300 mm al año en su gran mayoría. Solamente en la zona costera de Empalme y gran parte de la ciudad de Guaymas, la precipitación es de entre 100 y 200 mm al año (ver Figura 2.3).

En cuanto a la distribución del tipo de suelo, el litosol (con fertilidad mediana) y el regosol (con escasa fertilidad) se presentan al Oeste de la región; mientras que en el Este, el tipo de suelo solonchak (con altos contenidos de sal) es el de mayor presencia (ver Figura 3.11); cercano a la costa, al sur de la región, también hay suelo xerosol y yermosol, igualmente suelos salinos.

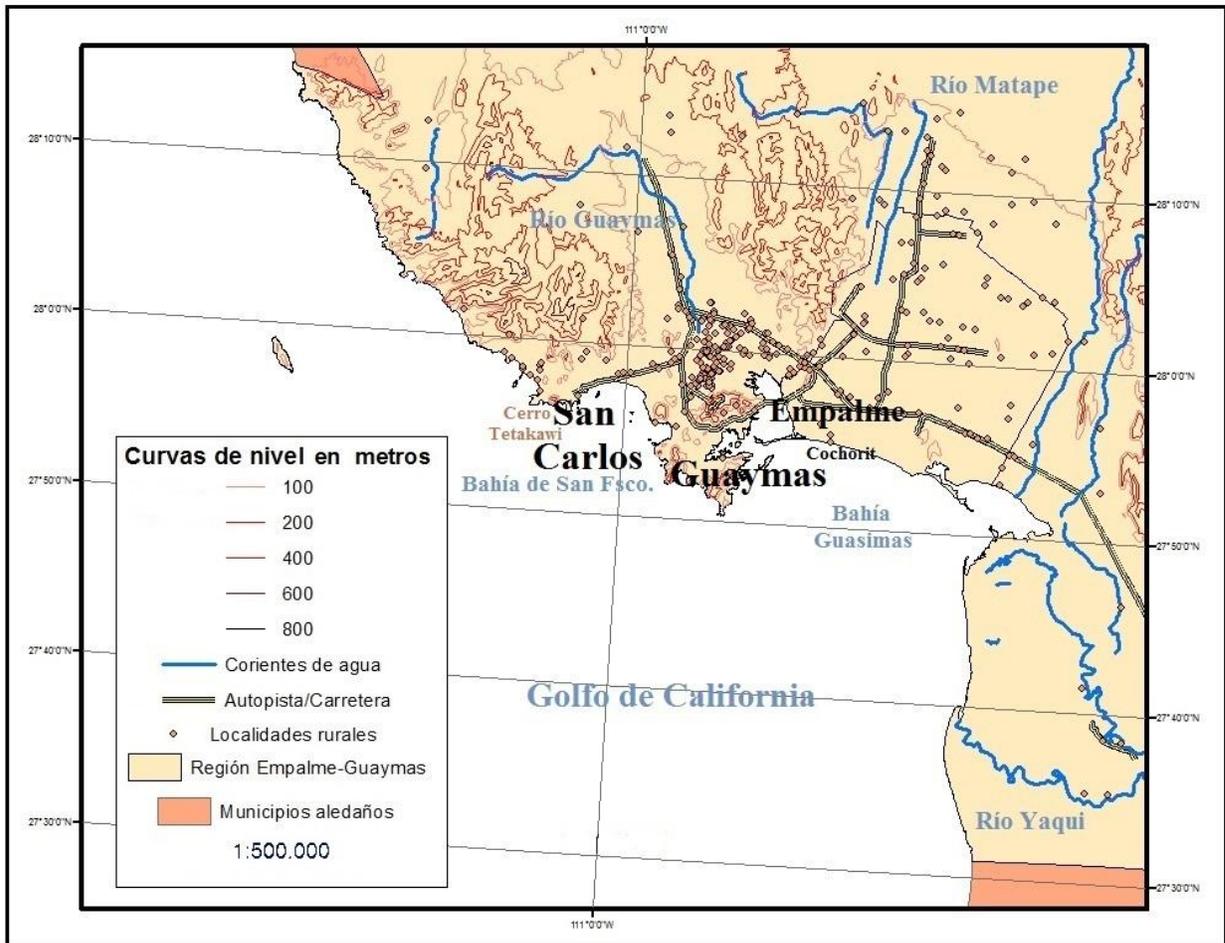
Figura 3.11 Mapa de tipos de suelo en la zona costera de la región Empalme-Guaymas



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

En la hidrografía de la zona costera de estudio, la parte centro es receptora de sedimentos con procedencia del río Matape (ver Figura 2.4) y el río Guaymas, los cuales desembocan en los límites municipales oeste entre los municipios de la región de estudio (ver Figura 3.12). El río Matape representa un río de mayor orden que el río Guaymas, ya que es alimentado por varios ríos tributarios. El río Yaqui, no menos importante, igualmente aporta sedimentos en el sur de la zona costera de la región de estudio.

Figura 3.12 Mapa de Hidrografía en la zona costera de la Empalme-Guaymas

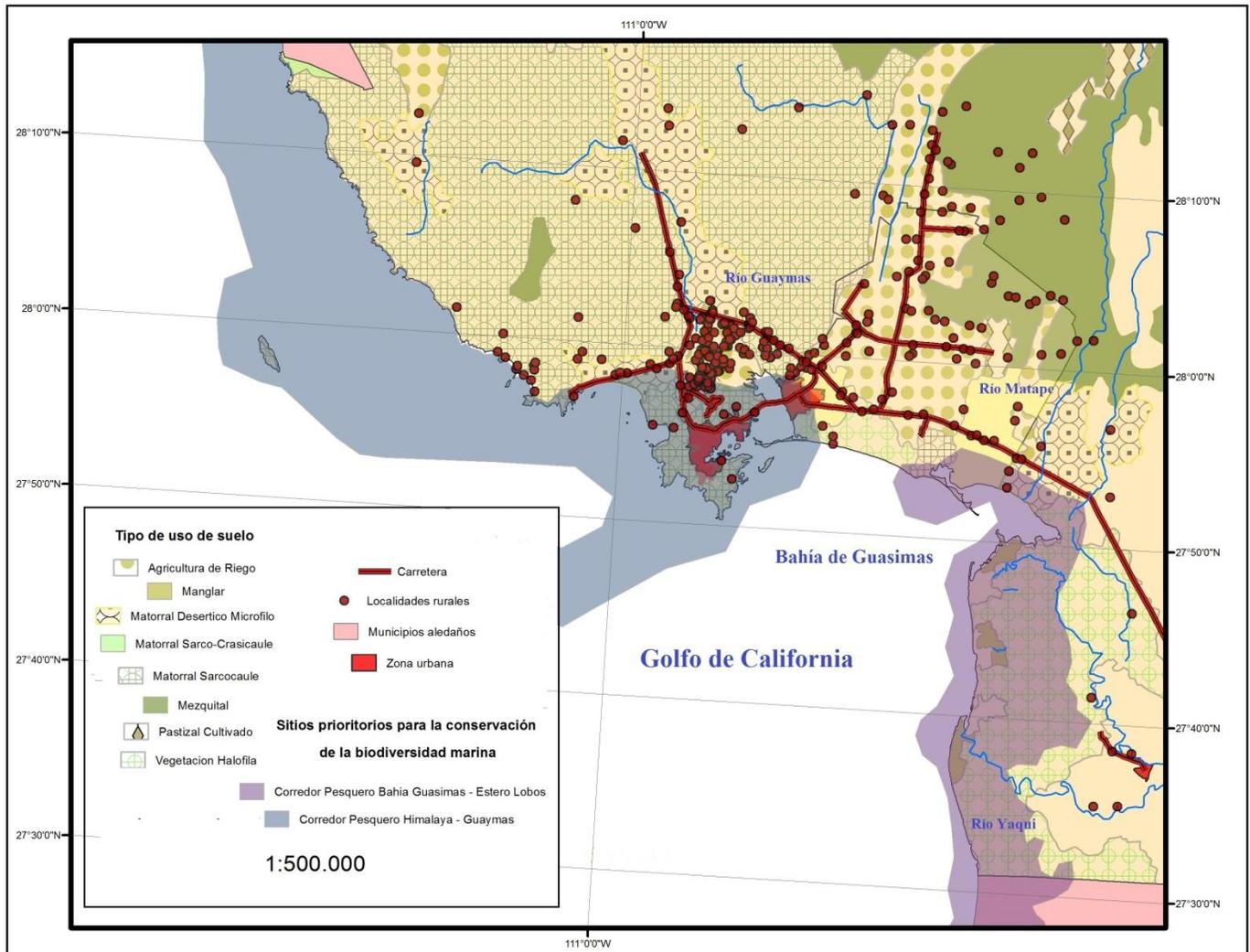


Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

La vegetación a lo largo de la costa, es en mayoría matorral sarcocraule (bosque espinoso), esto por la altitud de la zona (menor a 800 mts. s.n.m.), aunado al clima seco que favorece las condiciones para el desenvolvimiento sólo de vegetación apta para ua exposición solar intensa, así como grandes variaciones de temperaturas, entre el día y la noche, característico del desierto. El matorral sarcocraule de la zona, cuenta con especies endémicas y de diversas utilidades, de alimento, para artesanías, para construcción, medicinas, etc.; se encuentra desde la parte más al oeste de la zona de estudio, hasta los límites orientales de la ciudad de Guaymas, con algunos resquicios en el centro de la costa de Empalme (Figura 2.5).

La vegetación halófila se distribuye desde la costa oeste de Empalme hasta la parte sur de la costa guaimense, en donde logra mayor cobertura (Figuras 3.13 y 3.15). En menor medida hay mezquital, matorral desértico microfilo y zonas de agricultura de riego cercanas al norte de Guaymas (ciudad) y la mayoría del municipio de Empalme, sobretodo en el centro.

Figura 3.13 Mapa de sitios marítimos de conservación y uso de suelo en la costa de la región de estudio



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

Una reducida porción del terreno al sur de la zona costera está compuesta por manglares, dentro del corredor pesquero bahía Guasimas–estero Lobos. Dicho corredor, es un sitio prioritario de conservación de alta importancia para la biodiversidad marina (ver figura 3.13).

El otro corredor pesquero de la región, es el Himalaya-Guaymas, también sitio prioritario de conservación aunque de importancia mediana. Los manglares son la unidad ambiental que más conservación necesita, dada sus múltiples funciones y afectaciones. Como se aprecia en el mapa anterior, la mayor parte del municipio de Empalme es dedicado a la agricultura de riego.

Las principales actividades productivas de la zona costera son: la industria maquiladora, para el caso de la ciudad portuaria de Guaymas, el turismo en San Carlos (Nuevo Guaymas) y en el caso del municipio de Empalme, las actividades primarias como agricultura y ganadería, son las de mayor ocupación laboral de la población. Las características físicas y biológicas, junto con la actividad humana principal, en cada una de las seis unidades ambientales determinadas en la franja costera de la región Empalme-Guaymas, se muestran clasificadas en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.4 Unidades ambientales de la región y sus características

Unidades ambientales	Geología	Relieve	Clima (Precipitación / Temperatura)	Agua	Suelo	Flora	Actividades humanas
1. Vegetación halófila	Ciénaga salina	Llanura costera	Muy seco cálido (200 a 300 mm al año / 22 a 24°C)	Río Yaqui	Solonchak	Humedales	Pesca de sardina
2. Matorral desértico microfilo	Conglomerado	Bajada con lomerío	Muy seco cálido (100 a 300 mm al año / 22 a 24°C)	Río Matape	Solonchak	Mezquital desértico	Ganadería
3. Matorral sarcocraule	Ígnea extrusiva ácida	Sierra escarpada compleja	Muy seco cálido (100 a 300 mm al año / 20 a 24°C)	Río Matape	Litosol	Matorral sarcocraule	Industria maquiladora
4. Zona urbana	Ígnea extrusiva básica	Sierra escarpada compleja	Muy seco cálido (100 a 300 mm al año / 22 a 24°C)	Río Guaymas	Litosol	Matorral sarcocraule	Comercio y transporte
5. Manglar	Ciénaga salina	Llanura deltaica	Muy seco cálido (200 a 300 mm al año / 22 a 24°C)	Río Yaqui	Solonchak	Mangle	Pesca de consumo local
6. Esteros	Conglomerado	Bajada con lomerío	Muy seco cálido (100 a 300 mm al año / 20 a 24°C)	Río Matape	Litosol	Humedales	Acuicultura (infraestructura y actividad)

Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

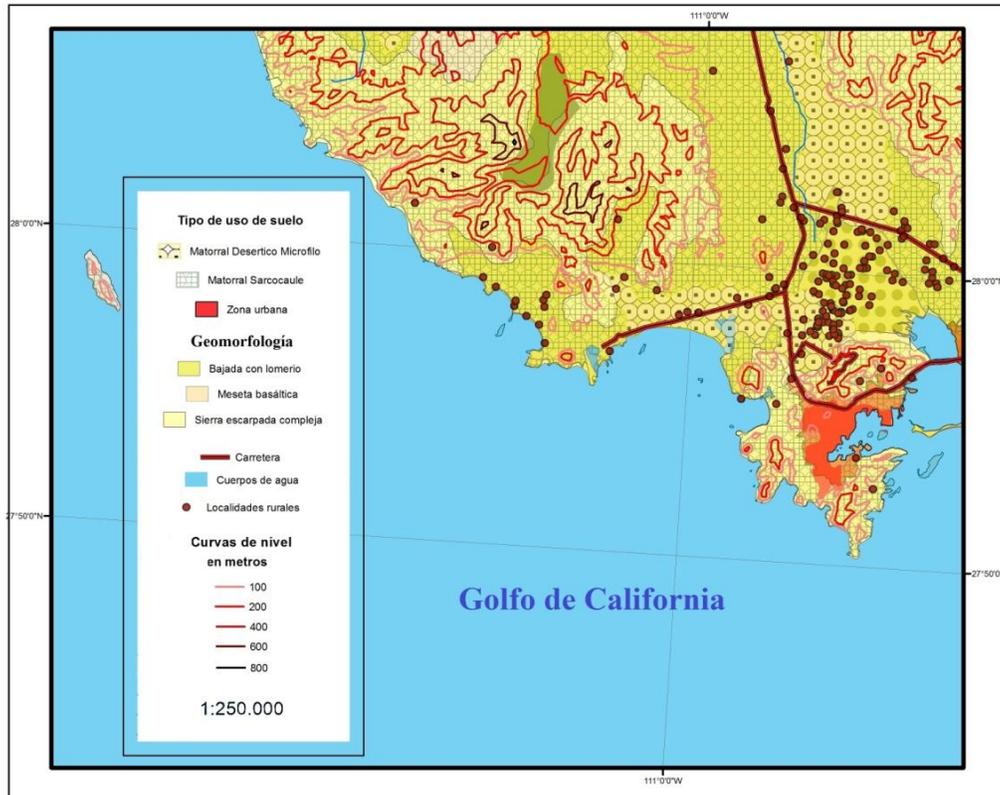
La geología de la franja costera es en su mayoría ígnea extrusiva, sobre todo en la parte occidental de la zona costera de estudio, acompañada de una geomorfología escarpada y con llanuras costeras y deltaicas al oriente. La oscilación climática anual promedio es de 22 a 24°C en su mayoría y la precipitación no rebasa los 300

milímetros al año. La hidrología es abarcada principalmente por los ríos Matape, Yaqui y Guaymas, aunque existen aportaciones del río Sonora, Mayo y una pequeña porción del río Fuerte.

El tipo de suelo a lo largo de la franja al ser solonchak, complica la realización de actividades agrícolas, aunque ciertas zonas poseen un suelo litosol; el cual logra brindar los nutrientes necesarios para algunos cultivos como maíz, que son para consumo local. La vegetación en su mayoría es de zonas semiáridas y desérticas, presentando una fauna diversa. Aunque el clima ocasiona que la vegetación predominante sea matorral, destaca la vegetación halófila y los sitios de manglar dentro de la vegetación halófila, al sur de la región. Estas unidades cuentan, con una fauna marina diversa, misma que se ve afectada por la pesca clandestina y las grandes embarcaciones de sardina. La actividad pesquera sigue teniendo presencia en la zona, aunque bajo un segundo término, ya que la industria maquiladora de la ciudad, logró acaparar gran parte de la fuerza de trabajo de la zona urbana de Guaymas y sus alrededores, con un abastecimiento de mano de obra cada vez más barata.

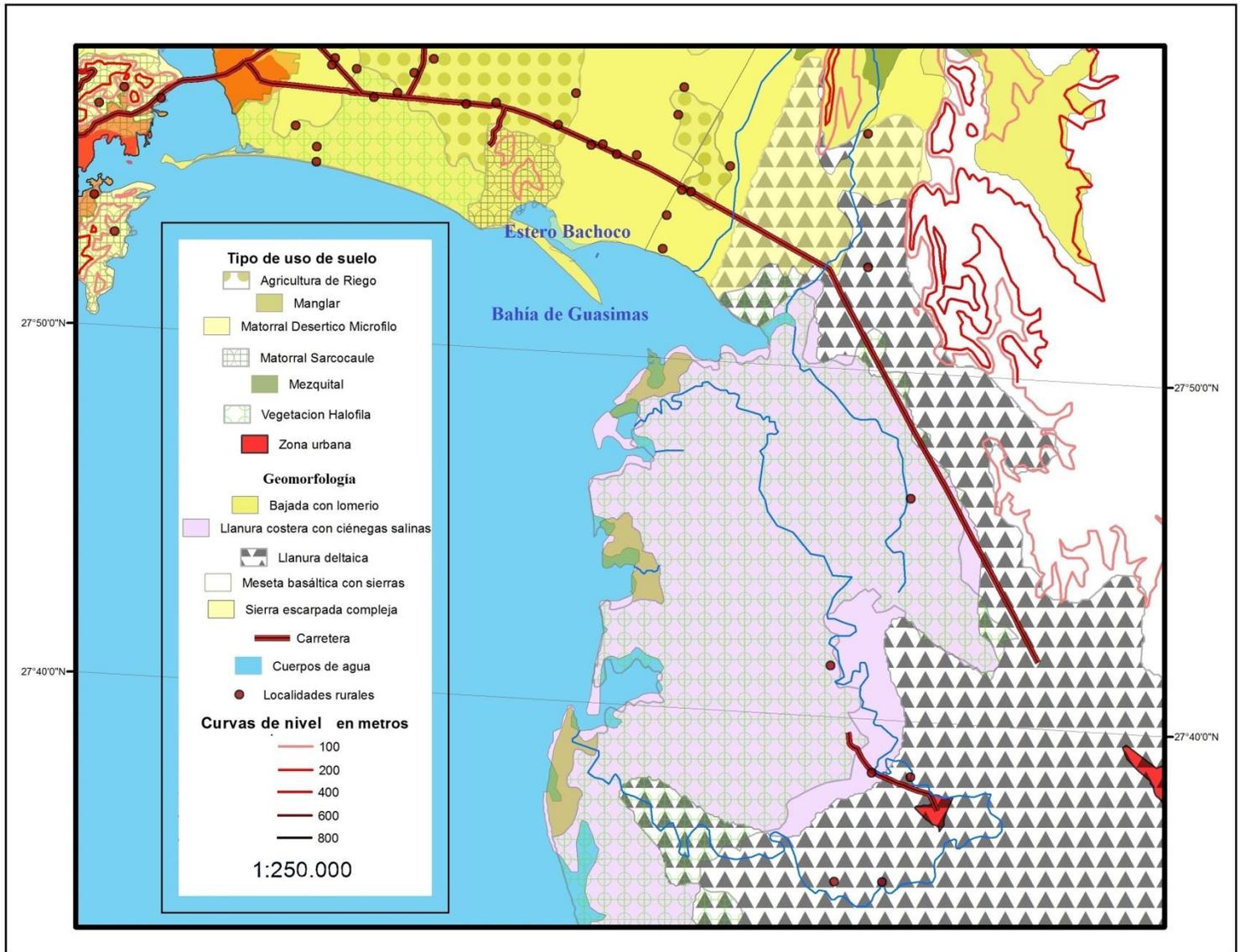
Las unidades ambientales de la región de estudio para el presente trabajo, fueron clasificadas por las características observadas en el cuadro anterior. En las (Figuras 3.14 y 3.15) se puede ver cada una de las unidades así como las características que las determinan con sus respectivos usos de suelo.

Figura 3.14 Mapa de Unidades Ambientales en la costa noroeste de la región Empalme-Guaymas



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

Figura 3.15 Mapa de Unidades Ambientales en la costa sureste de la región Empalme-Guaymas



Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

La zona contigua al mar se ha alterado por contaminación procedente de la industria que modifica el intercambio de agua y de los sedimentos provenientes de las zonas de humedales; ocasionado un desabasto de agua y descarga contaminada de la misma al mar. Para determinar los impactos ambientales dentro de la zona costera de la región Empalme-Guaymas, se utilizaron criterios ambientales como calidad de suelo, estado de la vegetación, etc., mismos que se basan en la consulta de gabinete y la observación en campo; así como en la información brindada por la ciudadanía mediante encuestas y entrevistas.

Las afectaciones a los ecosistemas de la región, se cuantifican de menor a mayor, según el grado de alteración y se clasifican en actividades; la diferencia de impactos entre ecosistemas y actividades se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.5 Afectación ambiental en la zona costra (Matriz de análisis de conflicto)

Ecosistema / Actividades	Matorral sarcocraule	Vegetación Halófila	Matorral desértico microfilo	Manglar	Zona urbana	Estero	Playa	Isla
Conservación	6	8	6	4	2	6	4	10
Extracción de agua	4	6	2	6	8	10	4	0
Agricultura	4	2	2	0	2	2	0	0
Pesca	6	8	6	6	2	2	6	0
Industria	8	6	2	4	10	2	0	0
Acuicultura	6	6	4	6	0	10	6	4
Asentamientos humanos	8	2	4	2	10	2	4	0
Recreación	4	6	6	8	4	6	8	4
Carretera federal	6	2	2	0	6	0	4	0
Camino locales	8	2	4	2	10	4	6	0

Fuente: elaborado en base a Oyama y Castillo, 2007.

La conservación en la región de estudio, fue observada con mayor presencia en paisajes de matorral sarcocraule, aunque las islas de la región, debido a que se encuentran bajo protección especial, son un terreno sin explotar y de acceso restringido. La contaminación de suelo y agua en las zonas urbanas de la región es muy notoria, al igual que en zonas industriales de la ciudad de Guaymas. La extracción de agua se da principalmente del subsuelo y en el caso de la industria camaronícola, la fuente de abastecimiento por excelencia son los esteros. La agricultura, no representa una problemática real en la contaminación de la zona costera de la región de estudio, aunque se desconoce si los químicos de esta actividad repercuten en especies cercanas a la zona de conservación de biodiversidad marina.

La pesca además de ser una actividad en decadencia, es llevada a cabo muchas veces sin el cuidado y la reglamentación adecuada. La cantidad de cardúmenes de sardina en la región, es tan atractiva que el tamaño de embarcaciones para la pesca es de almacenamiento para decenas de toneladas. Esta práctica ha sido señalada negativamente por la forma deliberadamente con la que capturan delfines ‘accidentalmente’ al pescar las sardinias. La pesca también se realiza en las playas de una forma más artesanal, y más amigable con la naturaleza.

La actividad acuícola (sobre todo la de modo intensivo), afectan a todas las unidades ambientales, en menor grado a las islas, manglares, la vegetación halófila, el matorral sarcocraule y desértico. El ecosistema más repercutido por la camaronicultura es el estero. La posibilidad de poder usar las zonas de manglar como un espacio de recreación son muy limitadas, dado la pequeña porción de cantidad de mangle que aún queda, y lo sensible que puede ser este ecosistema, que puede alterarse con un flujo importante de personas. La utilidad que posee esta vegetación no puede pasar por desapercibido, ya que representa una fuente importante de agua potable, así como refugio de especies migratorias que viven o pasan alguna etapa importante de su ciclo de vida, en ese sistema ecológico. La vegetación halófila puede ser usada para el cultivo de camarón pero bajo una modalidad de cultivo extensiva, ya que al camarón la llegamos a encontrar de forma silvestre. Las carreteras las encontramos conectadas con Guaymas, Empalme y Cd. Obregón. Los caminos locales en la zona urbana misma que posee una vegetación predominante de matorral sarcocraule.

3.2.2 Medidas de mitigación, compensación y conservación

La construcción de granjas camaroneras en áreas costeras es la mayor causa de reducción del mangle en el mundo (Pérez, 2003 en Meléndez, 2005). Es por ello que la unidad ambiental a la cual se le tiene que proveer de mayor seguridad con medidas de mitigación, compensación y conservación, es al manglar. Una buena percepción de las relaciones entre la salud de las poblaciones en cultivo, el medio ambiente y los mecanismos de infección que puedan causar brotes de enfermedades, es fundamental para la efectividad de cualquier medida de bioseguridad (Ching, 2011 en Espinosa, *op. cit.*).

Por un lado, el cultivo intensivo ofrece nuevas divisas de un mercado mundial en crecimiento. Por otro lado el cultivo semiintensivo de camarón cultivado puede abastecer un mercado nacional, igualmente en crecimiento. La utilización del recurso tierra, para la camaronicultura, se encuentra debajo de las potencialidades con que se cuenta en el país. La camaronicultura mexicana, a pesar de contar con una línea de costa mayor que países de Latinoamérica como Ecuador, se ha reducido el grado de competitividad por la poca presencia en los mercados mundial.

Según especialistas en Biología, la aplicación de antibióticos a través de la dieta y de desinfectantes a bases de sales cuaternarias es recomendada para reducir los microorganismos patógenos; pero se considera necesario realizar estudios científicos que evalúen estas prácticas de producción. La oxitetraciclina (OTC) ha demostrado ser efectiva en las granjas camaronícolas en el tratamiento de enfermedades bacterianas como Vibriosis, Hepatopancreatitis Necrotizante y Furunculosis (Prescott et *ál.*, 2000 en Espinosa, 2012).

Aunque de los problemas generados por el uso de OTC en la producción de camarón de cultivo son los residuos en el producto que llega al consumidor (Cabello, 2006). Estos pueden afectar la flora intestinal humana de diversas maneras. Existen compuestos químicos formulados con sales cuaternarias de amonio (QAC). Concentraciones moderadas de QAC que inhiben la respiración de la membrana celular. Concentraciones altas de estos compuestos destruyen a la célula, ya que le ocasionan una desintegración de las membranas, y la coagulación de las proteínas y ácidos nucleicos (Tezel, 2009 en Espinosa *op. cit.*).

Se ha reportado, además, que las QAC pueden provocar dermatitis y tener un efecto bronco constrictor en personas asmáticas. En humanos, las intoxicaciones con este compuesto pueden provocar la muerte si se ingieren concentraciones mayores de 100 mg/kg (Hitosugi, 1998 en Espinosa, 2012).

El abuso desmedido de antibióticos ha ocasionado aparición de bacterias resistentes en poblaciones microbianas, ya que los antibióticos persisten en el sedimento y en ambientes acuáticos por varias semanas después de su administración; lo que posibilita una afectación a las comunidades bacterianas sedimentarias y alteración a la circulación bioquímica de elementos como carbono, nitrógeno, fósforo y azufre; modificando la velocidad de degradación de la materia orgánica. La resistencia de las bacterias a la OTC (oxitetraciclina), es resultado del uso desmedido del antibiótico en las granjas camaronícolas, donde las bacterias expuestas a este antibiótico desarrollan mecanismos de resistencia que evitan la acción bacteriostática del compuesto. (Espinosa, *op. cit.*).

Durante el periodo de muda, los camarones presentan mayor susceptibilidad a los microorganismos patógenos que anidan en el agua y en el sedimento de los estanques. En centros biológicos, se han estudiado alternativas globales para reducir el problema de enfermedades, algunas alternativas son:

a) el enfoque ecológico, el cual consta de un manejo de sistemas de cultivo a bajas densidades de siembra, que mantiene un equilibrio con los procesos y funciones del ecosistema, b) la alternativa tecnológica, que corresponde a sistemas intensivos con selección genética, con uso apropiado de antibióticos y un manejo del sistema íntegramente, c) establecer guías de buenas prácticas para el uso de compuestos químicos, d) regular los desechos vertidos al ambiente, utilizando estándares de calidad (límites de desechos vertidos y calidad de los mismos) y e) monitorear periódicamente por si aparece un cambio ecológico (GESAMP, 1997 en Espinoza, 2012).

El costo típico de producción, operando un proyecto a plena capacidad debe abarcar los costos de la infraestructura, manejo de estanque, alimentación de los camarones y los costos financieros. Los rubros de mayor magnitud son la construcción de los estanques, costos de operación, servicios profesionales y los costos financieros. De acuerdo a los costos actuales la construcción de una hectárea de estanque que incluya maquinaria y mano de obra se estima en 17,000 y 22,000 dólares/ha. Los otros costos varían dependiendo de la intensidad del cultivo, la topografía del lugar, el tipo de manejo técnico. La vegetación natural juega un papel muy importante en la estabilización del suelo, principalmente en zonas con pendientes como las laderas. El proceso de urbanización incrementa la magnitud y la frecuencia de las inundaciones, aumentando las superficies altamente impermeables, impidiendo la infiltración de agua y ocasionando escurrimientos de agua que llegan a saturar los drenajes (Betancourt, 2006).

El rápido y desordenado crecimiento de muchas ciudades ha provocado la ocupación desmedida del entorno natural y de cultivos, por población marginada. En condiciones de un alto precarismo en vivienda y servicios urbanos, esta ocupación ha generado espacios segregados física y socialmente. El óptimo de población

únicamente puede existir mediante un equilibrio estático entre el número de habitantes y los recursos de que estos disponen durante cierto lapso de tiempo y en un espacio determinado (Capitanachi, 2000).

El conocimiento de la importancia que tiene la vegetación de los humedales (manglares y popales) en la productividad del cuerpo de agua y de manera indirecta en la captura pesquera, hace que los mismos pescadores protejan estas comunidades vegetales y emprendan acciones de restauración. Promoción de relaciones con los productores cuenca arriba y soluciones a los problemas de contaminación del agua generada en otras áreas (Oyama y Castillo, 2007).

Según Espinosa (2012), la principal preocupación para la salud humana sobre el uso de antibióticos y otros compuestos químicos en la producción acuícola, se basa en el incremento de bacterias resistentes y la transferencia de esta resistencia del ambiente acuático al terrestre, donde pudieran originarse cepas altamente inmunes a los antibióticos capaces de causar enfermedades en los humanos.

Medidas para mitigar y conservar en la zona de estudio:

La Región Mar de Cortés cuenta con 386 000 Ha potenciales para la construcción de estanqueras de camarón. Sinaloa representa 66.3% y Nayarit 15.5%. Sonora posee 10.3% de esa superficie potencial nacional. La superficie potencial para la camaricultura en el mar de Cortés es un recurso sin aprovechar, por la falta de decisión económica del gobierno para extender la frontera de posibilidades de producción. Las plantas de tratamiento de aguas residuales son elemento clave en los sistemas de abastecimiento y evacuación de aguas residuales. Dentro de los sistemas de aguas residuales, se deberán determinar en relación óptima al tamaño de las plantas de tratamiento necesarias respecto a la fuente y la calidad del agua que se va a tratar. La naturaleza de las aguas receptoras en las que se vayan a dispersar las aguas residuales y la configuración de la comunidad y sus zonas circundantes (Morris, 1996). La zona de estudio, a pesar de contar con un espacio dedicado a restar contaminantes a las aguas residuales antes de ser vertidas al Golfo de California, carece de una planta de tratamiento, al igual que las demás camarícolas de la región de estudio.

Con base en estudios socioeconómicos, en granjas acuícola de Sonora y Sinaloa, se demostró que para disminuir el riesgo económico en las actuales prácticas de camarón a nivel semiintensivo, trabajar a bajas densidades de siembra es una estrategia adecuada, y la duración del ciclo de cultivo dependerá de otras variables que se manejan a lo largo del ciclo, siendo la más importante la aclimatación (Espinosa, 2012).

Se debe identificar, desarrollar e incorporar las medidas de corrección apropiadas para los impactos adversos. Según (Marshall, 1991), utilizar humedales artificiales para controlar contaminación relacionada con nutrientes, pesticidas y sedimentos es una medida correctora (Canter, 1998) Las medidas de mitigación, compensación y conservación de la zona del ejido Cruz de Piedra, así como sus unidades ambientales (véase imagen 3.13), se muestran de forma sintética en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.6 Medidas para mitigar y conservar el parque Cruz de Piedra, según unidad ambiental

Unidad Ambiental	Deterioro ambiental	Medida de mitigación	Medida de compensación	Medida de conservación
Vegetación Halófila	Terrenos deshierbados	-Evaluar los efectos de los antibióticos en comunidades vegetales	-Hacer funcionar las plantas de tratamiento de aguas residuales	-Moderar el uso de antibióticos -Educación ambiental
Matorral desértico microfilo	Terreno desmontado	-Terminar el saqueo de cactáceas	-Forestación de cactáceas	-Colocar anuncios que inciten a cuidar el ambiente
Matorral sarcocraule	Terrenos desmontados	-Terminar el saqueo de cactáceas	-Forestación de cactáceas	-Colocar anuncios que inciten a cuidar el ambiente
Manglar	Terrenos dragados	-Evaluar los efectos de los antibióticos en comunidades vegetales	-Hacer funcionar las plantas de tratamiento de aguas residuales	-Moderar el uso de antibióticos y el vertido de aguas procedentes de estanqueras -Educación ambiental
Estero	Terrenos dragados	-Medidas de bioseguridad para evitar brotes de enfermedades	-Hacer funcionar las plantas de tratamiento de aguas residuales	-Trabajar con densidades de siembra más bajas -Moderar el uso de antibióticos

Fuente: elaborado en base a INEGI, 2010

Para el control del agua de las plantas de procesamiento se requiere un plan nacional de sanidad acuícola que contemple: vínculos internacionales, cuarentena, implementación de medidas de bioseguridad, vigilancia, monitoreo y reportes, programa de preparación y respuesta, conocimiento con conciencia, investigación, legislación, políticas y recursos financiero (Quintero, 2012). Para el Parque Acuícola Cruz de Piedra, la implementación de medidas de bioseguridad ha sido llevada a cabo sin problema alguno aunque en el 2013 se vieron afectados por primera vez, por un virus que se cree que llegó con la postlarva.

La inundación es un peligro común que comparten las plantas de tratamiento de aguas. Frecuentemente, las fuentes de aguas y las aguas receptoras se encuentran próximas y pueden en ocasiones conducir flujos de inundación de magnitud considerable. Entre las diferentes formas de proteger las plantas vulnerables se

encuentran: la construcción por encima del nivel máximo de las aguas, rodear de diques, construir herméticas las estructura de los sótanos y ubicar el equipo delicado sobre el nivel de inundación (Morris, 1996). Para la zona del Parque Acuícola Cruz de Piedra, una inundación puede representar un grave peligro al abrir la posibilidad de salinizar los pocos suelos fértiles que quedan en el Ejido, mismos que trabaja la población local, la cual sobrevive con esta actividad (actividad primaria), que es de las menos remuneradas bajo la lógica del capital internacional.

Tanto la zona de estudio, como el país en general, necesitan mayor capacidad de producción de laboratorios, con una oferta que proporcione semilla de calidad, manteniendo como tendencia precios estables o procurando evitar el aumento exagerado de ellos. Con relación a la industria de laboratorio para la producción de postlarvas de camarón, según Mendoza (S/A), las semillas salvajes son como una fuente de abastecimiento, aunque no es recomendado, pues ahora hay semilla de camarón en ciclo cerrado para lo cual se requiere de la disponibilidad de reproductores. México en 1998, tenía nueve laboratorios de postlarvas de camarón de pequeña escala, 18 de mediana y tres de gran escala. De ellos, a la Región Mar de Cortés le corresponden 25, se sabe que 18 de ellos están en funcionamiento y siete fuera de operación. No hay una tarea de verificación y promoción todavía por parte de las instituciones públicas encargadas de ello.

El factor más limitante del crecimiento de la camaronicultura es la insuficiencia en cantidad y calidad de postlarvas. A pesar del acelerado crecimiento mundial de esta industria, existe una desabasto de postlarvas (Arcos, 2004). Para la zona del ejido Cruz de Piedra, la falta de un abastecimiento de postlarva no es la excepción. Es recomendable contratar un seguro acuícola, previniendo pérdidas económicas por contagio de patógenos infecciosos. Se exhorta a trabajar con una planta de tratamiento de aguas residuales.

Parámetros y medidas recomendadas en general:

Acorde con los sistemas de producción en la Región Mar de Cortés, según Mendoza (*op. cit.*), se encuentra que el modo intensivo, es el que requiere de la más alta tecnología, lo práctica únicamente el sector privado, y el extensivo, el de más baja tecnología, está a cargo del sector social. En cambio, en el sistema semi-intensivo participan ambos sectores pero sobresale el social en cada una de las entidades que comprende esta región. La superficie en Has, por sistema de producción de cultivo de camarón y por entidad en 1998, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.7 Superficie en Has de los distintos sistemas de cultivo de camarón en el país

<u>Entidad</u>	Intensivo	Semiintensivo	Extensivo
Sonora	5	4,585	-
Sinaloa	354	16,516	4,062
Nayarit	187	3,743	801
Total	556	5	4,863

Fuente: elaborado en base a Mendoza, S/A

La ingeniería utilizada para el diseño y para la construcción de la superficie presenta deficiencias marcadas, principalmente en aquellas donde se practica el sistema de producción semiintensivo, pero más donde se practica el extensivo. Lo característico de estas deficiencias técnicas es que son mucho más graves y notorias en la superficie que le corresponde al sector social. Son deficiencias producto de la falta de recursos y servicios que han conducido a un mal diseño de las granjas y una mala calidad en su construcción, afectando los volúmenes de producción. Se aplican técnicas inadecuadas que inciden en una considerable mortalidad, el cambio de microclima expone a una mayor mortandad. La alta disposición a contraer enfermedades por bahías y esteros contaminados por los drenajes agrícolas y por los desechos industriales (*Ibid.*)

Según estudios biológicos, llevados a cabo en Baja California, las hembras de camarón que desovan dentro de los primeros 10 días, después de la ablación, presentan una alta probabilidad de tener más de un desove, y aquellas que no desovan dentro de estos 10 días, tienen menos posibilidad de desove al sólo presentar un desove por lo general. Debido a que no todas las hembras que desovan dentro de los primeros 10 días después de la ablación son múltiples desovadoras, fue necesario determinar otros caracteres que pudieran ser complementarios. Las hembras con un mayor número de desoves y huevos presentaron un mayor peso y longitud (Arcos, *op. cit.*).

En laboratorios comerciales de maduración se ha identificado que solo una baja proporción de hembras (aprox. 15%), tienen la capacidad de desovar múltiples veces durante un ciclo de producción, siendo estas hembras las que más contribuyen con la producción de nauplios (Sweeney, 1991 en Arcos, 2004).

En la tesis de Arcos (2004), se realizó el seguimiento individual del número de desoves de hembras en aproximadamente 30 días durante tres generaciones consecutivas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), no sujetas a selección y pertenecientes a un recién conformado pie de cría del programa de mejoramiento genético que se está realizando en el CIBNOR. Los resultados de este seguimiento fueron similares a los reportados por Wyban (1991) y Palacios (1999), observándose consistentemente que en las tres generaciones se presentó un porcentaje alto (50%) de hembras que no desovó y un bajo porcentaje (13%) que presentó 4 o más desoves. Estos resultados son muy importantes, ya que nos confirman por un lado la existencia del diferente potencial reproductivo de las hembras y por otro lado que la baja proporción de hembras con la capacidad de desovar múltiples veces es un fenómeno constante que se presenta durante la reproducción en cautiverio de camarones peneidos.

Se sabe que el transporte de lípidos hacia la gónada se realiza por medio de lipoproteínas, pudiendo ser los niveles de vitelogenina en hemolinfa un indicador de la capacidad de madurar, ya que ha sido identificada electroforéticamente e inmunológicamente solo en hembras que ha iniciado la vitelogenesis (Lee, 1997). A nivel comercial esto puede ser una estrategia bastante importante, pues implica ahorro de tiempo (aprox. 5 meses) y mantenimiento de organismos, ya que los productores, no tendrían que esperar hasta la edad de desove (12 meses; 39 gr) para definir que hembras tendrán una mayor capacidad reproductora (Arcos, 2004).

Los desechos peligrosos son aquellos generados por el mantenimiento de equipos y maquinaria, motores de combustión interna, turbinas y vehículos. Estos corresponden a residuos de aceites y grasas. En definitiva, el plan de manejo ambiental contiene todas las medidas para mitigar compensar y verificar los hallazgos ambientales (Quintero, 2012).

Para evitar accidentes se debe mejorar las condiciones de mantenimiento de motores, vehículos y maquinaria pesada. Para el cambio de aceite, se debe evitar fugas o derrames, así como disponer de bandejas, pretilas de arena o drenajes adecuados para absorber los eventuales derrames; estos drenajes no tienen que desaguar en aguas de alcantarillado, esteros, canales, ni en lugares donde puedan provocar contaminaciones (Quintero, 2012). En el caso del Parque Acuícola Cruz de Piedra, a diferencia de otros Parques Acuícolas, se encuentran en buen estado las instalaciones, así como los equipos que se utilizan para esta actividad.

Según Quintero (*op. cit.*), se sugiere capacitar al personal en aspectos de minimización de riesgos. Ello para evitarle daños o pérdidas al parque, a consecuencia de situaciones anormales. Entre los posibles incidentes que se pueden generar, están; incendios, fugas o derrames de productos y accidentes que afecten a receptores del medio ambiente físico, biótico y socioeconómico. Todo operario que utilice una máquina deberá ser instruido y entrenado para su manejo adecuado con sus riesgos inherentes.

Para Manzo (2000), los valores promedio de los parámetros de calidad de agua en el cultivo de camarón blanco *L. vannamei*, en Manzanillo Colima, requiere de: 30.86 °C de temperatura, 3.25% de salinidad, de oxígeno disuelto 6.51 mg/l y un pH de 8.61. Dicha especie de camarón, es la misma que se cultiva en el Parque Acuícola Cruz de Piedra. Las condiciones son algo similares, ya que ambas entidades federativas pertenecen a la costa del Pacífico, aunque en el caso de Empalme, el clima es más árido y con suelos más salinos. Las densidades de siembra y rendimiento en cultivos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en estanques rústicos, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.8 Densidad y rendimiento de postlarvas de *L. vannamei*

Estanques de camarón <i>L. vannamei</i>	Densidad postlarvas/m²	Rendimiento Kg/Ha.
Estanque 1	8.2	806.6
Estanque 2	20.4	2, 064
Estanque 3	30.6	3, 693
Estanque 4	40.8	5, 292

Fuente: elaborado en base a Manzo, 2000.

Según Manzo (*op. cit.*), el crecimiento en biomasa máxima estimada del cultivo del camarón blanco. *L. vannamei* para los cuatro estanques, indican el tiempo óptimo de cosecha para cada tratamiento. En el estanque 1 se estimó en 115 días, al estanque 2 la estimación fue de 118 días, para el estanque 3 se estimó el periodo óptimo de cosecha en 156 días y finalmente en el estanque 4 la estimación fue de 192 días. Lo que

resulta congruente si se analiza la densidad de postlarva en San Fabián y se compara con el rendimiento de los demás sistemas. Aunque la granja San Fabián corre mayor riesgo de contagio por patógenos, que las demás granjas con otro sistema de cultivo (semiintensivo).

Igualmente Manzo (2000), menciona que el incremento de la densidad de siembra disminuye el factor de conversión alimenticia, y por tanto aumenta la eficiencia del alimento suministrado al incrementar la densidad de organismos por metro cuadrado. Los porcentajes de sobrevivencia del camarón *L. vannamei* con sus respectivas densidades de cosecha, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.9 Porcentaje de sobrevivencia y densidad para *L. vannamei*

Estanque	Densidad	Organismos sembrados	Porcentaje sobrevivencia
1	8.2	4, 082	63%
2	20.4	10, 204	62%
3	30.6	15, 306	88%
4	40.8	20, 408	95%

Fuente: elaborado en base a Manzo, 2000

El rendimiento obtenido y las densidades de siembra mostraron una relación lineal directa, esto es, a mayor densidad de siembra, mayor rendimiento. Cabe mencionar que para densidades mayores a la máxima utilizada, es muy seguro que exista un umbral. Con relación al tiempo óptimo de cosecha para un rendimiento máximo en peso, se observa una relación directa con respecto a la densidad de siembra, esto es, para una densidad baja, el tiempo óptimo de cosecha en días es menor. Y conforme se incrementa la densidad de siembra, el tiempo óptimo de cosecha se incrementa. Por lo que las tallas de los camarones de la zona de estudio, deben representar un mayor peso comparado con ciclos de menor duración.

Otro criterio a considerar es el mayor riesgo que implica una mayor densidad de siembra, dado que se incrementa la posibilidad de que se presenten condiciones adversas en el cultivo por deficiente calidad en agua, principalmente bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Manzo, 2000), además de que una pérdida en un estanque intensivo representa mayor pérdida económica. En el caso del Parque Acuícola Cruz de Piedra, la granja San Fabián, es la que más corre riesgos por trabajar con densidades altas.

Las condiciones óptimas de crecimiento reportadas para el camarón blanco son temperaturas cercanas a 30°C y salinidad de 30‰, el camarón azul requiere una salinidad ligeramente superior y el camarón café aún mayor salinidad (Guevara, 2007). Para la zona de estudio, el camarón que se cultivo es sólo el blanco. Los parámetros óptimos para el cultivo de camarones peneidos, según Fox (1993 en Meléndez, 2005), son: para oxígeno disuelto menor a 5.0 mg L⁻¹, para pH 7.5 a 8.2., para la temperatura en °C de 27 a 32, amonio no ionizado con máximo de .1, nítrito mayor a .25 mg L⁻¹, fósforo de 0.15 mg L⁻¹, salinidad de 10 GI-1- 25 g L⁻¹ y una transparencia de 20-70. Dichos parámetros se recomiendan para la zona del presente estudio.

La concentración del oxígeno disuelto (OD) se considera el factor más importante para el manejo de densidades, sobrevivencia y crecimiento en peso de los organismos en cualquier sistema productivo. El aumento en el pH provoca en los organismos una mayor excreción de amonio. El pH fluctúa diariamente debido al aumento y liberación del CO² durante el proceso de la fotosíntesis y la respiración, por tal motivo, el pH es más bajo cercano al amanecer (Meléndez, 2005).

Hay una asociación positiva de la temperatura ambiente con el pH, que asocia de manera indirecta al viento con la temperatura ambiente; debido a que la SSA aumenta cuando hay ausencia de viento y el pH es alcalino porque la falta de viento favorece la sedimentación del material orgánico suspendido y éstos entran en procesos de desnitrificación. El pH del agua es afectado directamente por el pH del sedimento y por la cantidad de CO² que generan los procesos de respiración (Chen, 1989 en *op. cit.*, 2005). En el caso de la zona de estudio, la forma del relieve que predomina, permite que exista un flujo de viento que ayuda a evitar la sedimentación de material orgánico suspendido en el agua.

Existen muchos indicadores para evaluar un proyecto; siendo el precio que se paga por el uso del dinero durante determinado periodo (tasa de interés), un dato fundamental para el cálculo de la rentabilidad financiera; la tasa de interés varía según la época y el país, por tanto, se debe de contar con un criterio que no dependa directamente de los intereses bancarios, y ese indicador es la Tasa Interna de Rendimiento (FONDEPESCA, 1991 en Meléndez, 2005).

Los costos de construcción de las plantas que operan con mucha pérdida de carga se pueden reducir si se colocan en la ladera de una colina. Otras ventajas posibles consisten en tener la entrada a nivel del suelo a los pisos superiores del edificio de servicio (Morris, *op. cit.*) El sumario de estudios realizados por Meléndez (2005), en camarón *L. vannamei* (también manejado en el parque acuícola de la zona de estudio), en sistemas de siembra intensivos, se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.10 Duración de la siembra y porcentajes de sobrevivencia para distintas densidades

Autor (año)	Densidad (Pl m-2)	Sistema de cultivo	Duración de días	Peso final (g)	Sobrevivencia (%)
Duenas et al. (1993)	150-200	Intensivo	30-45	.25 - 1	Sin dato
Sturmer et al. (1992)	550	Receway	42	1.7	68%
Sturmer y Lawrence (1987)	125	Intensivo	42	2.1	75%
Paquotte (1998)	500	Jaulas	2 meses aprox.	0.5	N. D.
Meléndez (2005)	100	Jaulas	45	1.85	75.36%
Meléndez (2005)	1000	Jaulas	45	0.78	58.67%

Fuente: elaborado en base a Meléndez, 2005

Los procesos y funcionamientos de la acuicultura del camarón son tremendamente disociadores del delicado y complejo equilibrio de la ecología costera (Hopkins, 1996 en Isla, 2006). En la mayoría de los países

productores de camarón, el agua contaminada suele bombearse de vuelta al ambiente circundante para ahorrar costos, provocando una mayor contaminación de las aguas usadas como fuentes de abasto (Pillay, 1999 en Isla, 2006). México no es la excepción y desgraciadamente no somos ejemplo mundial de un país con acuicultura sustentable. Las bases fundamentales para el manejo sostenible del cultivo de camarón en la zona costera son: el manejo de los estanques de cultivo, el manejo del alimento y el uso de sistemas de tratamiento para los residuos (Isla, *op. cit.*).

El origen de las enfermedades que colapsan a las poblaciones de camarón, para muchos investigadores, es una consecuencia de las condiciones de estrés a la que son sometidos los animales con respecto a la densidad de cultivo. La temperatura tiene influencia determinante sobre los procesos químico-biológicos, el oxígeno disuelto es esencial para vida acuática aeróbica, el pH es influencia directa en los procesos químicos-biológicos, el nitrógeno amoniacal es nutriente de plantas, además de un indicador de contaminación, el DBO es un indicador de contaminación orgánica, el DQO es igualmente un indicador de contaminación pero inorgánica, al igual que los coliformes totales (Quintero, *op. cit.*). Todos los parámetros mencionados, son recomendados para medir las condiciones de estrés, en la camaricultura de Cruz de Piedra.

El experimento realizado por Danakusamah en 1991, en un laboratorio en la Universidad de Kagoshima, en Japón, demostró que a través del policultivo en un mismo tanque de algas verdes (*Ulva pertusa*) y camarón tigre (*Litopenaeus japonicus*), la coexistencia de las algas cultivadas con los camarones, incrementaba la supervivencia y la biomasa de estos últimos y disminuía el exceso de nutrientes en las aguas residuales del cultivo. A partir de estos resultados se inició la aplicación del policultivo camarón-algas verdes en algunas granjas camaroneras del sur de Japón (Shigueno, 2001), la introducción de técnicas de policultivo en peces marinos y dulceacuícolas, en estanques de tierra y en jaulas flotantes (Kadowaki, 1995 en Isla, *op. cit.*).

En Ecuador, en el año 2000, se demostró la eficacia de la aplicación de los sistemas de policultivo en el cultivo de camarón al cultivar camarón *L. vannamei* y ostras del pacífico (*Crassostrea gigas*) en estanques de cultivo, obteniendo al final del ciclo, camarones y ostras en óptimas condiciones comerciales con una supervivencia total del 76% y 86% respectivamente (Osorio, 2000 en Isla, *op. cit.*). En México, la mayoría del cultivo de organismos acuáticos se da con monocultivos, es decir, no más de una especie se produce, lo que resta lugar en otros mercados con potencial de demanda, siendo que México tiene las posibilidades de desarrollar una acuicultura diversificada.

Algunos de los efectos potenciales sobre el sistema bióticos del presente estudio son: el efecto de la carga del sedimento sobre el desarrollo y desove de peces, el riesgo a la diversidad de especies de la biota acuática, la proliferación indeseable de la biota, presencia de especies de plantas y animales en peligro, sitios de refugios de la fauna, áreas científicas y educativas de interés biológico, cantidad de pastizal eliminado, existencia de corredores naturales de animales, eutrofización, y la calidad de agua y biota dependiente.

El desarrollo económico no es equitativo pero tal vez sea compatible con la conservación y un uso sustentable de la diversidad biológica del país. Existen numerosos y notables ejemplos en nuestro país que demuestran

que el manejo equilibrado de los recursos va de la mano del bienestar social de grupos rurales. No se puede valorar y aprovechar lo que no se conoce; esto es particularmente cierto en caso de aspectos que atañen a las características propias de los sistemas sociales y naturales (Sarukhán, 2012). Es necesario valorar todos los hábitats que son afectados por esta actividad que puede ser más importante en algunos años.

En todo tanque o envase se deberá identificar claramente el combustible que contiene. Esta identificación deberá ser visible a lo menos a 3 metros para el caso de tambores y 15 metros cuando se trate de estanques. Esta identificación podrá consistir en letreros o códigos de colores internacionales. Cada tanque estará dotado de una tubería de ventilación que se colocará preferentemente en área abierta para evitar la concentración o acumulación de vapores y la contaminación del aire. Se tiene que mitigar la contaminación de suelo o agua por mala disposición de manejo de los tanques combustibles. Prevenir la contaminación de suelo o agua por mantenimiento inadecuado de motores (Sarukhán, *op. cit.*).

En caso de contingencia es importante: No desechar el agua de los estanques y agregar cloro (10 ppm = 153 Kg. de hipoclorito de calcio al 65%/Ha²), vaciar el agua ya tratada y dejar secar el estanque. Confinar todos los desechos de camarones, crustáceos y otros organismos en fosas fuera del área de los estanques, a una profundidad que no entre en contacto con los mantos freáticos, intercalando una capa de cal y/o óxido de calcio 1Kg. por metro con suficiente tierra para evitar que los desechos sean desenterrados por los animales. Desinfectar con cloro (200 ppm = 300 miligramos de hipoclorito de calcio/ litro de agua) u otros productos, los utensilios, artes de pesca, etc. Dar aviso a los vecinos de otras granjas para que eviten el bombeo de agua a sus instalaciones. Y dar aviso a las autoridades competentes para en conjunto diseñar las estrategias de manejo (Jiménez, S/A).

El uso de precriaderos ofrece una mejor sobrevivencia de las postlarvas. Evite la siembra de larvas silvestre. Es importante realizar monitoreos constantes de los parámetros físico-químicos después de la siembra, así como un diagnóstico de las larvas recién muertas por PCR para valorar la presencia de patógenos de naturaleza viral. Reducir o evitar hacer recambios de agua para controlar la entrada de crustáceos reservorios de enfermedades virales (sólo será permitida la entrada de agua del reservorio, para corregir niveles, bajar salinidades, etc.). Mantener los niveles óptimos de oxígeno de 3 a 10 mg/litro. Y evitar la introducción de otros compuestos químicos a la columna de agua, en especial cuando se carezca de la información científica del efecto de estos productos en el estanque y/o ecosistema. En base a la experiencia e información recabada de los ciclos anteriores se establecerán los manuales operativos de cada granja, lo que facilitara la estandarización de las técnicas de análisis de laboratorio presuntivo y las técnicas de toma de parámetros fisicoquímicos y biológicos (Jiménez, *op. cit.*).

Según el Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora y su Manual de bioseguridad e inocuidad en la etapa de pre cosechas y cosechas en cultivos de camarón, es importante no autorizar la entrada de vehículos de carga a la UPA, mientras no se verifique de forma visual la limpieza y desinfección adecuada tanto el interior y el exterior del vehículo.

Acorde al Programa de buenas prácticas de inocuidad en el cultivo de camarón, la bioseguridad es el conjunto de medidas y normas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos frente a riesgos propios de su actividad diaria, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente, ya que es un conjunto de prácticas de manejo que van encaminadas a reducir la entrada y transmisión de alguna enfermedad y consecuente diseminación.

Entre las medidas de bioseguridad están la diaria retirada de camarones muertos; la eliminación de estos deberá realizarse por medio de enterramiento con cal, quemarlos; no arrojarlos al agua, ya que ello es una forma de provocar enfermedades. Periódicamente muestrear camarones para efectuar análisis de laboratorio, a fin de saber la salud de los camarones. Y a los utensilios y herramientas de trabajo lavarlos y desinfectarlos.

Según COSAES, en las granjas acuícolas una de las principales afectos que sufre el alimento balanceado es la contaminación fúngica que cuando se le proporcionan las condiciones favorables como son temperatura y humedad, estos microorganismos se desarrollan rápidamente dañando física y nutricionalmente el sustrato en donde se encuentran y dan oportunidad para que otros organismos como levaduras y bacterias puedan complementar y acelerar el proceso degradativo contaminando estos alimentos con metabolitos secundarios llamados micotoxinas, exponiendo de esta forma al camarón cultivado mediante el efecto dañino de estos contaminantes.

Betancourt (2006), señala que se debe asegurar el transporte que se utilice, que cumpla con la limpieza (sin residuos) y que se encuentre libre de humedad; ya que un alimento transportado de forma inadecuada puede ser portador de patógenos (el alimento mojado es un medio propicio para el desarrollo de hongos). La mayoría de los hongos no crecen por debajo de 5°C, el óptimo de crecimiento se encuentra entre 25 y 30°C y el límite máximo arriba de los 55°C.

Con respecto al color y visibilidad del agua de la estanquería, debe ser verde “caña” con visibilidad de entre 20 y 40 cm., para ello debe conjugarse la aplicación de fertilizantes y recambios de agua. El agua para lavado del camarón debe tener una concentración de 10 a 15 ppm de cloro, para el lavado de equipo de proceso de 25 a 45 ppm y para lavado de piso en la sala de proceso de 15 a 25 ppm. El producto debe responder adecuadamente a la escala sensorial de buena textura y buen color y olor (Betancourt, *op. cit.*).

Orientar el crecimiento urbano considerando la productividad de los suelos, la vulnerabilidad ecológica y la conservación de los recursos naturales. La creación de sistemas de áreas verdes urbanas. Identificar zonas con potencial de desarrollo económico desde una perspectiva ambiental que permita el desarrollo de recursos urbanos (los valores paisajísticos). La capacidad de carga denota el valor máximo de la población sostenible en equilibrio con su ambiente (Capitanachi, *op. cit.*).

Los insectos y roedores contribuyen desarrollo fúngico en los productos almacenados a través de los daños que ocasionan en forma directa. Tanto insectos como roedores causan daños en los productos almacenados en

forma directa y favorecen el ataque por microorganismos produciendo pérdidas de gran relevancia en calidad y cantidad. De aquí la importancia que tiene su prevención y control (COSAES, *op. cit.*).

Según la revista Panorama Acuícola, entre los principales síntomas, del síndrome de la mortalidad temprana se encuentran: el nado errático (en espiral), el crecimiento reducido, la coloración pálida o blanquecina del hepatopáncreas (HP), debido a pérdida de la pigmentación en el tejido conectivo de la cápsula del órgano, el tamaño del HP notablemente reducido (atrofia), la textura blanda del exoesqueleto (frecuentemente), el intestino con presencia entrecortada de alimento o sin alimento, manchas o rayas oscuras en el HP que se pueden observar a simple vista, camarones enfermos se van hacia el fondo del estanque, aparición de signos clínicos y de mortalidad puede aparecer a partir de los diez días de siembra de los estanques. La mortalidad que puede llegar al 100% en los primeros 30 días de cultivo, la reaparición de los signos clínicos y mortalidad a los sesenta días de cultivo.

Las descargas urbano – industriales son los mayores causante de la contaminación del agua. Los principales contaminantes son materia orgánica y distintos metales. De esta manera los escurrimientos urbanos dañan los cuerpos de agua, pues contienen diversas sustancias que alteran la calidad del recursos, ya que contaminan los cuerpos de agua superficiales o subterráneos, disminuyen la recarga de los acuíferos y su capacidad de recuperación, alteran la humedad ambiental e influyen en las condiciones climáticas y en el bienestar de los habitantes. A esto hay que agregar que las líneas de conducción de agua tienen grandes pérdidas por fugas en conductos y tuberías (Capitanachi, 2000).

La mayor parte de las afectaciones provocadas por emisiones residuales al agua, pueden ser eliminadas mediante la creación de una infraestructura ecológica adecuada que mediante la aplicación de tecnologías garanticen la no contaminación del medio (Arcia, 1994). Un sistema de tratamiento para los residuales son lagunas artificiales de oxidación como primeros filtros con la consecuente acción de los ecosistemas de manglar como segundos filtros naturales (Driggs, 1996) y las plantas de tratamiento mecánico con radiación ultravioleta en sistemas de recirculación abiertos o cerrados (Lasordo, 2001 en Isla, 2006).

El país debe dedicar mayores recursos a la generación de conocimiento en temas estratégicos, así como establecer, fortalecer y mantener las condiciones que propicien esta actividad en el seno de las distintas instituciones relacionadas con el medio ambiente. Mientras que la acuicultura en los cuerpos de agua continentales se han basado en el cultivo de especies exóticas que provocan la extinción de fauna nativa, la ganadería bovina, cuya productividad es baja, aún cuando hay alternativas más productivas, ha ocasionado la transformación de tierras agrícolas en potrero, en el desmonte y sobre pastoreo de tierras forestales, en la expansión de la ganadería en matorrales áridos y semiáridos y en el reemplazo de pastizales naturales por pastizales inducidos principalmente con especies exóticas invasoras (Sarukhán, 2012).

El aumento del nivel del mar, por el calentamiento global, tendrá consecuencias ecológicas, económicas y sociales muy negativas por el aumento en el nivel del mar, en la pérdida de flora y fauna en zonas montañosas, deterioro del funcionamiento de sistemas de drenaje, las inundaciones de poblados, la infiltración

de aguas salinas en mantos freáticos y la fusión del mar con lagunas costeras; algunos de cuyos efectos ya son visibles en la actualidad (Sarukhán, *op. cit.*).

Según INEGI, se ha calculado que los costos monetarios del deterioro ambiental en México (incluyendo los desastres) son sustantivos, con un valor anual, estimado para el periodo de 1996-2010, de entre 7 y 10.6 por ciento del PIB (Sarukhán, 2012). La educación ambiental a través de talleres y libros, es clave para concientizar a la sociedad acerca de la relación que tiene con su medio y la importancia de su conservación; lo que requiere de cuidar los ecosistemas y ayuda a construir una nueva cultura, con actitudes éticas hacia la naturaleza, ya que algunas tradiciones que respetaban más a la naturaleza se han perdido. El reto es crear en la sociedad en general, y en particular en sociedades urbanas, una nueva cultura ambiental que valore nuestro medio natural (Sarukhán, *op. cit.*). Es necesario apoyar los esfuerzos de investigación en todo el país en los temas básicos de las ciencias de la biodiversidad como sistemática, genética, ecológica básica y aplicada (biología de la conservación, restauración ecológica, manejo de recursos) y biotecnología, especialmente en sus aplicaciones a la biorremediación (Soberón, 2008 en Sarukhán, 2012).

Los métodos de captura, en particular los de arrastre provocan efectos severos en los fondos marinos al ser poco selectivos e incidir marcadamente en especies no blanco, llamadas “capturas incidentales” (que en ocasiones incluyen especies en riesgo de extinción). La generación de una gran cantidad de residuos contaminantes sin que el desarrollo turístico logre propiciar un subdesarrollo regional integral, en el cual se articulen los vínculos productivos entre los centros turísticos y las zonas aledañas, por lo que no se ha integrado productivamente a la población local, además de promover el crecimiento caótico de zonas urbanas marginales, entre otros problemas. También es importante asegurar que los distintos tipos de actividades turísticas (ciudades, sol y playa, ecoturismo, etc.) integren normas de sustentabilidad (Sarukhán, *op. cit.*).

Se requiere considerar dentro de los esquemas de desarrollo la valoración de los servicios de regulación que brindan los ecosistemas. Fomentar la generación de información sistematizada y confiable sobre la diversidad de usos, los volúmenes extraídos, los procesos de recolección, producción y comercialización de los productos forestales no maderables. Incorporar visiones territoriales que vayan de la cuenca a la costa y los océanos (Ceiba, 2012 en Sarukhán, 2012).

Se requiere evaluar el estado de conservación de los humedales y avientes acuáticos de nuestro país (actualmente la información es limitada y esporádica). Se requiere también incorporar criterios ambientales en políticas de desarrollo urbano y rural (crímenes ambientales). La participación de diferentes instancias gubernamentales y académicas para llevar a cabo acciones estratégicas encaminadas a evitar la entrada al país de nuevas especies invasoras y erradicar las que afecten la biota y los ecosistemas del país (Sarukhán, 2012).

Fomentar la agricultura orgánica. Regular el desarrollo de las ciudades (los límites de crecimiento), los procesos más complejos de contaminación ocurren en el circuito urbano-industrial y finalmente afectan a distancia los ecosistemas y sus servicios ambientales (Mohar-Rodríguez, 2008 en Sarukhán, *op. cit.*). Fortalecer la transformación de los sistemas de tratamiento de residuos sólidos. Reducir las emisiones por

deforestación y degradación de los ecosistemas naturales del país y asegurar su continuidad en el largo plazo. Impulsar una reforma institucional que integre el ordenamiento ecológico del territorio y urbano en un solo sistema de planeación territorial (Sarukhán, 2012).

En general, la población urbana no tiene una clara conciencia del origen y las consecuencias del uso de buena parte de la energía eléctrica, el agua potable, los combustibles, las materias primas e incluso de los alimentos que consume. Establecer metas educativas (cambios en valores, actitudes y comportamientos en relación con el ambiente). Realizar campañas ad hoc, considerando el bagaje cultural de los pueblos indígenas de México. El desarrollo del país depende de ecosistemas saludables y de los servicios ambientales que nos brinda. En consecuencia, se tiene que trabajar en un contexto de desarrollo económico sostenido, con beneficios sociales permanente, acotado por las características ambientales y la capacidad de los ecosistemas para soportar la actividad humana que se trate (MA, 2005).

Para el año 2020, los valores de la biodiversidad habrán sido incorporados en las estrategias y los procesos de planeación del desarrollo y reducción de la pobreza nacional y local, y se estarán integrando en los sistemas de cuentas nacionales, según proceda, y de prestación de informes. Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos de biodiversidad, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida y tales conocimientos serán ampliamente compartidos y aplicados (Sarukhán, *op. cit.*).

Es importante cubrir con redes los estanques para evitar depredación de aves, en el mejor de los casos. La densidad de siembra influye inversamente en el crecimiento, la sobrevivencia y la conversión alimenticia en un cultivo semi-intensivo de camarón blanco *L. vannamei* (Manzo, 2000).

La base de un verdadero desarrollo comunitario sustentable sólo puede darse en la medida en que los miembros de la comunidad adquieran el control de los procesos que los involucran, es decir aumentan una conciencia comunitaria así como una participación activa. Un problema al que se enfrentan los proyectos ambientales es el de darles permanencia y continuidad en el tiempo, con la necesaria flexibilidad para su supervivencia. La zona costera juega y jugará cada vez más, en México, un papel fundamental desde el punto de vista ambiental, social, económico, político y ecológico. Debe impulsarse una visión de manejo costero integral instrumentada desde las comunidades y municipios. El proyecto costero del país debe visualizar integralmente las actividades de la cuenca, haciendo posible que sea compatible la producción, la conservación y la protección. El control ecológico implica el uso adecuado de los recursos naturales que forman el territorio, mediante el diseño y ejecución de planes de manejo (Oyama y Castillo, 2007).

Dado la alteración a los organismos y su hábitat es necesario implementar programas de restauración y protección a especies amenazadas de la región. Las estrategias de corrección de impacto deben incluir un claro planteamiento de los objetivos de la reducción, una evaluación de los recursos de la zona afectados, un informe de la localización, elevación e hidrología del lugar, una descripción de que será planteado, donde y cuando, un plan de control y conservación, un plan de contingencia y una garantía de que el trabajo se realizará como está aprobado (Canter, 1998).

Conclusiones

En la esfera económica global, el desarrollar una independencia alimentaria puede originarse mediante el crecimiento de la acuicultura, posibilidad real que permite abastecer un mercado nacional e internacional en crecimiento y con la posibilidad de brindar a la población una mayor calidad de vida. La zona costera de la región de estudio, posee un clima adecuado, que beneficia la actividad camaronícola, con las condiciones necesarias para dotar al suelo de una estructura de estanqueras de granjas acuícolas; además de contar con años de experiencia en el negocio.

En base a estadísticas de años recientes, el cultivo de camarón se perfila como la industria alimentaria del futuro en el mundo. En México, los estudios sobre el impacto ambiental que ocasionan esta actividad, nos revelan que acaban con ecosistemas y sus especies vegetales y animales, aunque se necesitan parámetros para el conocimiento del ambiente más benigno para el camarón, tomando todas las implicaciones con sus consecuencias; esto es una de las tareas Geografía Ambiental dado su enfoque integral, con revisiones de la compleja interacción que incide en el espacio; atendiendo a medidas para mejorar tanto aspectos ecológicos como sociales. La camaronicultura, puede hacernos autosuficientes en mariscos. Falta promover su actividad y usar las medidas ecológicas que enmarquen la camaronicultura en una actividad sostenible.

La camaronicultura requiere disponer de gran cantidad de agua. Dicho requerimiento, deja sin posibilidad de desarrollo a la agricultura por indisponibilidad de agua y por la condición salitrosa del suelo, lo que difícilmente ofrece suelo fértil para sembrar. Para obtener camarones de tallas grandes es necesario tener un sistema de cultivo extensivo, ya que con el intensivo son más pequeños y tardan más en llegar a su talla comercial, aunque la cantidad de espacio es menor y la biomasa entre metros cuadrados es de mayor rango, con mayor mortalidad y riesgos de contagio de enfermedades, ya que se presentan más en sistemas intensivos.

La camaronicultura no sólo es una industria atractiva para la inversión debido al incremento de la demanda mundial y nacional, es también una industria alimentaria que puede terminar con el hambre de cientos de miles de personas en el mundo; para ello se debe tomar en cuenta medidas de bioseguridad y las repercusiones ecológicas. Su afectación ambiental puede ser aminorada con programas de educación ambiental para la población así como la aplicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales que ocasionan desequilibrios en las zonas cercanas a las camaroneras.

Con la extracción de agua y descarga de la misma, esta actividad modifica el régimen natural del agua en vegetación halófila y manglares. El desmonte y el dragado aunado a la contaminación es un efecto que causa la camaronicultura. Tal es el caso del ejido Cruz de Piedra, que aunque no se tienen estudios precisos de su daño al ambiente marino, para que surgiera esta actividad, de grandes dimensiones, se tuvo que expulsar fauna terrestre y marina, además de acabar con el hábitat de especies migratorias y provocar el crecimiento de algas y medusa a causa de los residuos camaronícolas.

Dada las afectaciones en la zona de estudio, así como los puntos de descarga de agua en la región por parte de la camaricultura y por lo obtenido de información; se considera que las afectaciones son más graves en el caso de un cultivo de camarón intensivo (con gran participación del sector privado), y más aún si se desconocen sus afectaciones para poder remediarlas o compensarlas. En toda la región Empalme-Guaymas no se le da un tratamiento al agua luego de usarse en las granjas camaroneras y estas se descargan en zonas marinas prioritarias del país.

La magnitud de la afectación de la camaricultura en la zona, está relacionado al tipo de sistema de cultivo, así como el tipo de ambiente y su capacidad de amortiguar las actividades humanas. Resulta que donde es parte de zona de conservación de biodiversidad marina, existen zonas afectadas por descargas de agua sin previo tratamiento. La afectación ambiental es temporal; una severidad de riesgo bajo que permite al ambiente recuperarse hasta su base original.

En el caso del ejido Cruz de Piedra, el *Vibrio parahaemolyticus* que ocasionó pérdidas en 2013, fue adquirido en las granjas intensivas, donde se propagó a las demás granjas dentro del mismo parque acuícola. Una afectación sustanciosa de la actividad camaronícola en la zona de estudio, es la ocupación del territorio de especies amenazadas según la NOM-59-2010 de SEMARNAT.

La acuicultura se ha convertido en los últimos años, en todo el mundo, en la actividad económica más rentable y con mayor índice de crecimiento. La utilización de modos intensivos de cultivo propicia mayormente la propagación de virus contagiosos. La acuicultura sustentable es de consumo interno, ya que para llegar a tener una sobreproducción, habría que tener más cultivos intensivos; es decir, las exportaciones están deteriorando los ecosistemas costeros que no se les valora. Para que haya una práctica acuícola sin infecciones, es necesario un equilibrio con el medio, es decir, usar sistemas de cultivos semiintensivos, o bien, utilizar tecnología capaz de regresar el agua con la menor afectación.

Al parecer, el cultivo de camarón, es la actividad que menos gente involucra, pero que representa una fuerte afectación ambiental. El crecimiento económico por parte de la industria acuícola aún no demarca en la población local, la cual no está estrechamente ligada a la actividad y en su mayoría desconocen de la situación ambiental y sus repercusiones. La calidad de vida de la población depende en gran medida de las condiciones a las que está sujeta su reproducción social (actualmente reproduciendo el sistema capitalista), es necesario fortalecer las actividades locales que han sido abandonadas. También es importante diseñar equipos de pesca que incrementen la selectividad y disminuya con ello el impacto al ambiente marino.

Se sugiere un uso semiintensivo de cultivo de camarón para no aumentar la probabilidad de pérdidas parciales o totales de los estanques. Es necesario tomar medidas más serias en la prevención de estas infecciones y considerar las afectaciones a la flora y fauna, en especial a la que está en peligro de extinción y la que hemos terminado en los últimos años. Se debe hacer funcionar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La actividad acuícola (sobre todo la de modo intensivo), afectan a todas las unidades ambientales, en menor grado a las islas, manglares, la vegetación halófila, el matorral sarcocraule y desértico. Como un resultado de la investigación, la unidad ambiental, a la cual se le tiene que proveer de mayor seguridad con medidas de mitigación, compensación y conservación, es el manglar.

Es muy costoso conseguir datos para indicadores bioquímicos y así poder hablar de un impacto ambiental a la biota marina de las zonas prioritarias de biodiversidad de la región, por el cultivo de camarón. Además de la inseguridad que se vive de forma generalizada en el país. En trabajo en campo, se pudo notar que la inseguridad, el desempleo, la contaminación y la corrupción; son los principales problemas que tiene la zona de estudio. En el caso del ejido Cruz de Piedra el problema principal, según las encuestas, es el desempleo.

La ciudad portuaria de Guaymas, podría representar en un futuro, un puerto de altura, con industria importante y actividades primarias enmarcadas en una autosuficiencia alimentaria y sostenibilidad ambiental. Hace falta dar tratamiento a las aguas residuales que van a dar a uno de los mares más importantes del mundo, por su biodiversidad.

Anexo

Encuesta realizada:

1. Edad ____
2. Sexo ____
3. Ocupación _____
4. ¿Cuál es la actividad económica predominante en la región?
 - a. Industria manufacturera
 - b. Comercio
 - c. Pesca y Acuicultura
 - d. Turismo
 - e. Otros
5. Mencione un lugar turístico de la ciudad _____
6. ¿Cree que el gobierno federal ha apoyado a la economía local?
 - a. Si ¿en qué? _____
 - b. No
7. ¿Cree que el gobierno estatal ha apoyado a la economía local?
 - a. Si ¿en qué? _____
 - b. No
8. ¿Cree que el gobierno municipal ha apoyado a la economía local?
 - a. Si ¿en qué? _____
 - b. No
9. ¿Cuál cree usted que sea el principal problema en la región?
 - a. Inseguridad
 - b. Contaminación
 - c. Desempleo
 - d. Otro _____
10. ¿Qué solución propondría para resolver el problema? _____

Entrevistas realizadas:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: **Barrón Islas Oziel**

Lugar:

San Carlos

Entrevistado:

Philippe Petit: dueño de un Restaurant-bar en la avenida principal de San Carlos

¿Cuándo empezó el turismo internacional en San Carlos?

En el 2001... cuando empresas extranjeras ofrecían el servicio de vacaciones con todo incluido... es decir, hotel, alimentos y transporte.

¿Cuál es la procedencia de los turistas que visitan San Carlos?

De todo el mundo, pero sobre todo americanos, canadienses y europeos. El turismo internacional ha crecido..., al igual que el turismo nacional aunque con un ritmo más lento en comparación con el nacional.

¿Cuál es la relación de San Carlos con Guaymas?

Guaymas es proveedor de San Carlos... ya que tenemos que ir a Guaymas para abastecernos de recursos. Los turistas pueden vivir sin Guaymas, pero San Carlos no puede vivir sin Guaymas.

¿Cómo son los problemas que identifica?

En temporada alta (en verano) los turistas contaminan con basura. Existen botes de basura pero no tiran la basura en su lugar.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: Barrón Islas Oziel

Lugar:

Empalme

Entrevistado:

Edmundo Valle Mellín: Presidente de la Sociedad de Acuicultores del Ejido Cruz de Piedra

¿Podría mencionar las fortalezas, debilidades y oportunidades que desde su perspectiva ve en la camaronicultura de la Región E-G?

Fortalezas: la unión entre los productores. En cuestión del manejo, entre los productores del Parque Acuícola Cruz de Piedra.

El microclima de la región es apto para controlar los parámetros físico-químicos del cultivo de camarón y evitar propagación de enfermedades.

La calidad de agua en el Estero Bachoco, por ser un estero limpio de descargas residuales, libre de plaguicidas y pesticidas por parte de la actividad agrícola.

Debido al manejo adecuado y la realización de buenas prácticas acuícolas ha sido posible incrementar la producción.

No somos un parque con mucha tensión por explotación de recursos naturales, la naturaleza se recupera a buen ritmo. A diferencia de otros parques que rompen con el equilibrio del ecosistema.

Debilidades: en la cuestión sanitaria, trabajamos con agua de mar, que es salina, si llega a haber un problema con el estero nos podemos ver afectados por la propagación del agua en el parque.

Últimamente con las nuevas enfermedades se ha necesitado hacer más y nuevos estudios a detalle para evitar la introducción de patógenos en los cultivos.

El mercado es inestable, en cuestión de control de precios del producto.

No tenemos la mejor tecnología.

Oportunidades: Somos una empresa generadora de empleos de por lo menos 7 ó 8 meses.

La camaronicultura crece junto con la demanda del producto. Genera oportunidades en el mercado a la exportación y a la entrada de divisas.

¿Cuánta gente emplea La Piedreña y como está distribuida?

Dentro de los empleos directos, contamos con 20 personas. Los 4 representantes, 2 técnicos, 4 administrativos, operadores y una cocinera.

Dentro de los empleos indirectos, contamos con alrededor de 20 personas. Cosechadores (lavan, enhielan) y churuperos (recolectan camarón).

¿Cuál es el panorama para dentro de 10 años que ve usted para la camaronicultura ejidal en la localidad?

Un giro hacia la tecnología que controle de mayor forma los parámetros físico-químicos y un mayor control en la genética del camarón que lo haga resistente a las enfermedades que se puedan presentar.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: Barrón Islas Oziel

Lugar:

Cd. Obregón

Entrevistado: Jesús Quiroz: Biólogo Marino del Ejido Cruz de Piedra

¿Cuál es la importancia de la actividad camaronícola a nivel regional y local?

Esta actividad representa una alternativa a la producción de alimentos, sobre todo en estas zonas donde otras actividades (agricultura) han ido en decadencia, la camaronicultura en esta área a tenido un impacto fuerte debido a que genera una buena cantidad de empleos así mismo en la generación de divisas para los dueños de las unidades de producción, algo que ha venido a apoyar esto, son los buenos resultados de producción en años anteriores donde los problemas de patología eran mínimos en esta zona.

¿Cómo son los problemas que identificas?

En los últimos años se han tenido una serie de problemas zoonosarios, respecto a la presencia de patógenos de alto impacto por su afectación en la viabilidad de los proyectos productivos actualmente se presenta una nueva patología denominada, Síndrome de Mortalidad Temprana (EMS), ha ocasionado pérdidas significativas entre los productores de camarón La enfermedad afecta a *Litopenaeus vannamei*, y se caracteriza por mortalidades masivas, alcanzando en algunos casos hasta un 100% en los estanques afectados, durante los primeros 10- 30 días de cultivo (etapa de engorda) y pocos días después de los primeros signos de la enfermedad.

¿Cuál es el panorama para dentro de 10 años que ve usted para la camaronicultura ejidal en la región y/o en la localidad?

Va a depender de cómo evolucionan las unidades de producción con la implementación de nueva tecnología, ya que como en todas las actividades, se deberán ir ajustando a los cambios en el sector para mantener la rentabilidad de los proyectos, optimizando los recursos disponibles financieros y biológicos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: Barrón Islas Oziel

Lugar

Guaymas

Entrevistado:

Marco Polo Barajas: Investigador de Acuicultura en el CNIP del INP

¿Cuál es la importancia de la camaronicultura en el Estado de Sonora?

Predominantemente es el municipio de Hermosillo el que cuenta con una vasta acuicultura de compañías privadas que cuentan con laboratorios con estanques. El caso de SELECTA, una compañía de granjas de camarón que hasta hace poco ejercía un monopolio. La empresa Geomar es una empresa que crece a pasos agigantados.

La maquila es más del municipio de Guaymas.

¿Cómo son los problemas que identificas en la región?

Existe una contaminación por que no hay tratamientos de agua residual. En cuanto a la política, los partidos no continúan en el gobierno y no concluyen proyectos. Hace mucho que no le dan a Guaymas una proyección de turismo. El sistema económico-político-social está degradado

¿De qué forma puede haber un mayor crecimiento económico a nivel regional?

La población está ‘dormida’, necesita despertar y darse cuenta de la situación. Los casinos están siendo causa de una degradación mayor de la población ya que estos lugares se conjugan con las drogas, sexo, enfermedades, disfunción familiar e incluso suicidios que han aumentado últimamente en la región.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: **Barrón Islas Oziel**

Lugar

Guaymas

Entrevistado:

Biólogo Marino: Javier Bermúdez (Egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM).

¿Por qué la inversión pública nacional en los últimos años ha incrementado para la acuicultura y la pesca casi al 100%, mientras que la producción ha incrementado sólo 6%?

Declaran una producción más baja para no declarar impuestos. ¿Cuántas toneladas producen por hectáreas?

¿La descarga de aguas por parte de la industria maquiladora de camarón y la camaronícola cuenta con alguna regulación?

Si pero no la respetan, debe de haber una planta tratadora. De plano ni una tiene una... Ensolvando el estéreo por los sedimentos y la turbidez, la transparencia disminuye y no se efectúa la fotosíntesis, no hay concentración de oxígeno y fitoplancton, por lo que se va abajo la producción primaria, si se eutrofiza el agua (llenarlo de nutrientes) se dispara la producción primaria y la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) al haber mucha producción primaria se potencializa su población y al ser filtradora de todo el plancton, pequeños crustáceos y pequeños peces, acaba con la producción.

¿Cuál es el panorama para dentro de 10 años que ve usted para la camaronicultura ejidal en la región y/o en la localidad?

En puerto peñasco por primera vez se cultivo camarón azul, se comenzó a tener problemas con el bribi y cambiaron al camarón café que también se infectó, el blanco más o menos se dio... Debieron haber formado razas para resistir y a la fecha ya se tiene el genoma del camarón blanco. Probablemente lo harán resistente a la mancha blanca. Pero ningún laboratorio aquí hace investigación de ese tipo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Entrevista de AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD CAMARONÍCOLA EN LA REGIÓN EMPALME-GUAYMAS

Elabora: Barrón Islas Oziel

Lugar

Guaymas

Entrevistado:

Biólogo Gilberto Estrada Durán Jefe del Centro Nacional de Investigaciones Pesqueras (CNIP)

Deficiencias, fortalezas y oportunidades de la camaronicultura

Fortalezas: Es un sector unido. La acuicultura de camarón en el Estado de Sonora se divide en 3 zonas, la zona Sur es más social, la zona centro y zona Norte es más del sector privado... Los empresarios que trabajan como empresa tuvieron éxito hasta que llegó el virus de la mancha blanca. Mientras que el sector ejidal tiene un Comité de Sanidad acuícola. Donde están organizados por Juntas de Sanidad Acuícola, en parques que comparten infraestructura. Tienen buena relación con las autoridades y tienen poder de gestión.

Genera empleo, y la actividad da importancia a nivel estatal directa e indirectamente...

En el caso del camarón exportado, deja divisas.

Debilidades: Algunos parques acuícolas ya son viejos y requieren mantenimiento.

Al construirse una granja, el impacto ambiental en la cobertura vegetal aledaña es inevitable, ya que la toma de agua trae consigo larva de otros organismos importantes para la pesca ribereña. Las mismas descargas representan fuentes de contaminación si estas están cerca de tomas de agua de granjas aledañas. Afectación en los patrones de circulación de los esteros.

No cumplimiento de las normas sanitarias.

Producción de larvas y “los que engordan esas larvas”, están desvinculados. Existe una deficiencia en la postlarva...

Oportunidades: Se puede diversificar al aprovechar la infraestructura. Innovaciones tecnológicas...mejoramiento genético con especies resistentes a enfermedades.

¿Qué medidas de mitigación, compensación y conservación existen para el cultivo de camarón en la región?

Cada granja que se establece debe contar con un manifiesto de impacto ambiental, donde están las medidas de mediación, mitigación y compensación ambiental.

Información oficial de la problemática es con SENASICA...

Extraoficialmente la Universidad de Arizona... Dr. Linner

Bibliografía

- Aguilera, P. (1986), “¿Qué es la acuicultura?”, Secretaria de Pesca, México.
- Álvarez, P. (2000a), “Camarón” Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Álvarez, P. (2000b), “Diagnóstico de las principales especies cultivadas en México”, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Álvarez, P. (2000c), “La investigación científica y el desarrollo tecnológico de la acuicultura”, Instituto Nacional de Pesca, México.
- Arambula, J. (2000), “Cultivo de camarón blanco *Litopennaeus vannamei* en una granja de sistema intensivo”, Instituto Tecnológico del Mar, México.
- Arcia, M. (1994), “Geografía del Medio Ambiente: Una alternativa al ordenamiento ecológico”, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Arcos, G. (2004) “Análisis fisiológico y genético del desempeño reproductivo del camarón blanco *Litopennaeus vannamei*”, Centro de investigaciones biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, B.C.S., México.
- Barrera, C. (2007), “Proyecto de uso de suelo con fines de lotificación en propiedades del Ayuntamiento de Guaymas”, Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- Betancourt, H. (2006), “Cultivo de camarón semi-intensivo”, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México.
- Bocco, G (2011), “Geografía y ambiente en América Latina”, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, SEMARNAT, México.
- Boff, L. (2001), “Ética planetaria desde el gran Sur”, Editorial Trotta, Madrid.
- Canter, L. (1998), “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto”, Mc Graw Hill, España.
- Capitanachi, C. (2000), “Unidades ambientales urbanas: Bases metodológicas para la comprensión integrada del espacio urbano”, Instituto de Ecología, Universidad Veracruzana, México.
- Carvajal, J. y L. Sánchez (2013), “Diagnóstico y predicción de hábitat en la camaronicultura”, Computación y sistemas, Vol. 17, pp. 435-455.

- Carvajal, M. y E. Martínez (2011), “*Servicios ambientales en Sonora*”, SuMar, Voces por la Naturaleza, A.C. Guaymas Sonora, México.
- Castillo, J. (2004), “*Eutroficación por la actividad camarónica del parque acuícola la Atanasia*”, Instituto Tecnológico del Mar, México.
- Challenger, A. (1998), “*Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*”, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM, México
- Chávez, C., M. Hernández (2000), “*Manejo de la salud animal en acuicultura*”, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Chávez, M. et al. (2011) “*Evaluación de riesgos de dispersión de virus por el transporte y procesamiento de productos de camarón infectado y sus impactos Macro-económicos en la región noroeste de México*”, Monitoreo de COSAES, CIAD, México.
- Colín, A. (2000), “*Las redes nacionales de investigación en acuicultura*”, Instituto Nacional de Pesca, México
- CONABIO. (2007), “*Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México*”. México
- CONAGUA (2015), Registro Público de Derechos de agua, México.
<http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115> consultado el 15-2-2015.
- CONAPESCA (2013), “*Seguimiento Mensual de la producción de camarón Enero-Junio*”, SAGARPA, México.
- CONAPESCA (2014), “*Comercio exterior acuicultura y pesca*”, Boletín de comercio exterior, Comisión Nacional de acuicultura y pesca, SAGARPA, México.
- CONAPESCA (2015), “*Consulta específica por especie*”, SAGARPA, México.
http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion consultado el 16-9-2015.
- CONAPO (1989), “*Estudio socioeconómico y demográfico del subsistema de ciudades Hermosillo-Guaymas-Obregón Vol.1*”, Consejo Nacional de Población, México.

- Corrigan, P. et D. Sayer (2007), *“El gran arco: la formación del Estado inglés como revolución cultural en Antropología del Estado”* INDH-PNUD, Bolivia.
- COSAES (s/a), *“Manual de bioseguridad e inocuidad en la etapa de precosecha y cosecha en cultivos de camarón”*, Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, México.
- COSAES (s/a) *“Protocolo de manejo de alimento balanceado en unidades de producción de camarón”*, Manual de Buenas Prácticas de alimentación en granjas camaroneras, Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C., México.
- DGOEIA (2004), *“Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular: Modificación al Parque Acuícola cruz de piedra, ampliación de la granja acuícola San Fabián”*, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, Sector pesquero, Subsector acuícola, México.
- Espinosa, A. (2012) *“La acuicultura y su impacto al medio ambiente”*, Laboratorio de Análisis Biológicos, CIAD, México.
- Espinoza, G. (2001), *“Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental”*, Centro de Estudios para el Desarrollo de Chile, BID, CED, Chile.
- Freaner, F. (2010), *“El sector pesquero y de acuicultura en Sonora”*, Revista Reconversión, México.
- Furtado, C. (1974) *“El mito del desarrollo económico y el futuro del tercer mundo”*, Edit. Periferia, Buenos Aires
- Google Earth (2015), *“Google Earth”*, México.
- González, V. (1999) *“Sanidad Acuícola: estudios de calidad de agua”*, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Guevara M. y S. Hernández (2007), *“Incidencia de postlarvas de camarón penaidae en los sistemas estuarino-lagunares de Nayarit”*, Centro Regional de Investigación Pesquera “Dr. Enrique Beltrán”, Bahía de Banderas, Nayarit. México.
- Harvey, D. (1977), *“Urbanismo y desigualdad social”*, Siglo XXI, Madrid.
- Harvey, D. (2010), *La ciudad neoliberal”*, en Sistema mundial y nuevas geografías, UAM- Universidad Iberoamericana, México.

- Hendrickx M. (1996), “*Los camarones penaeoidea bentónicos del Pacífico mexicano*”, CONABIO, Mazatlán, Sinaloa, México.
- Hernández, A. (1990) “*Comportamiento de la calidad de agua en una granja camaronícola del noroeste de México*”, Instituto Tecnológico del Mar, México.
- INE (2010), “*La Calidad del agua en los ecosistemas costeros de México*”. SEMARNAP, México.
- INEGI (1993), “*Atlas estadístico del Estado de Sonora 1993*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (1997), “*Atlas estadístico del Estado de Sonora 1997*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2002), “*Atlas estadístico del Estado de Sonora 2002*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2006), “*Atlas estadístico del Estado de Sonora 2006*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2009), “*Atlas estadístico del Estado de Sonora 2009*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2009), “*Anuario estadístico de Sonora*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2010), (Cartografía digital), México.
- INEGI (2011), “*Atlas Estatal de Sonora 2011*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INEGI (2012), “*Anuario estadístico de Sonora 2012*”, Instituto Nacional de Estadísticas, y Geografía, México.
- INP (2011), “*Boletín trimestral*”, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas, México.
- Isla, M. (2006), “*Manejo sostenible del cultivo de camarón en Cuba. Camaronera CALISUR, provincia Granma*”, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Cuba.

- Jiménez F. y C. Ibarra (s/a), “*Manual de recomendaciones para el manejo de granjas de camarón en México*”, Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación, Comisión Nacional de acuacultura y pesca, Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria, México.
- López, N. (2000), “*Camarón rosado del Golfo*”, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- López, R., J. Cervantes (2002), “*Unidades del paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales*”, INEGI, México.
- Leff, E. (2002), “*Ética, vida y sustentabilidad*”, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, México
- Leff, E. (2006), “*Aventuras de la epistemología ambiental*”, Siglo XXI, México.
- Manzo, H. (2000), “*Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el crecimiento de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en estanques rústicos, en Manzanillo, Colima*”, Universidad de Colima, México.
- Márquez, L. (2009), “*Descripción y funcionamiento del laboratorio de control de calidad de la granja de cultivo de camarón Aqualarva S.A. de C.V. durante el ciclo de producción 2007*”, Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- Márquez, E. (2010), “*Impacto y Gestión Ambiental*”, Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- Martínez, E. (2010), “*Saber ver el paisaje*”, Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Martínez, L. (2009), “*Camaronicultura mexicana y mundial ¿Actividad sustentable o industria contaminante?*”, Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Vol. 25, pp. 181-196.
- Martínez-Córdova, L (2009), “*Camaronicultura mexicana y mundial ¿Actividad sustentable o industria contaminante?*”, Departamento de investigaciones científicas y tecnológicas de la Universidad de Sonora, México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992009000300006&script=sci_arttext consultado el 26-2-15.
- Marx, K. (1848), “*Discurso sobre el cambio*”, Ediciones en Lenguas Extranjeras, Moscú.
- Mateo, J. (2008a), “*La concepción sobre los paisajes vista desde la Geografía*”, Universidad de la Habana, Cuba.

- Mateo, J. (2008b), *“Paisaje y geosistema: apuntes para una discusión teórica”*, Revista Geonorte, Cuba.
- Medina, J. (coord.; 1997), *“La Acuicultura en la planeación hidráulica”*, Documentación del plan nacional hidráulico, México.
- Meléndez J. (2005) *“Densidad de siembra de camarón”*, Universidad del Mar, Oaxaca, México.
- Mendoza A. (s/a), *“La industria en la región Mar de Cortés”*, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- Morris, J. (1996), *“Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales”*, Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos.
- Municipio de Nogales (2015), “Nogales”,
<http://www.municipiodenogales.org/castellano/Fauna/coralillo.htm> consultado el 15-5-2015.
- Nik, T. et al. (2009), *“Urbanismo neoliberal: la ciudad y el imperio de los mercados”*, Temas sociales, Chile.
- Ortiz, A. (2007), *“Hacia una ciudad no sexista. Algunas reflexiones a partir de la Geografía Humana Feminista para la planeación del espacio urbano”* Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Oyama, K., A. Castillo (2007), *“Manejo, conservación y restauración de recursos naturales de México”*. UNAM/Siglo XXI, México.
- Panorama Acuícola (2010), *“¿Es posible el desarrollo de la maricultura en Sonora?”*, Panorama Acuícola Magazine, 03 de Mayo del 2010.
[http://www.panoramaacuicola.com/editorial/2010/05/03/es_posible_el_desarrollo_de_la_maricultura_en_sonora_5.html:6 de noviembre de 2012].
- Panorama Acuícola (2012), *“Síndrome de Mortalidad Temprana o Síndrome de Necrosis Hepatopancreática Aguda”*, Panamá.
- Propin, E. (2003,) *“Teorías y Métodos en Geografía Económica”*, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Platas, D. y J. Vilaboa (2014) *“La acuicultura mexicana: potencialidad, retos y áreas de oportunidad”*, Revista Mexicana de Agronegocios, Vol. 18, pp. 1065-1071.

- Quintero, J. (2012), "*Estudio de Impacto ambiental expost del proyecto camaronera Carmita II*", Ecuador.
- Ramírez, O. (1998), "*Los ecosistemas lagunares costeros y la camaronicultura*", Instituto Nacional de Pesca, México.
- Ramón (2009), "*En Zahara*", <http://enzahara.wordpress.com/2009/05/07/en-la-playa-aparecio-una-tortuga/> consultado el 10-4-2015.
- Rivera, J. (2009), "*Cultivo de camarón blanco Litopenaeus vannamei*", Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- Rodríguez, J. (2009), "*La camaronicultura y la sustentabilidad del golfo de California*", WWF-México, Programa Golfo de California.
- Ruíz, D. (2006), "*Influencia de la temperatura superficial del mar en el periodo de madurez del camarón azul Litopenaeus stylirostris en el golfo de California*", Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- SAGARPA (2009), "*IV Foro científico de pesca ribereña, memorias*", CRIP de Manzanillo, México.
- SAGARPA (2013), "*Atlas Agroalimentario 2013*", Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SIAP, México.
- SAGARPA (2013), "*Diario Oficial de la Federación*", Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, México, <http://www.dof.gob.mx/> consultado el 08-2-2015.
- SAGARPA (2014), "*La acuacultura, una alternativa para la alimentación en México*", Tercer Foro económico de pesca y acuacultura, FAO, México.
- Salas A. (2007), "*Comparación de la calidad de camarón producido por acuicultura y pesca procesada en las plantas de Guaymas, Sonora durante las temporadas de 1997, 2001, 2006 y 2007*", Instituto Tecnológico de Guaymas, México.
- Sánchez, A. (2003), "*Filosofía de la praxis*", Siglo XXI, México.
- Santos, M. (1990), "*Por un Geografía nueva*", España, Madrid.

- Santos, M. (2000), "*La naturaleza del espacio*", Ariel, España.
- Sarukhán, J. (2012), "*Capital natural de México. Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*", Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO, México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1989), "*Programa Director de Infraestructura portuaria, Guaymas, Sonora*", Dirección General de obras Marítimas, México.
- SEMARNAT (2000), "*Diagnostico Ambiental de las Unidades de producción acuícola en la Costa Sur de Sonora*", SEMARNAT, México.
- SEMARNAP (1999), "Atlas de enfermedades de Peneidos", Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Dirección General de Acuicultura, México.
- Smith, N. (2006), "*La producción de la naturaleza*", SUA, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.
- Silva, A. (2000), "*¿Mejorable la calidad del agua que drenan las granjas de camarón?*", Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Tenorio, P. (2001), "Pennisetum ciliare", CONABIO, <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-ciliare/fichas/pagina1.htm> consultado el 10-04-2015.
- UEAC (2008), "*Programa de buenas prácticas de inocuidad en el cultivo de camarón BPPA*", Delegación federal de Sonora, Subdelegación de gestión para la protección ambiental, Unidad de ecosistemas y ambientes costeros, Sonora, México.
- Uniprot (2002), "*Heloderma suspectum (Gila monster)*", <http://www.uniprot.org/taxonomy/8554> consultado el 1-5-2015.
- Valdenebro, O. (2000), "*La alimentación en la estructura de costos de operación de los parques acuícolas del sur de Sonora*", Instituto Tecnológico de Sonora, México.
- Zizek, S. (2009), "*Sobre la violencia, Seis reflexiones marginales*", Paidós Ibérica, España.
- Zona Turística (2015) "*Cerro Tetakawi, Icono de San Carlos y Guaymas*", <http://www.zonaturistica.com/tips-en/602/cerro-tetakawi-icono-de-san-carlos-y-guaymas.html> consultado el 15-5-2015.