

00344



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

“EVALUACION ESPACIAL DE LA INFLUENCIA DE LAS
GRANJAS CAMARONICOLAS SOBRE LOS MANGLARES DE
SAN BLAS, NAYARIT, MEXICO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS
(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y
RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A :
HIDROBILOGA GLORIA HUERTA RODRIGUEZ

DIRECTORES DE TESIS: M. en C. JORGE R. QUINTANA Y MOLINA
DR. ARMANDO A. ORTEGA SALAS

MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICO ESTA TESIS.

A la memoria de mi padre con mi más profundo agradecimiento
C. P. A. Casimiro Huerta Galicia por su incondicional cariño y apoyo en todo momento.

A mi madre con gratitud
Sra. Gloria Rodríguez Hernández por su leal amor y por ser un ejemplo de lucha.

A mis hermanas por su cariño y apoyo.

Alexandra Huerta Rodríguez

Libia Huerta Rodríguez

A mi sobrino por todo lo que significa.

Jahir Robles Huerta

“¿ Qué importa que se borre
el nombre de un sitio,
de un rostro, si lo esencial
de uno y de otro, penetré
ya, en nuestra conciencia
para toda las edades “
Jose Vasconcelos.

AGRADECIMIENTOS

Al instituto de Ciencias del Mar y Limnología y en especial al laboratorio de Oceanografía Física, lugar donde se realizó esta tesis.

Agradezco sinceramente al M en C. Jorge Rogelio Quintana y Molina que más que director de tesis fue mi amigo, por su gran apoyo, confianza y por haberme permitido llevar a cabo esta tesis, al Dr. Armando Adolfo Ortega Salas por su continua motivación para seguir adelante y al M en C. Guillermo Díaz Zavaleta por su amistad y sabios consejos.

Expreso mi agradecimiento a los Señores Ejidatarios y en particular al Sr. Juan Bananas por haberme transportado en lancha por el Estero del Rey a la Granja Aquanova y a la gente de dicha granja por haberme dado el apoyo y la facilidad de poder visitar la granja y brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.

A los miembros del Jurado:
M en C. Jorge Rogelio Quintana y Molina
Dr. Armando Adolfo Ortega Salas
M en C. Guillermo Díaz Zavaleta
Dr. Francisco Javier Flores Verdugo
Dr. Federico Paez Osuna

Por su colaboración, asesoría y revisión crítica a este trabajo.

Agradezco muchísimo el apoyo brindado al M en C. Ranulfo Rodríguez Sobreyra, y por su amistad.

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Macrolocalización del Estado de Nayarit con sus municipios.	21
FIGURA 2. Microlocalización de San Blas en Nayarit en relación a la Republica Mexicana.	23
FIGURA 3. Ubicación aproximada de la zona de estudio se muestra la zona de manglar y la situación de las granjas de camarón.	26
FIGURA 4. Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit. Espaciomapa INEGI de 1993, escala 1:250,000.	30
FIGURA 5. Carta de Uso de Suelo y Topográfica 1:50,000 Villa Juárez F-13 C-28 INEGI 1973.	31
FIGURA 6. Carta de Uso de Suelo y Topográfica 1:50,000 Villa Juárez F-13 C-29 INEGI 1973.	32
FIGURA 7. Mapa de distribución del manglar según INEGI de 1974.	44
FIGURA 8. Paisaje de San Blas , Nayarit Fotografía aérea de abril de 1970 con escala 1:50,000.	45
FIGURA 9. Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit Fotografías aéreas de Diciembre de 1996 escala 1:75,000.	45
FIGURA 10. Paisaje de Boca Cegada Nayarit Fotografía aérea de abril de 1970, con escala 1:50,000.	46
FIGURA 11. Localización de la granja camatronicola de Boca Cegada, Nayarit Fotografía aérea de Diciembre de 1996, con escala 1:75,000.	46
FIGURA 12. En esta imagen se muestra la agrupación de clases en 1970 y la instalación con estanquería de diversos tamaños y formas irregulares de Aquanova en 1996.	49
FIGURA 13. Imagen resultante de la clasificación supervisada del antes y después de la cobertura vegetal.	51
FIGURA14. Localización de las granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit a partir de un sector de imagen de satélite LANDSAT TM 7 (20 de abril 1980) donde es posible distinguir en composición de falso color los ecosistemas de manglares y en la cual no existian granjas camaroneras.	55

FIGURA15. Localización de granjas camarónicas de San Blas, Nayarit Pag. a partir de un sector de imagen de satélite LANDSAT TM 7 (20 de abril 1999) donde es posible distinguir en composición de falso color los ecosistema de manglares y las granjas camaroneras. 55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número de granjas y espacios destinados a la engorda de camarón blanco, por sistemas de cultivo, en granjas camarónicas de Nayarit (SAGARPA/CONAPESCA 2002). 6

Tabla 2. Proyección transversa de Mercator UTM del manglar de Boca Cegada (Aquanova) y San Blas (granjas pioneras). 35

Tabla 3. Características generales de las 5 granjas camaroneras en la región de San Blas, Nayarit, 42

Tabla 4. Extensión de los polígonos de mangle digitalizados de la fotografía aérea de 1970. 47

Tabla 5. Extensión de los polígonos de mangle digitalizados del INEGI (1999). 47

Tabla 6. Resumiendo el impacto de las granjas camaroneras sobre los manglares. 66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Diagrama metodológico modificado por Mendoza, (1997). 28

Cuadro 2. Diagrama de las etapas de procesamiento de las imágenes de satélite modificado por Palacios y Luna (1993). 33

Cuadro 3. Diagrama que resume los distintas influencias sobre el manglar causados por la construcción de granjas camaroneras en San Blas, Nayarit. 41

INDICE

RESUMEN -----1

INTRODUCCIÓN -----2

OBJETIVOS ----- 9

ANTECEDENTES -----10

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO -----19

MATERIAL Y MÉTODOS -----27

RESULTADOS -----43

DISCUSIÓN ----- 56

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ----- 67

LITERATURA CITADA -----71

ANEXOS-----80

RESUMEN

La presente investigación se efectuó en los años 1999 y 2004 con el propósito de conocer el grado de alteración o influencia de la construcción reciente de varias granjas camaroneras sobre las Marismas Nacionales de San Blas, Nayarit, México. En este estudio se estableció la cobertura del manglar así como el reconocimiento de las áreas afectadas por la tala, secado y/o modificado por la construcción de las granjas camaronícolas. El análisis geográfico se basó en el uso cartográfico, fotografía aérea, imágenes de satélite TM 7 LANDSAT, para la elaboración de mapas de la zona; antes y después de la construcción de granjas camaronícolas, como resultado más significativo de este trabajo se encontró que la construcción de las granjas camaronícolas implicó una alteración y/o destrucción del 5% del manglar en San Blas, Nayarit, durante los últimos veintiséis años. Se encontró también que esta alteración está causando que varias especies entre las que se encuentran *Crocodylus acutus*, *Phalacrocorax auritus*, *Centropomus armatus* y otras especies están pasando a la categoría de amenazadas o erradicadas. A este efecto se suma el daño causado a la vida marina tropical como refugio, a la zona de cría de peces y crustáceos y la alteración del hábitat vital de otros animales acuáticos y terrestres de San Blas, Nayarit, esta estimación es discutible, ya que equivaldría afirmar que toda el área estuarina estuviera poblada por manglar y realmente existen condiciones limitantes para su desarrollo. El Inventario Nacional Forestal de 1994 da una extensión de 721,554 ha de manglar; Loa Lozano informa de 500,000 ha. Díaz Zavaleta y Mújica (2000) para Nayarit estimaron 90,084 ha de las cuales se han perdido 24.4%, pérdida atribuida a las alteraciones producidas por la agricultura, tala para el uso de "varas" y por la presencia de granjas camaronícolas. El estado de Nayarit cuenta con un sistema de humedales, de 226,424 ha de los cuales 134,324 corresponden a manglares, 51,200 ha corresponden a lagunas y esteros, y 40,900 a marismas y salitrales. Todas estas cifras sobre los manglares de Nayarit, reflejan la pérdida acelerada por desecación de los humedales aledaños y su efecto sobre las venas, riachuelos y esteros. A su vez estos manglares de Nayarit, son afectados también por la descarga de aguas de las granjas acuícolas, las industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos lo que finalmente se traduce en un impacto importante que hay que considerar para futuros proyectos de instalación de granjas camaronícolas.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son los ecosistemas más productivos de la biosfera por su alta productividad primaria y por representar hábitats de protección y alimento de una variada fauna como el camarón (SEMARNAP 1999). Los humedales y particularmente las áreas de manglar son sometidas a efectos o influencias adversas sobre su ambiente. Estas influencias los afectan en la medida en que se reducen o anulan sus cualidades ecológicas, como su hábitat de alta productividad, su alta biodiversidad y la protección que ejercen sobre la zona costera.

Los humedales son ecosistemas que incluyen diversas especies vegetales (manglares, halófitas, etc.), adaptados a vivir en zonas total o parcialmente cubiertas de agua a lo largo del año (Flores-Verdugo 1989). Los humedales de agua dulce no soportan la salinidad. Los humedales incluyen a las marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, temporales o permanentes, estancados o corrientes, dulces, saladas o salobres e incluyen las zonas marinas menores a 6 metros de profundidad con respecto al nivel medio del mar (RAMSAR 1970).

México cuenta con una extensa área de manglares que abarca aproximadamente 660,000 ha (Blasco 1988). En Nayarit se encuentran 134,324 ha de manglar (SARH 1976). Tovilla y González (1994) estimaron una extensión de 153,409 ha para Nayarit. El manglar es la vegetación más característica de áreas costeras tropicales y subtropicales del litoral mexicano y está determinado por factores climatológicos e hidrológicos como son; la temperatura, los aportes de agua dulce, el agua salobre, las mareas y el sustrato (Chapman 1969). En México

está vegetación cubre grandes áreas en el Pacífico, Golfo de México y mar Caribe (Lot y Novelo 1990).

El bosque de manglar se desarrolla en la llanura de lagunas costeras o estuarios de latitudes tropicales y también en climas subtropicales limitados en general a los 32° N y 32° S (Walter 1971). Los manglares requieren de condiciones ambientales específicas para su crecimiento como (Tomlinson 1986):

(a) Temperaturas medias > 20 °C y no < de 10 °C; (b) Áreas de precipitación pluvial de 600 a 1500 mm/año; salinidad tendientes a lo mesohalino (+15ups), aunque *Avicennia ssp* es más tolerante a la hipersalinidad (> 50 < 90 ups); (c) Aporte de nutrientes terrígenos aunque puede crecer en agua de mar solamente; (d) Inundaciones periódicas tanto marinas como dulceacuícolas; (e) Una circulación que favorezca la fijación de hipocótilos y su distribución; (f) Un sustrato constituido por material sedimentario fino (limo-arcilloso), aunque pueden desarrollarse en suelos arenosos, calcáreos o de otro tipo; (g) Desarrollo vivíparo, por medio del cual las semillas germinan en la planta progenitora.

Los manglares son ecosistemas de bosque ó arbustos formados por halofitas acuáticas con adaptaciones para sobrevivir en suelos anóxicos (neumatoforos, raíces adventicias). Tienen temperaturas y salinidades variables, fondos limo-arcillosos, alta turbiedad, gradiente topográfico nulo ó suave y su extensión se limita a la zona inundada por mareas.

La flora y la fauna de estos ecosistemas presentan un alto grado de adaptación evolutiva a las presiones ambientales como cambios mareales o estacionales de salinidad, temperatura, oxígeno, desecación e inundación y huracanes. El

ecosistema lagunar estuarino funciona en base a un balance de interacciones bióticas y abióticas (Tovilla 1998).

En la actualidad los manglares son aprovechados directa o indirectamente, por ejemplo el mangle rojo se utiliza en la construcción de techos para casas, leña, extracción de taninos ó la elaboración de carbón vegetal. La madera del mangle blanco se utiliza como pilotes en la construcción de casas y "tapos" para la captura del camarón en lagunas y esteros, el corte de "varas" para sostener las plantas del cultivo de jitomate. El botoncillo *Conocarpus* es usado como leña y para hacer postes o carbón. El mangle negro *Avicennia* se usa como postes en Veracruz.

Los efectos ambientales generados por la camaronicultura sobre los humedales que han sido detectados en México son (Lugo y Col 1980): el desplazamiento de manglares en la costa por estanquería de camarón, la alteración de la hidrología local debido a la construcción de diques, vías de acceso y el dragado de canales.

En zonas costeras, los manglares son vulnerables a la destrucción por alteraciones provocadas por el desarrollo de puertos, expansión de la frontera agropecuaria y urbana, los desarrollos turísticos, petroleros y construcción de presas hidroeléctricas. En las zonas continentales el desvío de agua dulce puede afectar severamente la función del ecosistema aguas abajo, así como la hidrología del manto freático. La eutrofización ocasionada por las descargas de aguas contaminadas aumenta la concentración de nutrientes, metales pesados y pesticidas de las aguas receptoras, lo que podría resultar en una degradación local de la calidad del agua.

El deterioro del mangle ha propiciado cambios en la condición del hábitat de las aves y otras especies locales y migratorias e inclusive de especies amenazadas de extinción lo que ha inducido a su desplazamiento a otras áreas en busca de refugio y alimentación. Esto restringe el acceso de la fauna acuática a los manglares y elimina a futuro, fuentes de alimento, empleo e ingreso de divisas (Tovilla 1998).

Países como Indonesia, Tailandia, China, India, Brasil, Ecuador, y Honduras, han desarrollado diversas técnicas para la construcción de estanques de cultivo de camarón todas ellas con rendimientos variables, su práctica ha arrojado beneficios sociales y económicos, que se han traducido en una fuente de alimento de un elevado valor nutricional, pero sobre todo en el contexto económico por el valor que alcanza el producto en el mercado nacional e internacional. En estos países se han identificado importantes afectaciones a los ecosistemas de manglar por el desarrollo de granjas camaronícolas sin adecuados controles legales (Blasco 1991).

En 1982 se realizaron los primeros cultivos de camarón experimentales en México, pero la actividad permaneció rezagada por varios años, debido en gran parte a la política del gobierno que definió al camarón como reservado al sector cooperativista y ejidatario (SEMARNAP 1996). Estos grupos al tratar de incursionar en el cultivo de camarón se enfrentaron a grandes problemas técnicos y económicos, lo que trajo como consecuencias su estancamiento (Garduño-Argueta 1997).

La acuicultura en aguas estuarinas se ha desarrollado principalmente para el cultivo del camarón. El Estado de Nayarit tienen granjas camaronícolas basadas

en cultivos extensivos, semi-intensivos e intensivos de camarón y cuenta con 78 granjas camaronícolas del total nacional de 378 (2001), de las cuales predominan 40 centros de granjas extensivas, 36 semintensivas y 2 intensivas Tabla 1. Al Norte de Nayarit se practica el semi-cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)(Boone, 1931) mediante engorda de diferentes tallas que van de los 10 a los 35 gramos de peso total de los juveniles silvestres (Gómez 1992).

Tabla. 1. Número de granjas y espacio destinado a la engorda de camarón blanco, por sistema de cultivo, en granjas camaronícolas de Nayarit (SAGARPA/CONAPESCA 2002).

SISTEMAS DE CULTIVO DE CAMARON BLANCO EN NAYARIT Y SU RELACION CON EL TOTAL NACIONAL EN 2001.				
	Total No. / ha	Extensivo No. / ha	Semi-intensivo No. / ha	Intensivo No. / ha
Número y Área	78 / 3400	40 / 190	36 / 1274	36 / 1274
Total nacional	378 / 52648	113 / 4274	253 / 15165	12 / 749

A principios de la década de los ochenta se construyeron una serie de estanques en Nayarit, iniciándose con la Unidad de San Blas. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente del Estado de Nayarit (2001), reporta el desarrollo de 511 ha de granjas de camarón para la región, con un total de 25 granjas proyectadas de las cuales 19 de ellas ya se encuentran en funcionamiento.

La tecnología de percepción remota y los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas importantes en la evaluación, observación y monitoreo de recursos naturales, riesgo e impacto ambiental, y el ordenamiento del territorio.

Las ventajas del SIG son su capacidad de almacenamiento y presentación múltiple, pero sobre todo la posibilidad de relacionar una serie de variables que explican en conjunto el comportamiento de un proceso en la naturaleza (Chacón - Torres 1996; López- Blanco 1998).

La aplicación del SIG en el campo de la acuicultura se han enfocado en la evaluación, localización y cuantificación de los recursos terrestres y acuáticos, los sitios potenciales y la aptitud de los usos del suelo para la selección del emplazamiento acuícola. La aplicación de estos sistemas se inicia en México en la década de los noventas en los estados de Yucatán, Tabasco y Sinaloa. De hecho los SIG han sido recomendados por instituciones como SEMARNAP (1999) y FAO (1995), como un medio eficiente en la planeación de proyectos de acuicultura en lagunas costeras.

En el área de San Blas Nayarit, desde 1988, operan 17 granjas camaronícolas, de las cuales 5 son importantes por su tamaño y producción, éstas se denominan: Ponchos (antes Thaimex), Lomas de Paz, La Providencia, Matatipac y Aquanova. La operación de dichas granjas durante 1999-2004, ha ocasionado diferentes efectos sobre esta zona de humedales (SEMARNAP 1999), los cuales son evaluados en el presente estudio.

Por lo anteriormente expuesto el objetivo central de esta investigación aborda el impacto ambiental de 5 granjas camaronícolas sobre la zona de humedales en San Blas, Nayarit, México. Se determina la influencia y los impactos directos de

las granjas camaronícolas en la región, sobre la cubierta de manglar a partir de la comparación de registros fotográficos anteriores y posteriores a la instalación de las granjas camaronícolas.

Se calcula un valor económico y ecológico en beneficios directos e indirectos de los manglares entre los \$ 10,000 a \$ 125,000 dólares por hectárea (Agraz-Hernández 1999).

Además de sus valores ecológicos, los manglares han sido utilizados por siglos como fuente de energía, material de construcción, extracción de sal, taninos y otros tintes e incluso alimento. A pesar de los beneficios que nos proporcionan los manglares, estos han sido afectados por actividades antropogénicas.

Entre los daños que se reconocen como consecuencias en las instalaciones de las granjas para camarón por Bailey (1988) y Flores-Verdugo (1989) están :

a.- La eliminación de grandes extensiones de bosques de manglar y de vegetación halófila, con la desaparición del hábitat de varias especies nativas o pasajeras.

b.- La construcción de estanquerías se realiza en marismas o llanuras salobres.

c.- La alteración del régimen hidrológico.

d.- El azolvamiento de los cuerpos de agua costeros.

e.- Una hipernutricación por el aumento de nutrientes disueltos en el agua, lo que conlleva a la eutroficación del sistema acuático.

Existen también impactos indirectos de la camaronicultura que pueden afectar a los manglares como los cambios en el patrón hidrológico. Los bordos de los estanques camaronícolas cambian el patrón de escurrimiento laminar de las aguas pluviales, incluso bloqueando arroyos temporales y venas de mareas. Bombeo y

recambio de agua de las granjas camaronícolas pueden provocar cambios significativos en la hidrodinámica de los cuerpos lagunares y por lo tanto afecta a los manglares (Páez – Osuna et al, 2003).

En comparación con los humedales naturales, se estima una tasa de evaporación superior al 50% en las aguas de estanques camaronícolas. Esto implica fuertes volúmenes de descarga de aguas hipersalinas al sistema estuarino adyacente, y por tanto provoca hipersalinidad.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la influencia directa de las cinco granjas camaronícolas sobre los manglares, en la región de San Blas, Nayarit

Objetivos específicos

- (1) Analizar e interpretar información documental, cartográfica, imágenes de satélite y fotografía aérea con el fin de describir la zona bajo influencia de las granjas camaronícolas, antes de la construcción y después de la misma.
- (2) Evaluar la situación del deterioro de la cubierta de manglar.
- (3) Proponer alternativas para mitigar el impacto de las granjas camaroneras.

ANTECEDENTES

El bosque de mangle es un ecosistema tropical costero situado en la zona de transición entre la tierra y el mar, donde sus elementos vegetales manifiestan una forma de vida arborescente como característica común (Pannier y Pannier 1980). Se distribuye en las costas tropicales y subtropicales de Asia, América, África, Australia, y Nueva Zelandia (Mercer y Hamilton, 1983), en estas localidades el manglar esta situado entre los 32° de latitud N y 32° de latitud S (Walter 1971).

Diversos estudios han demostrado que los manglares son de gran importancia para los ecosistemas costeros debido a que intervienen en la captura, estabilización y formación de los sedimentos, previenen la erosión, aportan materia orgánica a la trama alimenticia acuática, proveen de sustrato a especies epibióticas como algas filamentosas y ostiones, así mismo son los productores primarios (Conner et al.,1988; Lot y Novelo,1990) y proveen de hábitat para la reproducción, alimentación y refugio a muchas especies de aves, mamíferos y peces, (Turner 1977; Contreras1988; Sedue 1988; Galaviz y Gutiérrez 1989), lo que representa un alto valor comercial de estos ambientes.

Según la Fundación para la Defensa de la Naturaleza (Greenpeace-International 1999). México esta considerado como el tercer país de las costas de América incluidas las costas del Atlántico y del Golfo de México por presentar la mayor distribución y extensión (660, 000 ha) de manglares.

De los trabajos realizados en México, que se han enfocado hacia la estimación de la productividad el bosque de manglar y su influencia hacia el sistema lagunar-estuarino adyacente se encuentran: López (1981), Rico-Gay y Lott (1983); Flores-Verdugo (1985); Barreiro (1999), Signoret (1999); Rollet (1974), realizó una

evaluación en cuatro sitios de manglar en México, utilizando fotografías aéreas pancromáticas (escala 1:200,000 y 1:33,000), así como falso color (escala 1:10,000). Sánchez (1963) aborda en forma general la distribución, características y especies del manglar en México; haciendo especial énfasis en la contribución de este al crecimiento y desarrollo de la flora y fauna lagunar - estuarina. Thom (1967) es considerado como el pionero en exponer que la geomorfología influye decisivamente en la zonación y en la dinámica ecológica en Tabasco; Vázquez-Yañez (1971) explica la zonación en función de la influencia que los factores ambientales nivel de la marea, topografía, salinidad del agua y del suelo ejercen en la vegetación de la Laguna de Mandinga, Veracruz.

La conformación Costera Nayarita puede ser explicada por Currray y Moore 1963, la llanura costera, el litoral y la plataforma continental se encuentran bajo la influencia del Río Santiago, así como San Pedro, Acaponeta , Las Cañas y Balverte. En el Pleistoceno Tardío, en los periodos de bajo nivel del mar, estos ríos edificaron un basto complejo sistema deltáico sobre el que se desarrollo gran parte de la plataforma continental de Nayarit y sur de Sinaloa.

Por otro lado, Rico-Gay (1979) lleva a cabo una evaluación de la productividad neta del manglar de la laguna de la Mancha, Veracruz, y López Portillo Guzmán (1982) determina la producción de hojas y el patrón de zonación y relaciona la vegetación con parámetros de salinidad, nivel de inundación y oxigenación en la Laguna de Mecoacán, Tabasco. Flores-Verdugo (1985) cuantifica el aporte de materia orgánica por los principales productores primarios (mangles, pastos marinos, fitoplancton) al estero de "El Verde" Sinaloa. Ramírez-Flores (1987) realizó un trabajo sobre la producción de hojarasca y metabolismo estuarino en el

ecosistema de manglar de la Laguna de Agua Brava, Nayarit y también en (1992) elaboró un trabajo sobre impacto ambiental y estrategias de manejo para los bosques de manglar con especial énfasis a la Costa Pacífico del país.

Existen pocos estudios del manglar de San Blas, Nayarit. Entre estos se mencionan los trabajos de Herrera y Ceballos (1998) referidos a la tasa de deforestación durante los últimos 20 años estando con un 65%. Flores-Verdugo (1989), estudió la estructura, composición, nutrientes, materia orgánica y producción primaria de los manglares en Agua-Brava, Nayarit.

En lo referente a los ecosistemas lagunares-estuarinos, hay información referente sobre el manglar como parte integral del ecosistema (López 1981).

La comunidad de manglar en México esta compuesta por cuatro especies, *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle prieto-botoncillo) (Pennington y Sarukhán, 1969). En San Blas, la especie *dominante* es *Laguncularia racemosa* (bobo) con un 50%, seguida por *A. germinans* (puyequé) con un 25%, *Rhizophora mangle* (Colorado ó candelón) con un 15% y la menos frecuente es *C. erecta* (mangle chino) con un 10% ya que forman densos bosques de hasta 25 m de altura (Sánchez 1963).

Lugo y Snedaker (1974), clasificaron los manglares de acuerdo al relieve topográfico de sus cuencas y a su localización relativa al intercambio de agua por la marea y a la escorrentía de agua dulce. Sus cinco tipos fisonómicos son:

1.- Manglares ribereños que crecen en los cauces principales de los ríos y están sometidos a un flujo lateral de agua de baja salinidad. Este tipo predomina en climas húmedos y responde rápidamente a alteraciones en el régimen hidrológico.

2.- Manglares de cuenca que crecen en depresiones donde el flujo de agua es lento y el movimiento vertical estacional del agua prevalece sobre su flujo lateral.

Tienden a acumular sustancias y son sensitivos a la estabilización del agua, a la acumulación de sustancias tóxicas y a cualquier tensor que reduce su intercambio gaseoso.

3.- Manglares de borde que crecen al borde del mar o de otros cuerpos de agua y que están expuestos a fluctuaciones verticales del bosque. Toleran una mayor intensidad en ola y la tensión causada por el petróleo pero son susceptibles a la excesiva acción de las olas provocadas por el movimiento de los barcos o por cualquier otro cambio en la intensidad del movimiento acuático causado por diques, rompeolas.

4.- Islas de manglares que ocurren en alta mar, afectados por las mareas, que pueden desarrollarse tierra adentro como una especie de "hamacas" de manglares donde el agua fluye alrededor de la "isla". Están usualmente expuestas a vientos o mareas que se caracterizan por huracanes que remueven la estructura vegetal.

5.- Matorral sobrelavado. Conocido también como de "lavado periódico" se presenta en islas bahías y estuarios someros donde sus posiciones y alineamientos obstruyen el flujo normal de la marea; pero se somete al "sobrelavado" de la marea alta que se lleva consigo cualquier resto orgánico presente en el suelo.

Cada uno de estos tipos de manglares refleja un conjunto diferente de condiciones ambientales que conforman y mantienen una fisonomía particular, incluyendo las especies de plantas y animales que lo componen y que también lo hacen susceptible a tipos particulares de tensores ambientales. Por ejemplo, los

manglares ribereños que predominan en desembocaduras de ríos responden rápidamente a alteraciones en el régimen hidrológico. Los manglares de cuenca tienden a acumular sustancias y son sensitivos al estancamiento del agua o desecación, a la acumulación de sustancias tóxicas y a cualquier tensor que reduce su intercambio gaseoso. Los bosques de manglar de borde toleran una mayor intensidad en la tensión por el petróleo (Tovillas 1994), son susceptibles a la excesiva acción de las olas causadas por huracanes o por el movimiento de embarcaciones y por cualquier otro cambio en la intensidad del movimiento acuático causado por diques, rompeolas, etc. Las islas de manglares están usualmente expuestas a vientos o mareas y por lo tanto, este tipo de ecosistemas es susceptible a tensores tales como los huracanes (Tovilla y Gonzalez 1994).

En México, según el inventario Nacional Forestal de 1994 existen 721,554 ha de manglar. Yañez-Arancibia (1999) reporta 524,600 ha y recientemente el inventario forestal de la SEMARNAP 2000 reporta una cubierta de manglar del orden de 600,000 ha; lo cual revela que es evidente el desconocimiento de la superficie real de manglar que tiene México.

Díaz y Mújica (2000) presentaron dos estudios de Ordenamiento Ecológico Costero de la D.G.A, mostrando la situación de los manglares en Sinaloa y Nayarit. En el caso de Nayarit la superficie de mangle, vegetación acuática y halófitas en 1980 era de 90,084 ha, de las cuales se observó para 1990 una pérdida del 24.4% (21,980 hectáreas), de esta cifra un 5% corresponde a la actividad de las granjas camaronícolas.

El cultivo de los camarones marinos del género *Litopenaeus*, se inició a partir de 1970 y ha tenido un crecimiento acelerado basado en modelos de producción

básicamente semi-intensivo desarrollándose en otros países de Latinoamérica como Ecuador y Panamá. En nuestro país el uso de "tapos", para el control del camarón se remonta a la época precolombina. Para ello cada año los pescadores del sur de Sinaloa y del norte de Nayarit, procedían a mediados del Verano (julio), a cerrar las salidas naturales hacia el mar del sistema de esteros y lagunas litorales de su jurisdicción, con el objeto de dejar encerrados las postlarvas y juveniles de camarón que comenzaron a entrar en el área desde marzo.

Esta y otras labores complementarias, han sido consideradas como un método de cultivo extensivo, las poblaciones de camarón encerrados se desarrollan y son atrapadas en las "sierras" llamadas también "tapos" cuando tratan de emigrar al mar para completar su ciclo (las sierras se ponen entre los manglares, los "tapos" en los esteros y venas).

En México el cultivo de camarón, se inició en la década de los setenta, uno de los pioneros en el manejo de este crustáceo fue la dirección de Acuacultura de la S.A.R.H., quien inició la construcción de obras para mejorar las condiciones ecológicas y ambientales de las Lagunas Costeras. Con el fin de permitir la movilización de las postlarvas silvestres del camarón, en la década de los ochentas se construyeron las primeras pozas experimentales en el estado de Nayarit con las granjas La Comercial, Pericos, Tuxpan, Villa Constitución y los estanques de La Secretaria de Pesca en el Puerto de San Blas.

Un buen número de granjas que fueron construidas en Nayarit entre 1985 y 1994, fracasaron debido a problemas de índole técnico, económico y financiero. En general se declararon en quiebra y por lo tanto no rentables por falta de

disponibilidad de postlarvas y las enfermedades de tipo viral que han provocado pérdidas cuantiosas a los productores (SEMARNAP 1996).

México fue el primer exportador de camarón a los E. U. A. sin embargo en los últimos años pasó al quinto lugar dado que China, Ecuador, Filipinas entre otros países han incrementado su producción.

Las modificaciones a la Ley Federal de Pesca a partir de 1992, permitieron participar al sector privado en esta actividad, lo que se tradujo en el incremento en el número de granjas, que en ese momento era de 2, hasta alcanzar la cifra de 199 granjas en 1990 con una producción de 5,500 ton. Producción que situó a México como el segundo productor en América (Kravanja 1991).

Las técnicas de cultivo deben ofrecer alternativas para el control de efectos para proteger el medio ambiente. No obstante, el desarrollo de las granjas camaronícolas pueden poner en peligro las condiciones ecológicas de la zona costera, no solo por su potencial acuícola, sino porque representa San Blas la zona de manglares más importantes del país y constituye el hábitat de numerosas especies endémicas en peligro de extinción (Tovilla 1998).

El uso de sensores remotos (satélite, fotografía aérea y videografía) ofrece múltiples ventajas al respecto y ya se han usado como monitores de la deforestación y actividades de acuicultura en este tipo de ecosistemas, así como en inventarios con propósito de mapeo y zonación, lo que ha resultado de gran utilidad como ha sido demostrado en trabajos realizados por De la Lanza y Ramírez-García et al. (1995), Mendoza (1997) y Ramírez-García et al (1998) en México. Las actividades de la cuenca hidrológica son factores importantes en los procesos funcionales de los manglares, lagunas costeras y estuarios (Agraz-

Hernández, Flores Verdugo y Martínez 2001). Además los ecosistemas de manglar se caracterizan por una elevada producción pesquera y por servir como hábitat de apoyo a las pesquerías de la plataforma continental. Por ello su destrucción acarrea problemas de la calidad del agua en los cuerpos acuáticos adyacentes.

Ruiz y Berlanga (2001) resaltan el potencial de la camaronicultura como transformador del paisaje en la zona costera del sur de Sinaloa. El estudio de los impactos de la camaronicultura sobre el paisaje debe ser considerado para estimar la potencialidad de los sistemas costeros para mantener este tipo de desarrollos, establecer los posibles conflictos que se generarían con otras actividades antropogénicas y junto con estudios in situ, a nivel de granja, conocer la situación ambiental real y contar con una mejor estimación del potencial de crecimiento de la actividad.

Ramírez et al.(1998), Berlanga y Ruiz (1998) y Ruiz y Berlanga (1999), quienes analizan la situación actual de los sistemas lagunares de la zona sur de Sinaloa utilizando imágenes de satélite, concluyen que la estanquería camaronícola ocupa un espacio equivalente al 5% del total de espejo de agua de las principales sistemas costeros de la región.

Jonson y Munday (1983), mencionan que varios autores han realizado estudios sobre la clasificación y mapeo de humedales, utilizando fotografías del Skylab o imágenes del satélite Landsat (MSS). Sin embargo la baja resolución espectral, espacial y radiométrica no les permitió una clasificación precisa y desarrollada de los mismos, y no es sino hasta el uso del mapeador temático del Landsat (TM) que estos problemas se han resuelto, debido a que se mejora la resolución espacial

con 6 bandas se logra una mejor resolución espacial de 30 m en las bandas 5 y una mejor resolución radiométrica de 8 bits (256 niveles).

Gosselink y Maltby (1990) mencionan como las principales implicaciones de la disminución de los humedales (entre ellos los manglares): inundaciones regionales, deficiencias en el suministro de alimento en la cadena alimenticia, disminución de las reservas de diversidad genética y vida silvestre, en la producción y depósito de sulfatos y nitratos en el ciclo del carbono.

El último huracán que impactó significativamente las costas nayaritas fue el "Kenna" el 25 de Octubre del 2002 provocó daños ecológicos irreversibles en San Blas.

Se ha dado un crecimiento desmedido que originó que cerca de 650,000 ha de manglar fueran taladas con la intención de habilitar terrenos para la acuicultura (Phillips et al., 1993), a pesar de haberse reconocido que este tipo de suelo no es adecuado para la construcción de granjas camaronícolas, dado el contenido de sulfatos y su grado de acidez.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Macrolocalización

El Estado de Nayarit tiene una extensión de 29,378 Km² y se encuentra ubicado en la porción Noroccidental de la República Mexicana, dentro de las coordenadas extremas de Latitud Norte 20° 36' 14'' a 22° 59'45'' y Longitud Oeste de los meridianos 103° 44'25'' a 105° 45'00'' .

Este Estado limita al Norte con los Estados de Durango y Sinaloa; al Nororiente con el Estado de Zacatecas; al Sur y Oriente con el Estado de Jalisco y al Poniente con el Océano Pacífico. El Estado de Nayarit tiene una costa de 92,400 ha donde los municipios costeros son Tecuala, Santiago Ixcuintla, San Blas, Tepic, Xalisco y Compostela con una distancia costera de 185 Kilometros (Vidal 1985).

La zona de estudio pertenece al municipio de San Blas y se localiza en la parte Norte del estado entre las coordenadas extremas: 21° 20' al 21° 43' de latitud Norte y 105° 27' al 105° 30' de longitud oeste. Tiene colindancia con los siguientes municipios; al norte con el de Santiago Ixcuintla; al Sur con el de Compostela; al Oriente con el de Tepic. Al Poniente colinda con el Océano Pacífico.

El municipio de San Blas tiene una extensión de 888,878 m² y se divide en 65 localidades y las más importantes son el Puerto de San Blas, Santa Cruz, Aticama, Matachén, Guadalupe Victoria, Laureles, Aután, Jalcocotan, Mecatón y Góngora, entre otros. El río Santiago colinda en su margen izquierda y cuenta con arroyos de caudal permanentes como el de Jacotón, El Llano, El Cora, entre otros; existen diversos arroyos en épocas de lluvias 4 lagunas permanentes y 3 esteros que son los siguientes: Estero de Agua brava 40,000 ha, Laguna Chahuin 9,000 ha, Laguna del pescador 11,500 ha, Laguna del colorado 14,000 ha, Laguna del

Río San Pedro 14,000 ha, Estero de San Blas 3500 ha, Esteros: Chila, Peñitas, Boca Ameca 400 ha, con un total de 92,400 ha. (SARH 1976), (Fig.1).

El clima del área, según la clasificación Köppen modificado por García (1973), es Awo (w) que se refiere a un clima cálido subhúmedo con lluvias en Verano.

La precipitación promedio anual es de 2500 mm y típicamente las lluvias se presentan de Julio a Octubre y la época de sequía de escasa a nula precipitación es de marzo a junio. Esto se traduce en que los estanques en épocas de lluvias mantienen salinidades bajas y en secas sucede lo contrario.

La zona accidentada del municipio representa el 30% de la superficie y lo comprenden los cerros Cebadilla, Portezuela, El Tejón y la Gloria, la zona plana está formada por playas, esteros y cuencas, así como superficies de cultivo agrícolas (SEDUE 1988).

Los tipos de vegetación que cubren el área son manglares, vegetación halófito, vegetación de dunas costeras, palmar, vegetación acuática, selva baja espinosa, selva baja caducifolia, matorral sarcocaulo, selva mediana subparennifolia y bosque de encino (Rzedowski 1978).

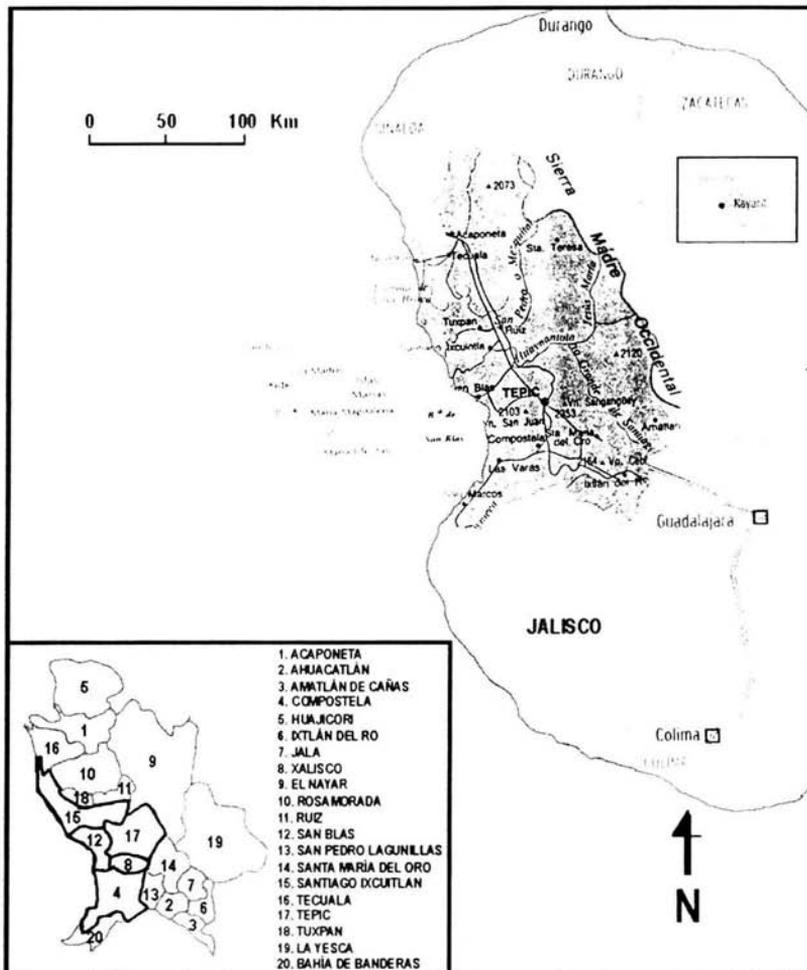


Fig.1 Macrolocalización del estado de Nayarit con sus municipios.

Microlocalización

La zona de estudio se encuentra limitada al oeste por el Río Grande de Santiago y por el este por el Puerto de San Blas, donde se identifican tres sistemas de esteros: El Rey, El Pozo y El Conchal-San Cristóbal (Fig. 2).

El Estero El Rey se localiza entre la boca del Pozo (San Blas) y la Isla del Limón. Posee una laguna terminal somera más amplia que el ancho del canal, el cual es meandroico y va descendiendo hacia la costa. El tapo de la Boca del Rey fue cerrado artificialmente en 1975 para facilitar la navegación y evitar el azolvamiento en la entrada al Puerto, de manera que este canal amplió su comunicación con el Estero del Pozo y formaron un sólo sistema.

El Estero Pozo-Rey tiene una extensión de 13.5 Km., y una anchura promedio de 160 m, comprende un área aproximada de 556.042 Km². En la parte Noroeste, la marisma La Sopa, las Horquetas y Pericos entre otros, alimentan a este sistema, al igual que los manantiales de agua dulce de los terrenos de Navarrete (Villaseñor 1988).

El Estero El Pozo se ubica al Noroeste del Puerto de San Blas y tiene una laguna terminal somera más amplia que el canal y cuya boca da acceso al muelle del Puerto. Limita al Norte, Este y Oeste con la Llanura Lacustre de Laureles y Góngora y al Sur con la playa La Cegada. Se encuentra bordeada principalmente por vegetación de manglar, aunque en algunos puntos de sus márgenes, se han desarrollado cultivos agrícolas (ECODESARROLLO 1994). Se enmarca entre los 21° 24' y 21° 43' de latitud norte y los 105° 03' y 105° 28' de longitud oeste.

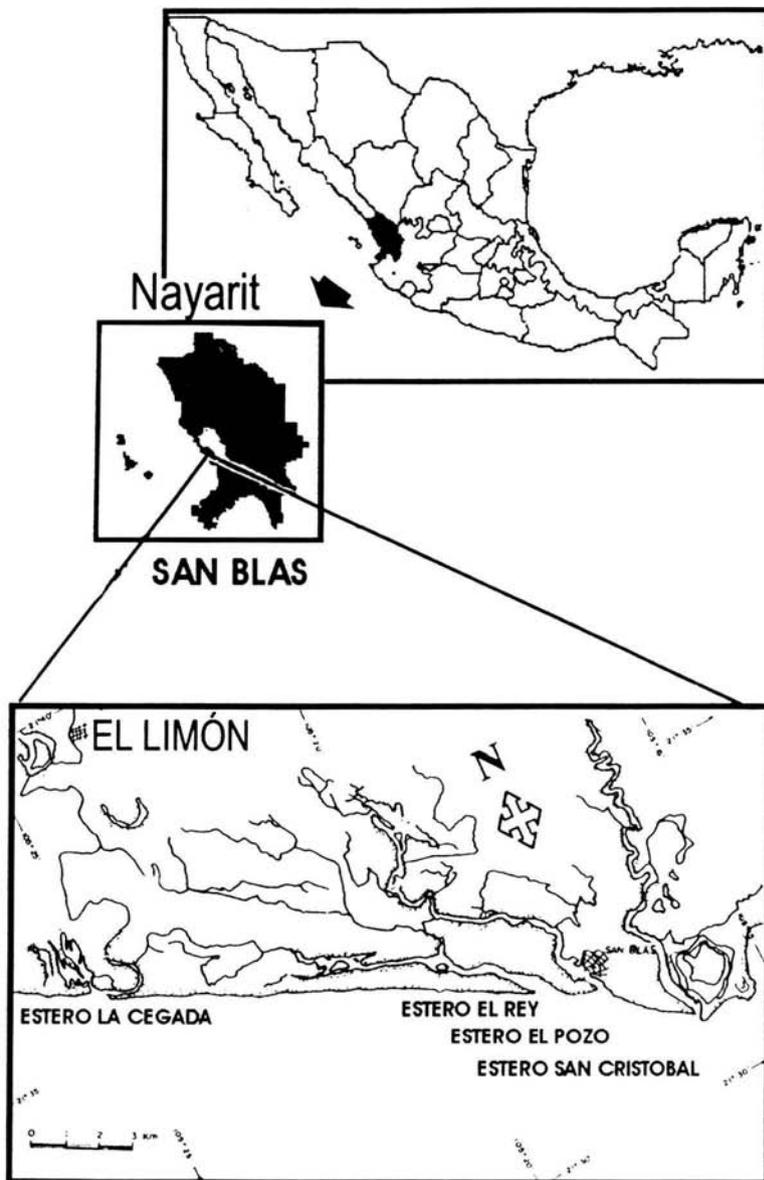


Fig. 2. Microlocalización de San Blas en Nayarit, en relación a la República Mexicana.

El Estero San Cristóbal se inicia en el Arroyo Zouta y desemboca a 3.5 Km al Sur del Puerto de San Blas, cerca de la punta de las Islitas que sirve de límite a la Bahía de Matachén se encuentra bordeado de manglar. El estero es cruzado por carreteras y terracería y tiene una extensión aproximada de 14.8 Km. con anchura promedio de 160 m. y comprende un área aproximada de 421.270 Km² (Villaseñor 1988). Este estero presenta gran influencia dulceacuícola, ya que se localiza cerca de la serranía y recibe mayor cantidad de escurrimientos, en su boca la profundidad es somera.

En la zona de estudio se localizan las granjas Aquanova, Thaimex, La Providencia, Matatipac, y Lomas de Paz (Fig. 3), que se ubican a los 105° de Longitud Oeste y 21° de Latitud Norte en el municipio de San Blas.

En épocas de estiaje, los escurrimientos de agua dulce disminuyen drásticamente y la salinidad de los estuarios y lagunas se incrementa significativamente y el agua llega a ser hipersalina. En épocas de lluvias, los ríos y otros escurrimientos de agua dulce provocan la disminución de la salinidad en las lagunas y estuarios.

En esta región entre las vías de comunicación de importancia se encuentran Carreteras asfaltadas: la de San Blas, y la de Guadalupe Victoria, así como un camino de terracería que va a Chacalilla.

Las especies de vegetación encontradas en el lugar son las del manglar: *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, y *Avicennia germinans*, la vegetación halófila como *Salicornia ssp* y *Batis marina*, como vegetación de dunas costeras tenemos a *Thrinax parnifora*, el palmar *Orbignya cocoyole*. la vegetación acuática como *Bostrychia radicans* (alga) y *Enteromorpha plumosa*, la selva baja

espinosa tenemos a *Acacia cyunbispina*, *Achatocarpus gracilis*, la selva baja caducifolia *Lysiloma divoricata*, el matorral crasiceule *Agave hechtia*, la selva mediana subperennifolia *Abies*, *Alchomea* y el bosque de encino *Quercus aristata* (Valdez 1997).

La fauna de la región de estudio está clasificada como neotropical, es diversa y presenta un número considerable de especies endémicas como el cocodrilo de río, migratorias como el pelicano blanco, en peligro de extinción como la tortuga carey y de importancia económica el róbalo. Así mismo, por las características ambientales de esa marisma, es una zona de refugio y anidación como toda zona estuarina de diversas aves marinas como el pelicano blanco (*Pelicanus erythrorhynchus*), garcetas, garza (*Jabirú mycteria*), pico de cucharón (*Cochlearius cochlearius*), pato buzo o cormoranes (*Phalacrocorax auritus*), fragatas, gaviotillas, loro de cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), guacamaya verde (*Ara militaris*), espátula rosada (*Ajaia ajaja*), que se alimenta de crustáceos, fauna acuática de distintas especies de crustáceos como: cangrejo violinista (*Uca princeps*), cangrejo de mangle *Aratus pisonii* que tiene un papel fundamental en los procesos de herbívora, la ostra de mangle *Crasostrea rhizophorae* la cual es uno de los productos fundamentales en la economía de las poblaciones costeras, jaiba (*Callinectes arcuatus*), moluscos, peces como: chihuil (*Ariopsis liopus*), róbalo (*Centropomus amatus*), chuime (*Moxostoma austrinum*) y cuatro especies de tortugas marinas como la prieta (*Chelonia agassizi*), la laud (*Dermochelys coriacea*), la de carey (*Eretmochelys imbricata*), y la golfina (*Lepidochelys olivacea*). También cocodrilo de pantano (*Crocodylus acutus*), (Barg 1994).

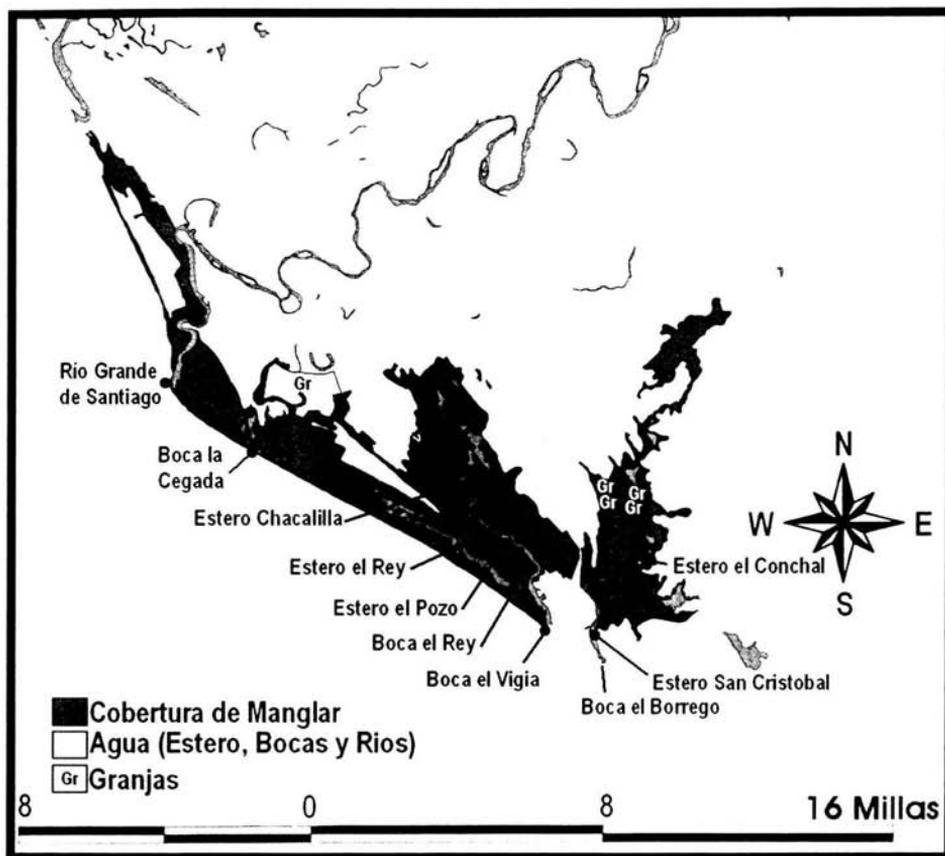


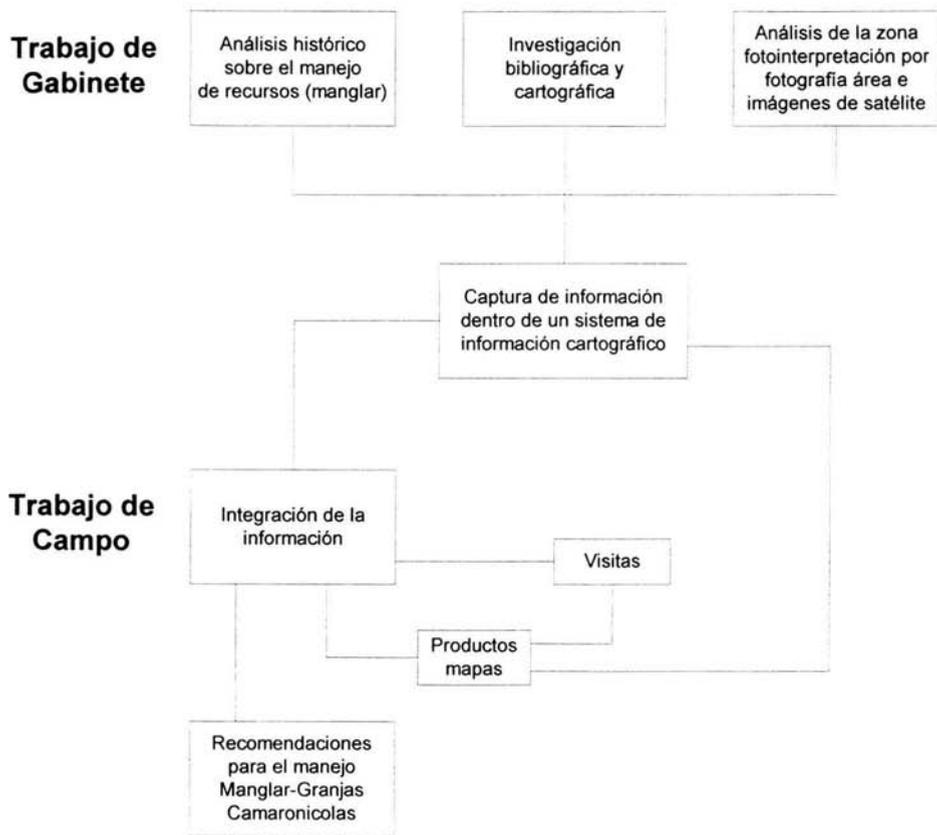
Fig. 3. Ubicación aproximada de la zona de estudio, se muestra la zona de manglar y la situación de las granjas de camarón.

MATERIAL Y METODOS

En el cuadro 1 se muestra el Diagrama metodológico. Se estimó la cobertura de los manglares, utilizando información de variada índole que involucró diferentes escalas espaciales y temporales: cartografía desarrollada por INEGI, fotografía aérea en un intervalo de 26 años, entre 1970 y 1996, visita de campo. La fotointerpretación se realizó con ayuda del siguiente material.

- Aerofotografías 1:250,000 (DETENAL 1977, 1977b).
- Carta de Uso de Suelo 1:50,000 Villa Juárez F13-C28, 29 (1973).
- Fotografías aéreas 1:50,000 (1970) y 1:75,000 (1996).
- Imágenes Landsat TM 7 (1980-1999).
- Espaciomapa INEGI 1:250,000 (1995).

Se efectuaron 2 recorridos de prospección en la zona de estudio con el propósito de ubicar y examinar *in situ* las granjas camaroneras, aunado a la revisión de fotografías aéreas de la región y las cartas topográficas con escala 1:50,000 de San Blas, Nayarit y utilizando como referencia imágenes Landsat TM 7 (14 de febrero del 2000) así como el espaciomapa de INEGI escala 1:250,000 (1993). Se realizó el cálculo de las áreas utilizando como herramienta la Planimetría y percepción remota, lo cual causó una afectación por la modificación de la estructura de la vegetación tomando en cuenta cinco clases para la zona de Aquanova que son cultivos, manglar, manglar de baja densidad, marisma y pastizal. Para San Blas, Nayarit. Se utilizó el juego de 8 fotografías aéreas (23 x 23 cm) de 1970 con escala 1:50,000 para obtener el área inicial y las fotografías de 1996 con escala 1:75,000 para obtener el área final.



Cuadro No. 1.- Diagrama metodológico modificado por Mendoza (1997).

Las escalas utilizadas no permiten detectar los bordes de manglar menores de 75 metros de ancho $1\text{cm} = 500\text{ m}$, $0.1\text{ cm} = 50\text{ m}$ y $1\text{cm} = 750\text{ m}$, $0.1\text{ cm} = 75\text{ m}$ (poca resolución) Esta caracterización se realizó mediante técnica fotogrametrías con base al tono y textura de la fotografía esta fotointerpretación se apoyo también con la carta topográfica F13-C28 escala 1:50,000, el espaciograma de Nayarit con escala 1:250,000, Figs 4,5,6, además de estereoscopia por la percepción de la rugosidad aparente con referencia al punto de observación y a la posición del objeto, resultando en el paralelismo deseado en este caso se localizan las granjas camaroneras a evaluar.

En el manejo del planímetro se extendió y se estiró bien el papel sobre una mesa lisa, plana y horizontal para que el tambor pueda girar suave y libremente, eligiendo la longitud del brazo del planímetro de acuerdo a la escala de las fotografías y las cartas topográficas. Se colocó el polo del planímetro sobre las áreas de las granjas camaroneras contando que el tambor no salga del papel en su movimiento total.

Imágenes de satélite cuadro 2 en información digital fue obtenida mediante barredores (escáners) desde satélites en órbita que envían los datos en formas de ondas de radio a estaciones receptoras en tierra quienes decodifican la información y producen una imagen visible. Las imágenes satelitales pueden abarcar grandes áreas geográficas y diferentes partes del espectro electromagnético. En ocasiones un mismo satélite puede tener varios sensores por lo que en general las imágenes son denominadas de acuerdo al sensor que las obtuvo (Ruiz, 1988).



Fig. 4. Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit. Espaciomapa INEGI de 1995, escala: 1:250,000.

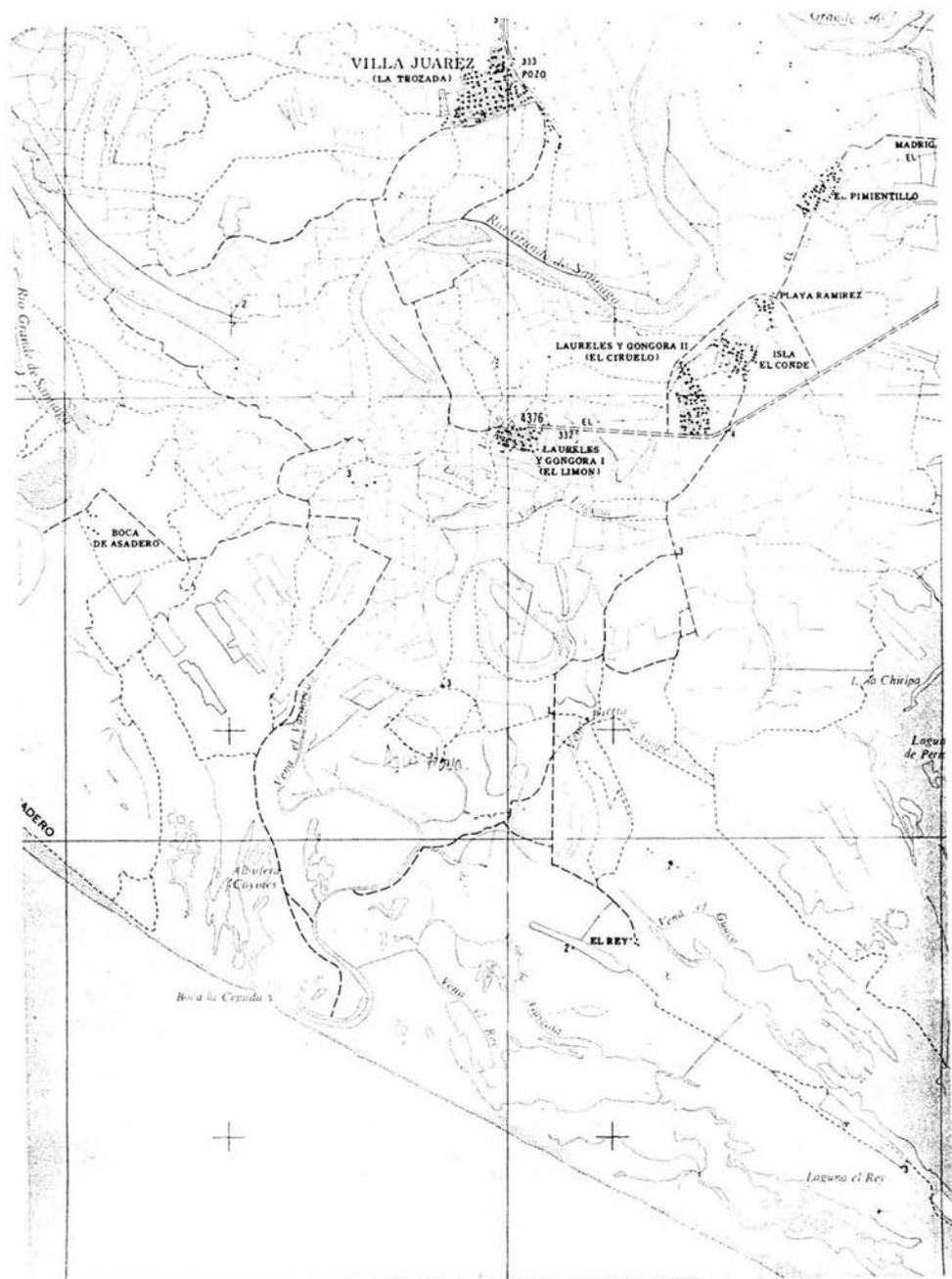
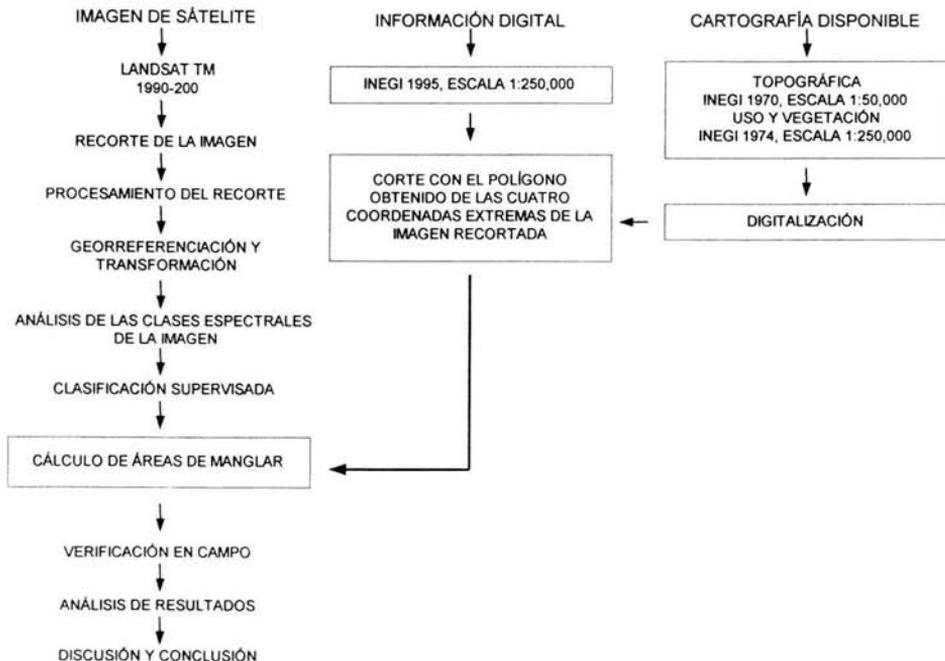


Fig. 6. Carta de uso de suelo y topográfica, 1:50,000 Boca Cegada F13-C29 (Tomado de INEGI, 1973).

El sensor Landsat 7 TM (Mapeador Temático, por sus siglas en inglés) cuenta con 8 bandas. Las tres primeras bandas (1, 2 y 3) corresponden aproximadamente al espectro visible capturando la primera, la fracción azul, la segunda, la fracción verde; y la tercera, la porción roja de este. Las bandas 4, 5, 7 y 8 corresponden a fracciones infrarrojas del espectro que van del infrarrojo cercano al lejano. Estas bandas tienen una resolución de 30 x 30 m. La banda 6 corresponde a la fracción infrarroja térmica y tiene una resolución de 60 x 60 m que es diferente a las demás. Generalmente se trabajan 7 bandas en estudio con este tipo de imágenes a reserva de que la porción térmica sea requerida.

Cuadro 2.- Diagrama de las etapas de procesamiento de las imágenes de satélite modificado por Palacios y Luna (1993).



Se digitalizaron las fotografías aéreas como las imágenes de satélite y procesadas en el programa ILWIS (Integratad Land and Water Management Information System, versión 2.22), instalado en una computadora personal Pentium II, primero se procedió a realizar la separación de bandas de la imagen original, recorte de la imagen para ajustar el área de estudio y georreferenciación, con el que se obtuvo la estimación de cobertura del manglar deforestado, se delimitaron polígonos y líneas o segmentos de cada tipo de uso de suelo y vegetación, y se obtuvo el área que ocupa cada tipo de cobertura en cada uno de los juegos de fotografías. Se estimó la superficie y el área del manglar deforestado en cada granja de camarón por medio de una clasificación supervisada de una imagen Landsat TM proporcionada por el Instituto de Geografía de la UNAM, y se comparó con la obtenida por la digitalización de las Cartas de uso de Suelo y Topográfica (Hoja Villa Juárez, clave F-13 -28, 29 escala 1:50,000) editada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1973), y por la fotointerpretación de las fotografías aéreas de INEGI de 1970 con escala 1:50,000 y 1996 con escala 1:75,000 (Ruiz - Luna 1998).

Las imágenes están compuestas por bandas, cada una con la información correspondiente a una determinada porción del espectro electromagnético. A su vez, cada banda consiste en una serie de celdas llamadas píxeles (abreviatura de picture element) las cuales determinan su resolución en pantalla y que están asociados a la resolución espacial del sensor; este tipo de archivo se conoce como raster. Un compuesto de falso color se genera cuando tres bandas de una imagen multiespectral se almacena en memorias diferentes y se despliegan en la forma de composición de color y resulta cuando una de las bandas se despliega

en rojo, otra en verde y la última en azul. La composición llamada de falso color, simula la imagen obtenida en la película Ektachrome infrarroja de falso color, que se forma desplegando en el cañón rojo una banda infrarroja, en el verde y el azul las dos visibles correspondientes, como la roja y la verde respectivamente (Ruiz 1988).

La imagen fue georreferenciada con base en las coordenadas UTM utilizando cuatro puntos de control de cada año extraídos de la carta topográfica y también en las fotografías aéreas de la región. En donde se muestra en la tabla 2 El decímetro que equivale a 5000 m es de 10 cm para calibrar el planímetro y obtener el factor de escala 0.90909 que es de 1.1. Estos datos se registraron como puntos de control para comenzar a digitalizar la zona de las granjas camaroneras de cada fotografía. Primero se crearon segmentos, todos ellos bajo una categoría y luego se nombraron los polígonos.

Tabla 2.- Proyección transversa de Mercator UTM del manglar de Boca Cegada (Aquanova) y San Blas (granjas pioneras).

UTM 1970		UTM 1996	
X	Y	X	Y
458.998	2389.142	457.500	2390.250
460.001	2394.303	459.000	2390.150
459.644	2392.072	460.750	2392.000
4590293	2390.212	458.098	2391809

Después de la digitalización de todas las áreas de manglar, se procedió a verificar los segmentos antes de poligonizar. El programa automáticamente verifica los segmentos, los cuales pudieron estar abiertos, sobrepuestos, dobles, etc. Después de que los segmentos fueron verificados se comenzó a crear y nombrar polígonos, estos fueron clasificados sólo en cinco unidades ambientales para AquaNova (Boca Cegada) identificados como: Cultivo, Manglar, Manglar de baja densidad, Marismas y pastizal y para las granjas pioneras (San Blas) en manchones de manglar y vegetación halófila. El valor de sigma con este procedimiento fue de 0.460 y 0.415 pixeles de error medio cuadrático en la ubicación de las coordenadas.

Una vez que las fotografías fueron digitalizadas, las cuales tenían formato vectorial (cada línea y punto se almacenaron como coordenadas) este fue convertido a formato raster (matriz de celdas). Posteriormente se calculo el área de manglar, el programa lo hace realizando la sumatoria de todo los polígonos que permanezcan a una misma categoría (Palacios y Luna 1993).

Dicha evaluación preliminar permitió familiarizarse de manera general con la hidrología de la zona y el área de afectación de las cinco granjas camaronícolas.

La clasificación y evaluación de la cobertura vegetal y usos de suelo en la zona se realizó principalmente mediante el análisis de dos imágenes satelitales. No obstante cabe señalar que se contaba con una gran cantidad de nubes en el año de 1999. Esta imagen fue proporcionada por el instituto de Geografía de la UNAM.

Tomando las cuatro coordenadas de cada esquina de la imagen LANDSAT-TM que abarca el área de estudio total se generó un polígono con el cual fue delimitada la información digital mediante un "Corte" ,"Clip" o "ventana" de la

imagen de las fotografías aéreas y mapas de uso de suelo y vegetación de Boca Cegada y San Blas, Nayarit, por último se procedió a calcular las áreas de los polígonos obtenidos del mangle.

Descripción de las granjas

Los resultados de este análisis comparativo se presentan a continuación desglosando y abreviando las características más importantes de cada granja camarónica, a partir de que la granja más antigua opera desde 1988.

Granja camarónica Thaimex Ejido Los Ponchos S.A. de C.V.

Opera desde 1988, utiliza un sistema de cultivo de estanques rústicos tipo intensivo, la granja ocupa una superficie de 9 ha de cultivo. Cuenta con 6 estanques con aireación mecánica, y tiene un rendimiento 700 Kg /ha. Cuenta con 9 empleados.

La granja está constituida por un bordo perimetral, canal de abastecimiento y drenaje de agua, estanquería, planta de bombeo; el cárcamo de bombeo se encuentra en uno de los márgenes del Estero San Cristóbal. Cada uno de los estanques tiene un canal que descarga directamente a un canal de manglar adyacente, atravesando una pequeña área de marisma con seis estanques de engorda para la postlarva del camarón.

Granja camarónica Lomas de Paz

Inició su operación en 1990 y se ubica al sur del puerto de San Blas, Nayarit a 4 Km, a un costado del Estero San Cristóbal, se comunica con el Río Zauta a 2 km

hacia el este en el Km. 4.5 de la Carretera Guadalupe Victoria y Chacalilla cuenta con 20 ha de cultivo. Vías de comunicación a través de la carretera San Blas, Guadalupe Victoria, y la carretera a Chacalilla de tercería cuenta con infraestructura de estanque recubierto por concreto. Pertenece al sector productivo privado con 6 empleados. El agua donde se abastece es del Estero San Cristóbal y sus descargas residuales las arrojan al Río Zauta.

Granja camaricola La Providencia

Antes denominada Modelo Acuícola inició su operación desde 1993. Se localiza en la región de Chacalilla. Pertenece al sector productivo privado. El canal alimentador esta conectado al Estero San Cristóbal y su descarga va a dar a la Laguna de Pericos, y el canal de Cachupimex. Las instalaciones básicas en que esta constituida esta granja es un borde perimetral de los estanques, canal de drenaje que permite el tránsito de vehículos. Cuenta con un estanque reservorio que contiene una reserva de agua, El nivel de este canal es menor al de los estanques y tiene el tamaño adecuado a la descarga que recibe con 78 ha de cultivo. Los separadores de los estanques están supeditados a la topografía del terreno, son regulares para que la corriente del agua fluya uniformemente. El nivel de los estanques es más bajo que el del reservorio y más alto que el canal de drenaje.

Granja camaricola Matatipac

Inició sus operaciones en 1994, se ubica al norte del Puerto de San Blas, aproximadamente a 8 Km de la marisma Las Orquetas , tiene una superficie

de 44 ha y tiene 48 estanques constituidos por 1.8 ha y 1 estanque de 2 ha, pertenece al sector productivo privado, tipo de cultivo semi-intensivo. La vegetación de manglar que existía era del Estero "El cocuixtle" con un desmonte de una superficie de 1.6 ha de manglar.

Granja camarónica Aquanova

Esta granja inicia sus operaciones en 1996, y opera con una tasa de recambio de agua de 20%, y su método de recambio es por bombeo, sin aireación, y con un rendimiento de 1200 Kg/ha, logran dos cosecha por año. La granja de engorda maneja el camarón blanco *Penaeus vannamei* y el camarón azul *Penaeus stylirostris* y poseen 1300 hectáreas de estanquería en un área total de 3656 ha, estas se encuentran dentro de la región Huicila-San Blas.

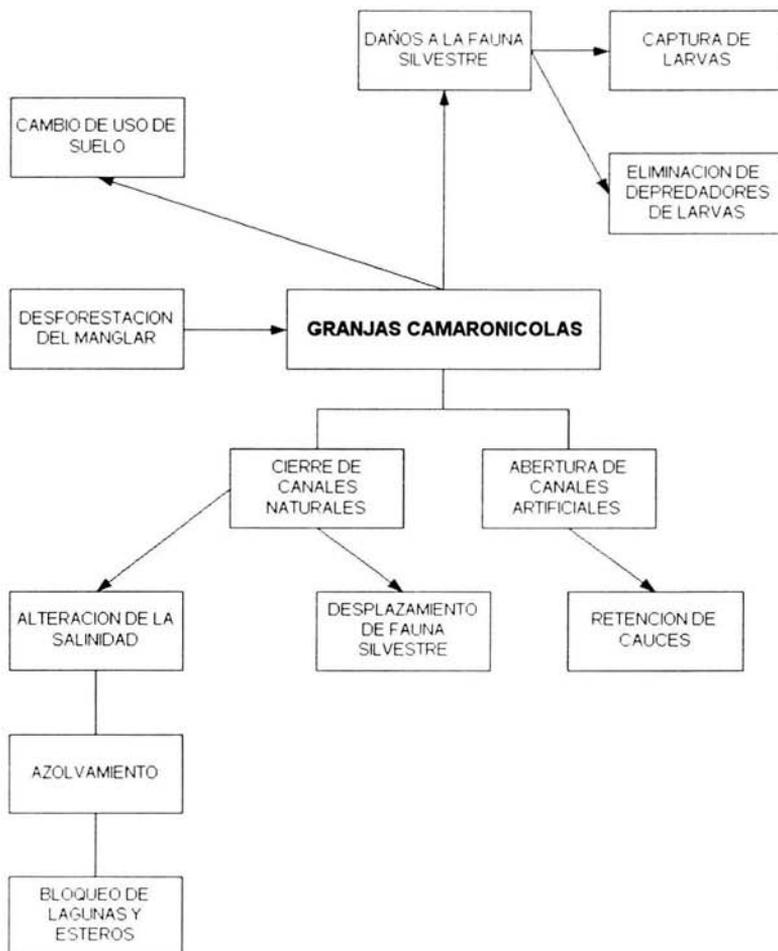
Opera con 130 estanques de engorda, la dimensión de los estanques es de 30 m y de 10 m, uno de 3.3 ha y el más grande de 13 ha. Conformados con bordearías de tierra (arcilla) los cuales son alimentados por medio de un canal de llamada (canal alimentador) que parte del estero (vena "El Varadero") el cual suministra el agua de calidad oceánica, cuenta con un sólo dren principal el cual cruza la "Marisma La Tronconuda" y desemboca al Océano Pacífico a través de obras de carga (vertederos) garantizando un recambio de agua por la descarga (Con puertas de salida) en la vena de los olotes.

En esta granja se han realizado obras de desecamiento y rellenado total de las lagunas denominadas "Los Pájaros" y "El Zapato" así como de las venas "La culebrilla", "Varaderos" y "La Herradura" cuya superficie de los cinco cuerpos de agua actualmente son ocupadas por la Construcción de la granja, realizando el

cambio de uso de suelo de los terrenos a través de desmontes efectuados por el derribo de la vegetación natural de selva mediana y baja por medio de cadenas jaladas por tractores de oruga, así como por la quema de vegetación de manglares y el taponamiento de las venas "Los Olotes" y "La Diabla" y se calculó un desmonte de 20 hectáreas de manglar con una superficie afectada de 207,412.5 Km². Por esta afectación hicieron acreedores de una sanción económica.

En el área se distingue una extensa marisma (166 ha), Flores-Verdugo, et al ., 1995) constituida por lo que se denominaron como Marismas alta y media separadas parcialmente por un cordón de vegetación terrestre. Existe otra marisma (marisma baja) colindando con el mar y la marisma media de aproximadamente 30 ha. Estas marismas (alta y media) están bordeados por las venas de Los Olotes y La Diabla.

La vegetación dominante en la región es el mangle negro (*A.germinans*), con presencia ocasional de mangle rojo (*R.mangle*) y mangle blanco (*L.racemosa*). Actualmente está operando Aquanova con 315 ha y de acuerdo con las operaciones se tiene la intención de aumentar aproximadamente a 1000 ha. Flores Verdugo et al (1993) señala que hasta 1993 existía un área afectada de 900 ha de manglar en Boca Cegada transformados en granjas camaronícolas pero la presión de dicha actividad continua hasta aproximadamente 2,902 ha, de estanques. En el cuadro 3 se realizó un cuadro sinóptico en donde se resumen las influencias sobre el manglar, detectadas en este estudio y en la tabla 3 se resumen las características de estas cinco granjas camaroneras.



Cuadro 3.- Diagrama que resume las distintas influencias sobre el manglar causadas por la construcción de granjas camaroneras en San Blas, Nayarit.

Tabla 3. Características generales de las granjas camaroneras en la región de San Blas, Nayarit.

CARACTERÍSTICAS	TAIMES	LOMAS DE PAZ	LA PROVIDENCIA	MATATIPAC	AQUANOVA
Inicio de Operación	1988	1990	1993	1994	1996
Localización Geográfica	21°30'N 105°13 W	21°32'N 105°17 W	21°31'N 105°15 W	21°33'N 105°11 W	21°35'N 105°18 W
Tipo de Cultivo	Intensivo	Intensivo	Intensivo	Semi -Intensivo	Semi- Intensivo
Infraestructura Estanques	Concreto y Piedra	Recubierto por Concreto	Rústico	Rústico	Rústico
Superficie de Cultivo (ha)	9	20	78	137-236	315-468
Número de Estanques	6	15	13	23	32
Tasa de recambio de Agua	22%	25%	21%	30%	20%
Método de Recambio	Bombeo	Bombeo	Bombeo	Bombeo	Bombeo
Aereación	Mecánica	Mecánica	Mecánica	Mecánica	S/A
Rendimiento (kg/ha.)	700	800	1000	650	1200
Cosecha por Año	1	1	1	2 a 3	2
Uso Original del Terreno	Vegetación Halofita	Vegetación Secundaria	Vegetación Secundaria	Vegetación Halofita Lagunas Costeras	Marismas y Manglar
Actividad Económica Aledaña	Agricultura de temporal	Agricultura de Temporal	Agricultura de Temporal	Agricultura de temporal Camarón Cultivado	Agricultura de Temporal, Pesca y Camaronicultura

RESULTADOS

La información cualitativa y cuantitativa encontrada sobre el impacto de los manglares de San, Blas, Nayarit permitió darle validez a los resultados de la clasificación obtenida en el campo. Esto es exclusivo para las clases que más nos interesaban, es decir para las áreas clasificadas como manglar. En base al trabajo realizado en campo se logró hacer un reconocimiento in-situ de la zona lo que facilitó la comparación de la cobertura del manglar antes y después de la instalación de estas granjas.

La carta de uso de suelo Fig.7 editada por el INEGI (1974), Incluye 6 tipos de uso del suelo para la zona de estudio los cuales están divididos de las siguiente manera: I = Pastizal Inducido, Ma = Manglar, Vh = Vegetación halofita, Be = Selva Baja Espinoza, T = Agricultura de temporal, A = Cultivo Anuales. En la Tabla 4 se localizan las áreas con base al análisis fotográfico en el ecosistema de Boca Cegada, Nayarit fueron zonas de manglar, manglar de baja densidad, marisma, cultivo, pastizal, granja Aquanova.

Posteriormente se presentan las fotografías aéreas de 1970 con escala 1:50,000 (Figs. 8 y 9) y 1996 con escala 1:75,000 (Figs. 10 y 11).

Con las bandas espectrales y utilizando el compuesto a color, se realizó el muestreo de los píxeles, obteniendo un total de cinco clases espectrales presentes en la imagen. Se realizó una clasificación supervisada obteniendo una nueva imagen de la zona que separó las clases definidas.

la granja Aqua Nova con una superficie de 4.53 km² incluyendo el cárcamo figura No. 12.

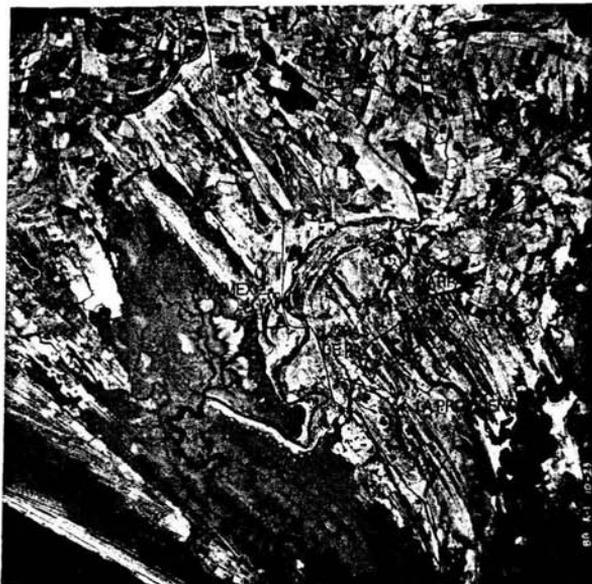


Fig.8.- Paisaje de San Blas, Nayarit. Fotografía área de abril de 1970, con escala: 1:50,000.



Fig.9.- Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit. Fotografía área de diciembre de 1996, escala: 1:75,000.

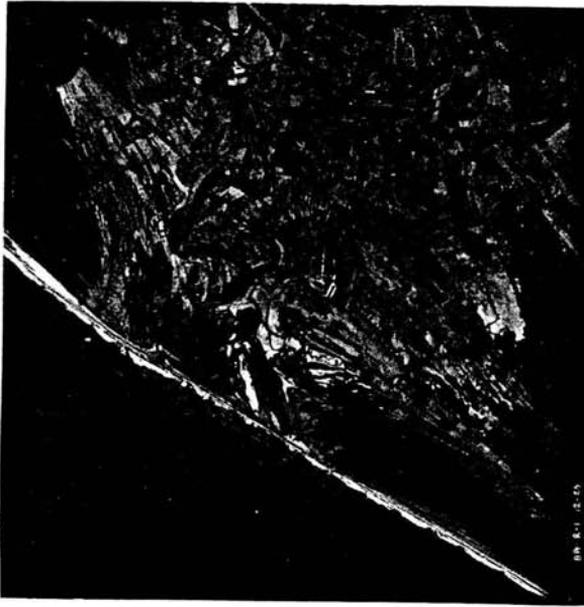


Fig.10.- Paisaje de Boca Cegada, Nayarit. Fotografía aérea de abril de 1970, con escala: 1:50,000.

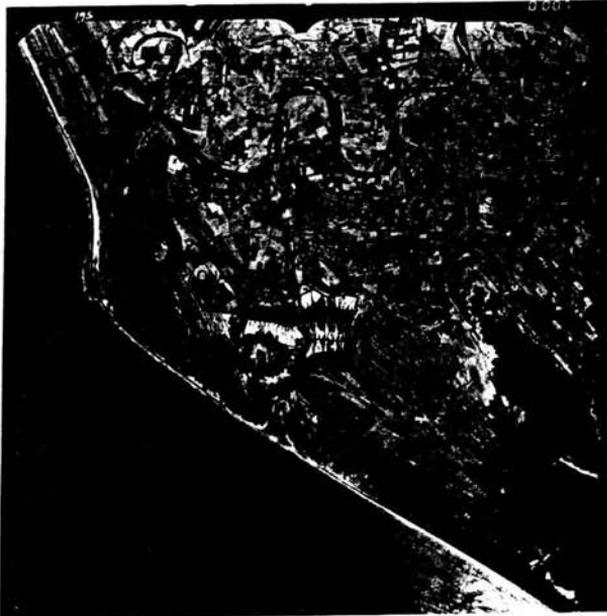


Fig.11.- Localización de la granja camaronícola de Boca Cegada, Nayarit. Fotografía aérea de diciembre de 1996, con escala: 1:75,000.

Tabla 4.- Extensión de los polígonos de mangle digitalizados de la fotografía aérea de 1970.

POLIGONO	CATEGORIA	AREAS	PERIMETRO	KM ²	%
CULTIVO	3	10000	8.38	1.0	19
MANGLAR	5	14500	17.62	1.45	27
MANGLAR DE BAJA DENSIDAD	5	7100	8.25	0.71	13
MARISMA	3	12700	9.16	1.27	24
PASTIZAL	1	9200	20.50	0.92	17
TOTAL		53500	43.91	5.35	
GRANJA		45300	13.61	4.53	100

Tabla. 5.- Extensión de los polígonos de mangle digitalizados del INEGI (1999).

GRANJAS	PERÍMETRO	KM ²	Ha
MATATIPAC	571715.709	5717	57.17
PROVIDENCIA	174621.784	1746	17.46
CAPITAN PARRA	58840.477	588	5.88
TAIMES	305965.847	3060	30.60
AQUA NOVA 1	3823387.477	3823	382.34
AQUA NOVA 2	5585534.177	5585	558.55
TOTAL	10520065.471	10520	10520.0

El sistema hidrológico El Pozo-El Rey presenta un proceso de azolvamiento en las áreas donde fluye la corriente de sus canales naturales. Se genera una selección de material sedimentario, con porcentajes superiores a 90% de arenas. Boca Cegada se formó por una interrupción de la barra costera Asadera. Esta barra es muy delgada en este punto (100 m de ancho), la boca es la salida al mar de la marisma que la rodea.

La descarga de agua residual se efectúa a través de un canal de 8 Km. de longitud que desemboca a una laguna salina ubicada en las marismas. La construcción de las instalaciones de las granjas ocasionó el cambio de uso de suelo a través de desmontes efectuados por el derribo de la vegetación natural de selva por medio de cadenas jaladas por tractores de oruga, así como por la quema de manglar. Las descargas de efluentes provenientes de los estanques camaronícolas las desechan en las venas "Los Olotes", "La Atascosa", "La Diabla", "El Sauz", "Varaderos", las lagunas "El Sauz" y "Pericos". Tan solo en las Venas "Los Olotes y La Diabla" la mortalidad de manglares comprende superficies de 500 y 100 hectáreas, supuestamente debido a que hubo cambios en su salinidad, granjas por falta de circulación y renovación del agua, entre otras cosas. La vena Los Olotes es un canal amplio bordeado por manglares por el extremo oriental de la marisma y se comunica por el extremo norte con el Estero de Varadero. La vena de La Diabla es un canal somero (< de 1.5 m de profundidad) y con una anchura variable de 3 a 5 metros. Ambas venas drenan a una importante área de manglares (280 ha.) y se comunican con su extremo sur, con el Estero de Pozo del Rey. El estero de Varadero desemboca al mar por la Boca Cegada y por

esta vía ejerce principalmente su influencia las mareas en las venas de Los Olotes y La Diabla. Las marismas, conocidas también como llanuras de inundación estacional se caracterizan por estar desprovistas de vegetación con manglares del tipo matorral en su ribera y con sedimentos del tipo limo-arcilloso.

La principal actividad de la región es la agrícola de temporal con diversos tipos de cultivo como el trigo, café, caña de azúcar, maíz, otras como la de cocoteros, y también se observó pastoreo de ganado vacuno.

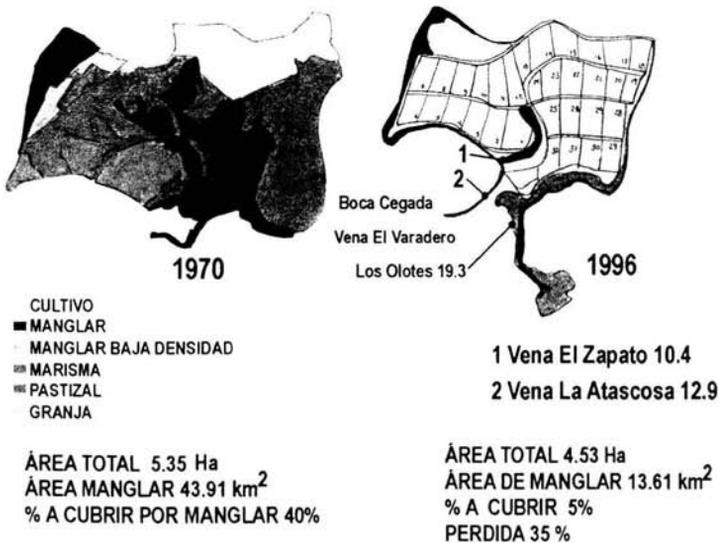


Fig.12.- En esta imagen se muestra la agrupación de clases en 1970 y la instalación con estanquería de diversos tamaños y formas irregulares de Aquanova en 1996.

Desecamiento y relleno total de las Lagunas “Los Pájaros” y “El Zapote” así como las venas la culebrilla, Varaderos y la Herradura actualmente son ocupadas por las instalaciones y los estanques de engorda del camarón.

El análisis de fotografías aéreas de 1970 y 1996 permitió determinar de manera general. La hidrología de la zona, el área de afectación de una granja de cultivo de camarón, la evaluación temporal del perfil costero. En base a la interpretación de las fotografías aéreas de diferentes años de 1996 se pudo observar una franja de un bosque de manglar joven de aproximadamente 51 ha que en 1970 correspondía a una marisma, (166 ha, Flores-Verdugo, et al., 1995) constituida por la Marisma alta y media separadas parcialmente por un cordón de vegetación terrestre. En campo se pudo observar una franja de manglar muerto a lo largo de la playa desde antes de la marisma hasta Boca Cegada como consecuencia de la fuerte erosión costera. En las cuatro granjas para el cultivo de camarón que son las pioneras antes existieron manchones de manglar Fig.13.

La granja camaronera Matatipac, tuvo un desmonte de vegetación de manglar de 1.6 hectáreas de manglar por dragado del Estero El Cocuixtle mismo que nace en los límites de la granja y llega al Estero San Cristóbal sobre la desembocadura de este con el mar, con vegetación halófitas, vegetación de selva secundaria y manglar (*Conocarpus erectus*) y mangle candelón (*Rhizophora mangle*) en las orillas de las pequeñas venas con efecto de pérdida de áreas de refugio, afectación de su hábitat y creación de barreras de comunicación. También hay otras granjas camaronícolas como son Capitán Parra, La Providencia y Thaimex que se abastecen del agua Salobre del Estero San Cristóbal y que no existe influencia con respecto al manglar.

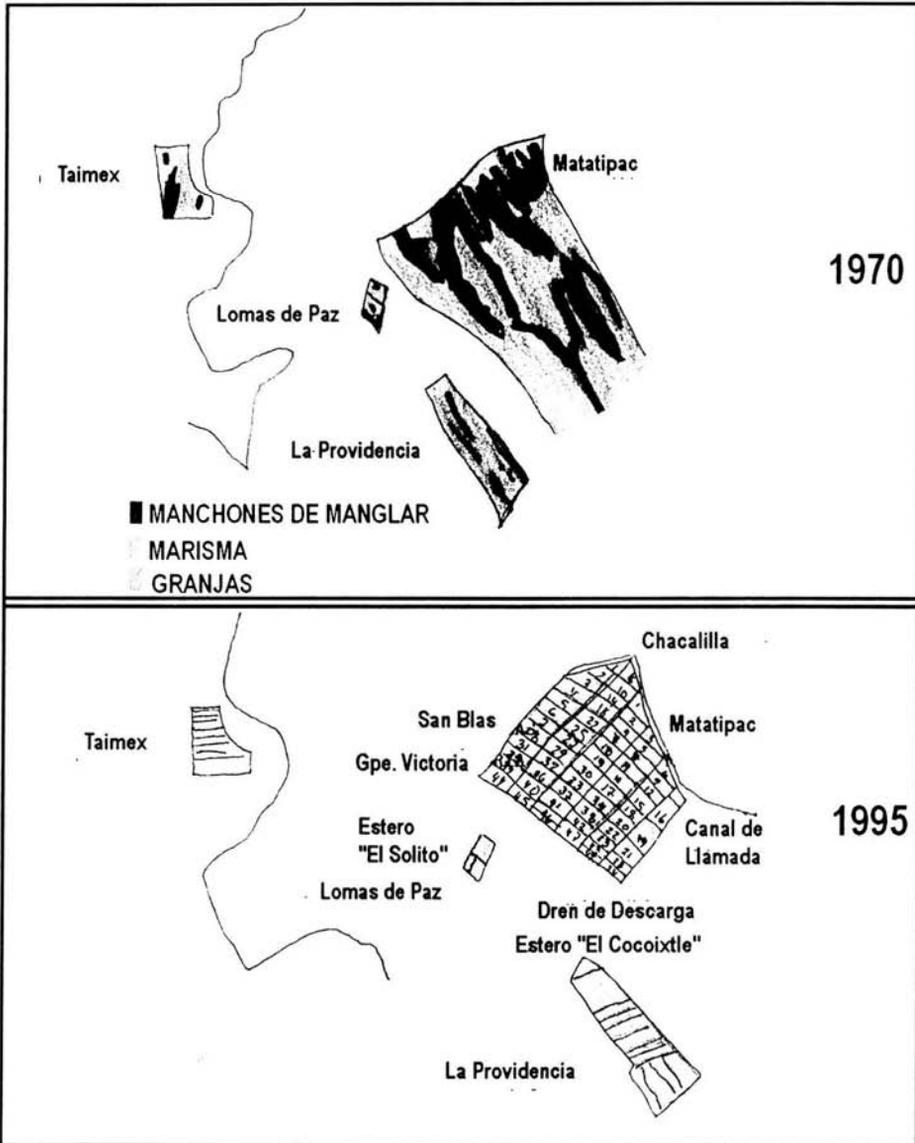


Fig.13.- Imagen resultante de la clasificación supervisada del antes y después de la cobertura vegetal.

Durante la construcción de granjas de camarón se detectan aspectos negativos como son (Houghton, 1994): Desplazamiento de los pescadores de sus áreas de trabajo tradicional debido a la reducción de áreas de pesca, principalmente cuando es de tipo semi-intensivo, alta probabilidad de contaminación del medio por los desechos provenientes de las granjas, generación mínima de empleos locales, destrucción de hábitat, principalmente humedales (Lagunas, manglares, pantanos, esteros, etc), erosión, cambios en el régimen pluvial y en la capacidad del suelo para retener el agua, así como incrementos en la frecuencia y severidad de las inundaciones y azolvamiento de los cuerpos de agua.

Alternativas para evitar el azolvamiento y disminución del intercambio de agua (Díaz y Mujica, 2000):

- 1) Mantenimiento continuo del canal de manglar para el proceso de descarga.
- 2) Evitar la tala de manglares para la construcción de las granjas ya que al talar estas zonas se destruye el ecosistema, dañando a las especies que viven; los daños incluyen reproducción crecimiento o crianza de especies de importancia comercial.
- 3) Programas de resiembra de manglar.
- 4) Reforestación de la vegetación natural de la zona, manejo de fauna silvestre.
- 5) Las granjas camaronícolas deben ubicarse en las marismas, excluyendo estrictamente la modificación del manglar y manteniendo una zona de amortiguamiento, con las siguientes características y funciones: Deben mantener una franja de 50 m de ancho de marisma entre el manglar y la granja acuícola.

La Camaronicultura de San Blas, Nayarit ha tenido un importante desarrollo ya que han ocurrido impactos ecológicos de considerable importancia dentro de los que destacan la deforestación de amplias zonas de manglar, incremento de la mortalidad de larvas y juveniles de peces y otros organismos asociados a la captura de las postlarvas de camarón.

Existen registros (Flores-Verdugo 1992) que señalan que de manera individual, algunas granjas han modificado la estructura de algunos puntos donde el manglar se distribuye interrumpiendo la comunicación de los esteros, modificando la hidrología de los sistemas estuarinos adyacentes o bien simplemente por el cambio del paisaje, que en su momento puede afectar el drenaje de las áreas utilizadas para la camaronicultura propiciando la desecación o inundación.

Para su operación, la mayoría de las granjas obtienen el agua de los estuarios, a través de canales naturales o artificiales y en menor número, algunas granjas, utilizan el agua directamente de las lagunas costeras o del mar, a su vez , el drenaje generalmente se descarga en el mismo cuerpo de agua (Hernández-Cornejo y Ruiz-Luna 2000).

En general, las granjas estudiadas toman directamente el agua del mar, otras de los esteros que derivan de las lagunas y otras del cuerpo lagunar principal a través de canales artificiales. La extensión de estas granjas varía ampliamente de 9 ha a 468 ha de espejo de agua, con una superficie promedio de 75 ha. En la mayoría de los casos el drenaje se realizó sobre los mismos cuerpos de agua, el uso de suelo se ha dado principalmente sobre suelos salinos que predomina vegetación halófila (*Batis sp*, *Salicornia subterminalis*, *Suaeda tampiniensis*).

También se ha demostrado que independientemente de que exista o no tala de manglar, se da un efecto severo sobre el régimen hidráulico debido a la construcción de infraestructura y a la intensidad de bombeo de agua el cual se modifica la disponibilidad y calidad del agua así como la estructura de la vegetación aledaña (Buitrago,1989).

Por el tamaño de las granjas , Buitrago (1989) señala que las de pequeño tamaño afectan menos el ambiente, ya que con menor capacidad de alteración tienden a moldearse a las condiciones existentes.

Las granjas afectan en mayor o menor grado el drenaje natural al construirse canales de alimentación, de drenaje y fomentar obras de ingeniería hidráulica, tales como dragados, canales y puede propiciar la desecación de los cuerpos de suministro de agua o acelerar las fosas de azolvamiento. Esto último se puede evidenciar a través de la secuencia de imágenes de la cobertura de la vegetación en Boca Cegada, Boca el Borrego en San Blas, Nayarit (Figuras 14 y 15).

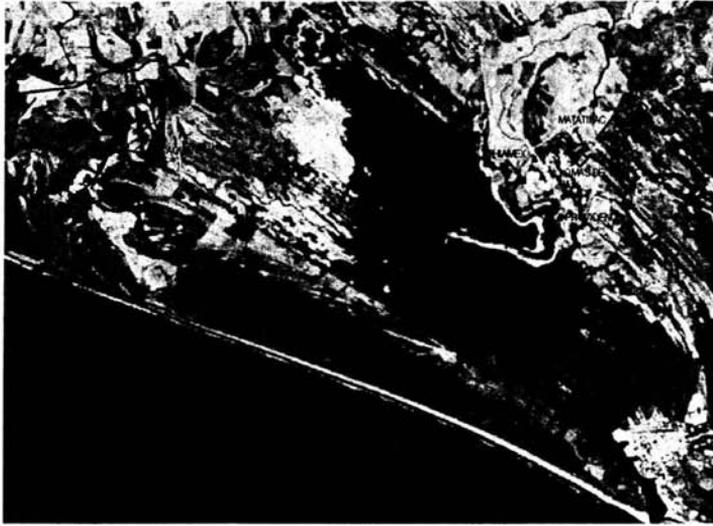


Fig.14. Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit, a partir de un sector de Imagen de satélite LANDSAT TM 7 (20 de abril 1980) donde es posible distinguir en composición de falso color los ecosistemas de manglares y en el cual no existían granjas camaronícolas.

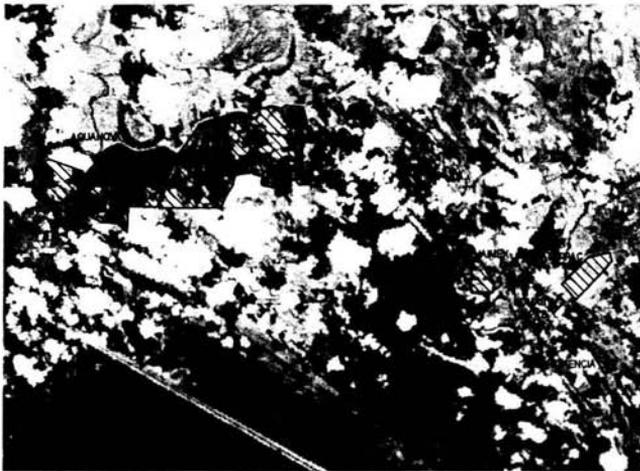


Fig.15. Localización de granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit, a partir de un sector de Imagen de satélite LANDSAT TM 7 (20 de abril 1999), donde es posible distinguir en composición de falso color los ecosistemas de manglares, y las granjas camaronícolas.

DISCUSIÓN

Para evaluar el cambio de cobertura del manglar en el tiempo, se utilizaron 8 juegos de fotografías aéreas en un intervalo de 26 años (1970 – 1996) con escala de 1:50,000 a 1:75,000; las cuales se adquirieron en el INEGI, imágenes de satélite, Cartas de Uso de suelo como cartografía, cartas topográficas, espaciomapas mediante técnicas convencionales de hojas cuadrículadas, planímetro, estereoscopio y percepción remota.

Los manglares de México en general han sido relativamente poco estudiados; existen a lo sumo treinta trabajos publicados a nivel nacional, siendo que a lo largo de los dos litorales existen al menos 123 lagunas costeras que potencialmente pueden tener manglares. Hace aproximadamente 40 años, en el trabajo de Sánchez (1963), apenas se hablaba de la probable distribución de los manglares en las costas mexicanas.

Ramírez-García (1993), asegura algo similar al evaluar la comunidad de mangle de la desembocadura del río en Nayarit utilizando fotografía aérea e imágenes de satélite Landsat TM, y lo mismo que De la Lanza (1993) al evaluar y efectuar una clasificación para las diferentes asociaciones de manglar en la Laguna de Términos Campeche, México.

Ahora bien de acuerdo al trabajo de Díaz y Mújica (2000) se estima una destrucción de manglar del orden de 22,000 ha (24.5%) en Nayarit y solo 1100 ha (5%) en 1980 son debido a la presencia de las granjas camaronícolas en un período de 15 años.

Los esteros San Cristóbal, El Pozo y El Rey (San Blas) comprenden una extensión aproximada de 20,000 y los manglares con una extensión superior a 10000 ha (8,672 ha de manglares bien desarrolladas). Las llanuras de inundación estacional ("marismas") con pequeños canales de mareas ("esteros o venas") bordeados por manglares, matorrales de manglar dispersos combinado con vegetación halófila rastrera del género *Salicornia* y *Batis* en una extensión de aproximadamente 1991 ha, fueron transformadas en granjas camaronícolas en un total de 2,902 ha que fueron convertidos a estanques, esto afectó a 900 ha de manglar. También se aprecia un área de influencia por los diferentes canales que se construyeron y el cárcamo de agua y la afectación directa con las granjas funcionando, que emplean productos químicos con alimentación, fertilizantes y antibióticos que dan lugar a efluentes que contaminan a los manglares y destruyen hábitats cruciales para la supervivencia de muchas especies y la comunidad humana que un día vivieron en estas ricas zonas. Comparándolo con la investigación realizada por Flores-Verdugo (1992) menciona que existe una Sanción económica en Aquanova por la afectación al entorno ecológico, destrucción de una superficie de más de 40 ha de mangle y la afectación aproximada de 20.7 ha de mangle. Agraz- Hernández (1999) observó dos zonas de manglar muerto dentro del Ecosistema de Boca Cegada, Nayarit, una de manglar muerto de 10 ha denominada marisma que cuya muerte se debió al cierre de una vena por arena acarreada por el oleaje y la otra conformada por las venas Los Olotes y la Diabla, donde drenan a una área de manglar tipo cuenca, el área es superior a 200 hectáreas y tiene influencia de mareas principalmente por el Estero de Varadero donde se detecta una zona de manglar muerto de 12 ha. Esto

ha provocado cierta inconformidad de pescadores, por la afectación por el cierre de "venas o canales" hacia los esteros donde antes realizaban libremente la pesca de camarón y otras especies.

A partir de los resultados obtenidos aquí sobre la evaluación de la cobertura de manglar, se puede observar una disminución de la cubierta vegetal de manglar aproximadamente de 10,520 hectáreas, en un periodo de 26 años, es decir la tasa de deforestación anual para el área evaluada de 2.7%. Esta tasa de deforestación obtenida coincide notablemente con la tasa obtenida por Ramírez-García et al (1988) quienes obtuvieron un valor de 1.4% anual para este sitio, en parte esta diferencia puede explicarse por los materiales empleados para la evaluación, en este último caso cartas topográficas escala 1:250,000 e Imágenes de Satélite LANDSAT TM, y en el presente trabajo se utilizaron fotografías aéreas de la región con escala 1:75,000 y 1:50,000, que tiene una mejor resolución que las cartas 1:250,000 del INEGI. La cobertura por manglar en la zona es escasa y su distribución en parches hacen que su condición sea inestable.

La influencia a que han sido sometidos estos bosques de manglar, no solo ha sido debido a la disminución de cobertura, sino también a causa de efectos adversos sobre el ambiente en la medida en que se reduce o anulan sus cualidades como hábitat de alta productividad ecológica, alta biodiversidad, protección costera y como áreas donde se encuentran especies protegidas o de valor cinegético. Por lo anterior es necesario llevar a cabo no solo la protección de estas áreas de importancia ecológica y económica, sino incluso efectuar censos de cobertura o monitoreo tanto de cuantificación in situ como globales, en donde la técnica de percepción remota sería la más recomendable. Asimismo, se tendrán

que considerar la influencia de otros factores, tales como el azolvamiento de las bocas marinas y la influencia de la agricultura.

En Aquanova se realizaron tres fases en la construcción de su estanquería ocupando espacios abiertos (marismas) áreas de selva baja caducifolia, potreros (pastizales), zonas agrícolas y venas con manglar. En la fase I el área del manglar fue removida eliminando 10 ha que corresponde a un 0.5% del total. En la fase II de la zona de marisma se desmontaron 10 ha; en la fase III se removieron 37 ha de manglar adyacente a las venas con un 2.2 % removiéndose un total de 57 ha.

La deforestación es un proceso que afecta de manera negativa la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, la reducción de la cobertura vegetal ocasiona problemas como modificaciones en los ciclos hídricos y cambios regionales de los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello el calentamiento global, la disminución en el secuestro de bióxido de carbono, así como la pérdida de hábitat o la fragmentación de los ecosistemas. Ramírez-García et al; (1998) reporta una tasa de deforestación del 1.40% en la desembocadura del río Santiago en Nayarit. La fragmentación de la vegetación tiene como consecuencia inmediata la reducción del hábitat para las especies, lo que puede ocasionar un proceso de defaunación o desaparición parcial o total de comunidades de algunos grupos como aves, mamíferos, etc. (Dirzo y García 1992).

De acuerdo a los objetivos planteados se tomaron en cuenta trabajos de otros autores cuyo objetivo principal radica en el conocimiento de estos bosques de manglar y su interacción con la camaronicultura; Flores-Verdugo et al. (1993) estudiaron la distribución geográfica y algunas características ambientales de los humedales de Nayarit y Sinaloa. Rollet (1974) realizó recorridos de análisis en

Sinaloa, Nayarit, Oaxaca, Chiapas y Campeche con el fin de definir el papel de los manglares en la producción acuícola, con particular énfasis en la camaronicultura. Díaz y Mújica (2000) analizaron la problemática ambiental de la camaronicultura en México sobre los bosques de mangles, sin embargo su apreciación es que estamos en un momento adecuado para proteger el manglar y desarrollar la camaronicultura sustentable.

En la zona de estudio la mayoría de los humedales están claramente delimitados por un cuerpo lagunar y un amplio cinturón de marismas, generalmente desprovistos de vegetación por su elevada salinidad intertidal (>80 ups). Sin embargo, existen zonas que presentan marismas parcialmente cubiertas de manglar tipo matorral de alta a baja densidad y de una sola especie (Ramírez et al.,1998).

En el área de estudio se observa que el manglar ha tenido un deterioro significativo consistente en una disminución de su tamaño y reducción de su cobertura en los últimos años causando en su mayoría por actividades humanas habiendo por lo tanto un deterioro considerable en el ecosistema.

Para la explotación de los ecosistemas adyacentes a los bosques de manglar, sin provocar su destrucción o la disminución de su calidad ambiental se hace necesario llevar a cabo estudios desde un punto de vista holístico donde quedarían incluidos aspectos biológicos y ecológicos de los organismos más conspicuos así como los aspectos geoquímicos e hidrodinámicos del cuerpo acuático que se piense utilizar.

Una de las metas más importantes a la que debe enfrentarse las granjas camaroneras es a la administración de la zona de manglar que consiste en el

desarrollo de técnicas productivas de acuicultura con el menor grado de influencia en la zona de manglar mediante el uso de estrategias compatibles con dicho ecosistema. La camaronicultura se basa en una amplia gama de recursos naturales o "bienes" y "servicios" ambientales. Los bienes se refieren a los suelos, sedimentos, agua para el cultivo, postlarvas, alimento y fertilizantes. En servicios como la capacidad de reemplazo del oxígeno, y la dispersión y asimilación de los desechos (Arenas-Fuentes et al., 1990).

Impactos de las granjas sobre los humedales de San Blas, Nayarit

Se observó que en San Blas, Nayarit los manglares tipo borde y cuenca en buen estado de desarrollo han sido destruidos para ser convertidos en estanques para camarón siendo también deforestados por causas naturales y antropogénicas en la zona de estudio.

Durante la fase de construcción de los estanques de cultivo por ejemplo se puede llegar a la degradación e inclusive destrucción de los ecosistemas preexistentes en la zona y en general se corre un fuerte riesgo de alterar la hidrodinámica local como resultado de la construcción ya que esta modificará los flujos de las aguas naturales con cambios en el reciclaje de nutrientes y cambios en el ciclo de transporte de los sedimentos a nivel local. Esto, puede producir pérdida de hábitats y reducción en la productividad de los sistemas afectados. En cuanto al medio físico, se puede provocar un incremento en la erosión de playas y salinización de los mantos freáticos. Si hay extracción de aguas subterráneas, la posible intrusión de agua salada y salinización de acuíferos de agua dulce pueden provocar la degradación de fuentes de agua potable y de uso agrícola o bien

hundimiento de suelos (SEMARNAP 1999). En el caso de extracción de agua de los estuarios adyacentes, la renovación de larvas y juveniles de peces, y moluscos inevitablemente afecta a la pesca local causando daño a los pescadores, además de la pérdida en semilla que consumen las propias granjas camaronícolas.

Los estanques de acuicultura intensiva se fertilizan artificialmente, deben desaguarse y ser lavados con frecuencia, usándose continuamente agua dulce y salada de los cuerpos de agua circundante para remplazar el agua generalmente hiperfertilizada. A su vez, la descarga de los estanques, rica en materia orgánica y fertilizantes puede causar eutroficación de las áreas adyacentes y contaminación química. Si los estanques se alimentan con larvas y postlarvas de las poblaciones naturales adyacentes, la sobre pesca de estas así como de las hembras grávidas obviamente disminuyen las poblaciones naturales de camarón silvestre de la zona con la consiguiente afectación a los pescadores locales. Finalmente, las enfermedades de los organismos en los estanques, provocados por diversos factores (mal manejo, mala calidad de la postlarva, etc) afectarán finalmente a todo el ecosistema (Páez-Osuna 2001a).

Asimismo se observó el manglar muerto dentro del ecosistema de Boca Cegada, Nayarit. En el análisis de 1996 se identificó una zona de manglar deforestada de 45 ha en la vena la Culebra donde se estableció la granja Aquanova.

La camaronicultura no puede sustentar su expansión sobre el manglar por tres razones (Diaz y Mujica, 2000):

(a).- El costo de construcción de una granja camaronicola sobre un terreno inundado de manglar hace económicamente inviable la propuesta.

(b).- Los suelos de los bosques de manglar, por la presencia de materia orgánica y su acidez, no son aptos para el cultivo de camarón.

(c).- El ecosistema del que forman parte los manglares es de una enorme riqueza biológica que permite entre otras cosas, el desarrollo de las larvas y postlarvas del camarón y sostiene importantes pesquerías.

Los bosques de mangle son muy susceptibles a la acumulación de sedimentos que pueden prácticamente ahogarlos; a la interrupción del flujo y reflujo de las aguas, al posible estancamiento, a los derrames de hidrocarburos que pueden cubrir las raíces impidiendo la toma de oxígeno y a los cambios drásticos en la salinidad ya que no toleran una concentración mayor a 90 ups (Flores-Verdugo 1989).

Conservar los humedales costeros, especialmente los manglares es importante porque son una fuente de riqueza para las comunidades locales, estabilizan las condiciones climáticas de la línea costera, son sustento de la diversidad marina, sirven de alimento y reposo de aves migratorias y mantienen el paisaje costero.

Restringir la instalación de Proyectos productivos dentro de áreas de manglar si son autorizadas deberán contar con la aprobación de la SEMARNAT y al proyecto de manifestación de impacto ambiental y la no excedencia de usar más de 25 por ciento de la superficie de los sistemas lagunares adyacente a las zonas de mangle para proyectos. Existen diferentes tipos y causas de alteración de los humedales, los cuales se pueden agrupar en 3 rubros (Gosselink y Maltby 1990):

Físicos.- cambios en la topografía y en la elevación de la hidrología local o regional.

Químicos.- cambios en los niveles de nutrientes, sustancias tóxicas o contaminantes en pH y temperatura.

Biológicos.- cambios en biomasa y en la composición de la comunidad a través de "clareamiento" de áreas y tala selectiva.

Tales impactos pueden ser resumidos en causas, efectos y mitigaciones que ocurren durante el asentamiento y operación de los estanques para camarón (Tabla 6). Se concluye que el impacto más evidente es la destrucción directa de manglares y marismas, que han sido convertidas en estanques camaronícolas.

Razones para manejar adecuadamente las áreas de manglar

La eliminación de los manglares para el cultivo de camarón en estanques puede afectar de manera significativa la configuración de la línea de costa a causa de la erosión, la generación y el ciclo de nutrientes en las zonas costeras, así como los hábitat de muchas especies acuáticas, aspectos importantes desde el punto de vista comercial (Barg 1994).

El manglar interviene en mantener la concentración de ácidos y sales estables para proporcionar el pH adecuado para el camarón, Se debe tener en cuenta que se puede generar condiciones de acidez (ácido sulfhídrico) cuando se "alteran" o dejan al descubierto los suelos de manglar durante la construcción de los estanques lo que produce la liberación del ácido sulfhídrico en el agua del estanque y en las masa de agua adyacentes y en consecuencia disminuye el crecimiento y sobrevivencia del camarón (Barg 1994).

La tala del manglar podría provocar un aumento en la materia orgánica en descomposición lo que provocaría falta de oxígeno y aumento de bióxido de

carbono y ésto traería una mortalidad masiva de camarones (Cifuentes et al., 1990).

Otra limitante para las granjas camaroneras provocada por la destrucción de las áreas de manglar, es la disminución de postlarvas del medio silvestre. Incluso Flores-Verdugo et al; (1992) sugieren que los estanques de camarón deben situarse por lo menos a 50 metros fuera de las áreas de manglar, y que por cada área de manglar afectado el área de conservación debe ser el doble.

El uso de suelo también modifica cualitativa y cuantitativamente la entrada y salida de nutrientes en el área costera. La destrucción de diversos humedales ha acarreado problemas de calidad de agua en los campos acuáticos adyacentes donde se ha visto un aumento en la turbidez, sedimentación y eutroficación. Los humedales naturales han resultado más eficientes y económicos en su operación y mantenimiento que los métodos convencionales, como las plantas de tratamiento de aguas negras. Estos ecosistemas retienen cantidades importantes de nitrógeno y fósforo así como metales pesados, y han sido utilizados para tratamiento de los efluentes de minas y descargas urbanas (Paez-Osuna et al., 2003).

Tabla 6. Resumen del impacto de las granjas camaroneras sobre los manglares (Tomado de Paéz – Osuna 2001a; 2001b).

CAUSA	EFEECTO	MITIGACION
Destrucción de ecosistemas costeros acuáticos humedales, marismas manglares	Pérdida de hábitats de bancos naturales de camarón y de organismos que dependen de los manglares.	Asentamiento en áreas adecuadas considerando la topografía, el régimen de mareas.
Captura de postlarvas.	Reducción en la postlarva silvestre y la captura de especies comerciales importantes.	Utilizar postlarva de laboratorio.
Descarga de los efluentes camarónicas.	Deterioro de la calidad del agua, Eutroficación de las aguas adyacentes producida por la materia orgánica.	Eliminación o reducción de la tasa de intercambio.
Intrusión de agua salina.	Contaminación de los acuíferos.	Evitar el bombeo de agua subterránea para los estanques..
Disposición de los sedimentos.	Liberación posterior de nutrientes, materia orgánica.	Utilizar áreas de descarga de sedimentos.
Excesivo uso de agua.	Competencia con otros usuarios del agua..	Reducir la tasa de intercambio de agua.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Los resultados aquí obtenidos demuestran en gran medida la eficacia que tiene el utilizar herramientas como la Percepción Remota en el estudio de los manglares. A partir del análisis e interpretación de fotografías aéreas, o imágenes de satélite y otras fuentes cartográficas y bibliográficas de 1970 y 1996, se describió la región de estudio para tener una referencia visual de la amplitud del manglar en San Blas, Nayarit y la zona de influencia de las granjas camaronícolas.

La vegetación de la zona de estudio ha sufrido cambios en el tiempo ya que en 1970 no había construcciones de granjas camaronícolas en el área de los humedales. Con la destrucción de ciertas extensiones de manglar, que son ocupadas por el desarrollo de las granjas y la expansión poblacional de los pescadores están reduciéndose espacios, lo que finalmente repercute en los hábitats de aves migratorias. La vegetación halófila también es afectada por el establecimiento de granjas acuícolas y campos de cultivo.

Se recomienda para el futuro realizar prácticas de reforestación en los sitios más afectados y establecer plantaciones para permitir una recuperación rápida de los bosques de manglar; uno, sería poner manglar entre estanques y también deberían establecerse planes de manejo así como programas de educación y capacitación.

2.- Los humedales de San Blas son uno de los más importantes en el Estado de Nayarit por su riqueza biológica que se ha visto afectada. Los manglares tipo borde y cuenca en buen estado de desarrollo han sido destruidos aproximadamente en un 5% respecto al existente antes de instalarse las granjas

de camarón para ser convertidos en estanques para camarón. El bloqueo total o parcial e incluso temporal de venas de mareas por bordos de canales de descarga de efluentes de granjas camaronícolas provoca mortalidad masiva de manglar como se observó en Boca Cegada.

La acelerada pérdida de manglar es uno de los problemas ambientales más severos en el área. En efecto, la tala y deterioro del manglar está asociados a múltiples impactos como cambios de hábitats, cambios microclimáticos, pérdida de la recarga de acuíferos, erosión de suelos, azolves de lagunas y pérdida de la diversidad. Uno de los requisitos para reducir las tasa de deforestación es contar con información confiable sobre el cambio de uso de suelo, su dinámica regional y sus causas.

Los bordos de los estanques camaronícolas cambian el patrón de escurrimiento laminar de las aguas pluviales, incluso bloqueando arroyos temporales y venas de mareas, afectando a los manglares tanto por el aislamiento de la disponibilidad de agua dulce y salada como al crear áreas de mayor tiempo de inundación, causando un desequilibrio hidrológico.

Finalmente cabe reconocer que la eliminación de los manglares como consecuencia del desarrollo de granjas, constituye una desafortunada acción ecológica y económica, y ello produce efectos negativos en la estabilidad de la costa y pérdidas en las pesquerías.

3.- Asimismo, es importante establecer que la distancia de ubicación entre cada granja acuícola deberá ser mayor a 100 metros y establecer una zona de amortiguamiento de 100 metros como mínimo entre la vegetación de manglar y la estanquería; Además los taludes de ésta no deberán impedir el flujo y reflujos

hidrológico natural de los manglares. Además, sería conveniente evaluar la magnitud de contaminación de las descargas de la granja a un único estero, la llamada capacidad de carga acuícola que puede tolerar un sistema para autorregularse. Las operaciones de bombeo y recambio de agua de las granjas camaronícolas pueden provocar cambios significativos en la hidrodinámica de los cuerpos lagunares y por lo tanto afectar a los manglares.

También debe prohibirse la desecación de humedales que rodean áreas de manglar y que pueden afectar el flujo y refluo hidrológico natural de los manglares, así como la descarga de aguas que impactan a los ecosistemas costeros.

No se debe de perder de vista que hay que propiciar una acuicultura sustentable que permita la seguridad alimentaria, la generación de empleos y los procesos de producción sustentable en las economías costeras y por otro lado preservar los hábitats claves de las aves y en general de toda la flora y fauna. Al examinar esto se deben de considerar diferentes puntos de vista: conservación del entorno natural, importancia de los hábitats en las rutas migratorias, disponibilidad de alimento silvestre, alteración por cambio de uso de suelo, análisis apropiado del costo/ beneficio de la instalación y operación de las granjas en relación a los servicios de los manglares y otros humedales.

Es muy importante incorporar la información de una imagen de satélite y/o de fotografías aéreas lo más reciente posible, con el fin de identificar de manera más precisa, los distintos tipos de uso del suelo y vegetación. De la misma forma es importante establecer los límites precisos y recientes de las áreas de manglar, ya que se ha evidenciado que este tipo de vegetación ha sido impactada y algunas

áreas que se examinaron en este estudio han sido taladas, secadas y por lo tanto afectadas.

Por lo tanto una granja camaronícola mal planificada puede constituirse en una amenaza para las áreas costeras, ya que la construcción de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de las instalaciones y el impacto de sus maniobras de operación van a alterar la dinámica de los ecosistemas en que se establecen.

LITERATURA CITADA

AGRAZ-HERNANDEZ, C. M. 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa Noroccidental de México. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León, 136 p.

AGRAZ, H. C., FLORES, V. F. Y M. O. CALVARIO, 2001. Impacto de la camaricultura en ecosistemas de manglar y medidas de mitigación. In: Paez, O. F. (Ed.). Camaricultura y Medio Ambiente, p.373-393.

ARENAS-FUENTES, V., Y F. J. FLORES-VERDUGO. 1990. "Ecología de los manglares, productividad acuática y perfil de comunidades en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México". Acuerdo de proyecto celebrado entre la Dirección General de asuntos del Personal Académico (DGAPA) y el Inst. de Ciencias del Mar y Limnología.

BARG, V. C. 1994. Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera, FAO Documento Técnico de Pesca, No. 328. FAO, Roma, Italia, 133p.

BARREIRO M. T. Y P. M. SIGNORET 1982 . Productividad primaria en Sistemas acuáticos Costeros Métodos de evaluación.

BERLANGA, R. C. A. Y L. A. RUIZ, 1998. Variaciones en el paisaje del sistema de humedales laguna grande-Agua Grande- Teacapan, Sinaloa. México. Memorias del V Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente, versión digital, archivo 5-03-0.documento. La habana.

BLASCO, F., 1988. Estudio sobre el manglar y la vegetación tropical utilizando datos proporcionados por satélites. Institute de la Carte Internationale de la Végétation. Inst. Interna. Map Vegetation, Univ. Paul Sabatier.Toulouse, Cedex, Francia, 43 pp.

BLASCO, F., 1991. Los Manglares. Mundo Científico 114 (11): 616-625.

BUITRAGO, J. 1989. The evaluation of the environmental impact og shrimp forms in Venezuela. Boletín del instituto de Oceanográfico, Universidad de Oriente. 28:203-211.

CHAPMAN, V. J. 1969. Lagoons and Mangrove Vegetation. En: Ayala-Castañares. A. y F. B. Phleger, (Edits.), Lagunas Costeras, un simposio UNAM-UNESCO, No.28-30 México 504-514 pp.

CHAPMAN, V.J. 1970. Mangrove phytosociology. Tropical. Ecology.11(1):1-19.

CIFUENTES, L. J., P. TORRES-GARCIA Y M. FRIAS. (1990) El Océano y sus Recursos. Tomo XI Acuicultura Colección de Ciencia Desde México, Fondo de Cultura Económica, México, 160pp.

CINTRÓN, G., y Y. SCHAEFFER-NOVELLI, 1983. Introducción a la Ecología del Manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología, UNESCO, América Latina Caribe ROSTLAC. Montevideo, Uruguay. 104 pp.

CONNER, W. H., J. W. DAY J.R.V.H. RIVERA, F.J. FLORES-VERDUGO Y F. R. VERA-HERRERA, 1988. Structure and productivity of Mangrove Forest on the Pacific and Gulf Coast of México. Memorias sobre el taller de Ecología y Conservación del delta de los Rios Usumacinta y Grijalva. INIREB ICTR, WWF. Gobierno del Estado de Tabasco: 325-341.

CONTRERAS, F. 1988. Las Lagunas Costeras Mexicanas. 2ª. Ed. Centro de Ecodesarrollo y Secretaría de Pesca. México. 263 pp.

CHACÓN-TORRES, A. 1996. Los sistemas geográficos de información en la acuicultura. En: Memorias Reuniones Técnicas de la Red Nacional de Investigación para Acuicultura en Aguas Continentales (REDACUI), México. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca . pp. 41-44.

CHUVIECO, E. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. Madrid. Ediciones Rialp. S.A. 158 pp.

CUATRECASAS, J. 1958. Introducción al estudio de los manglares. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 23:84-99.

CURRAY. D.M. Y D. MOORE 1963. Sedimentos e Historia de la costa de Nayarit, México. Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXVI No.2: 107-116.

D .G .A. 1997. Estudio Especializado en Acuicultura y Ordenamiento Ecológico en los Estados de Nayarit y Sinaloa. Dirección General de Acuicultura. México.

DE LA LANZA G. RAMÍREZ GARCIA, INES F. THOMAS Y A. R. ALCANTARA. 1993. La vegetación de manglar en la Laguna de Terminos Campeche, Evaluación preliminar a través de imágenes LANDSAT, Hidrobiologica 3(1-2), 30-39.

DAY, J.M. , R.H. DAY, T. BARREIRO, F. LEY-LU y C.J. MODDEN, 1982. Primary production in the Laguna de Terminos, a tropical estuary in the Southern Gulf of México, Oceanologica Acta Vol. Esp.5(4):269-276.

DÍAZ. Z. G. y MUJICA. A. J. 2000. Problemática ambiental de la Camaronicultura en México sobre los bosques de manglares Gaceta (in) formativa SEMARNAP Año 5, núm. 54 / mayo de 2000.

DIRZO, R. Y M. C. GARCÍA, 1992." Rates of deforestation in Los Tuxtlas a Neotropical area in southeast México". *Conservation Biology* 6(1): 84-90.

DGETENAL. 1977a. Carta topográfica. Escuinapa. F13-5, escala 1:250,000.

DGETENAL. 1977b. Carta topográfica. Tepic. F-13 -8 Escala 1:250,000.

ECODESARROLLO,1994. Estudio Especializado de Acuacultura y Ordenamiento Ecológico en el Estado de Nayarit. Documento Técnico. No.1. de Contrato: DGAEP-42-93 233 pp.

FAO, 1995. Evaluación de los recursos forestales (1990), Países Tropicales. Estudios FAO Montes Num. 112- 41 pp.

FLORES-VERDUGO, F. J. 1985. Aporte de materia orgánica por los principales productores primarios en un ecosistema lagunar estuarino de boca efímera. Tesis de Doctorado. UNAM. Inst. de Ciencias del Mar y Limnología. 192 pp.

FLORES-VERDUGO, F., J. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Capítulo. 2:21-56 In: Rosa-Velez, J. de la y F. González-Farías (eds). *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, 337 pp.

FLORES-VERDUGO, F., J., O. CALVARIO M. y M .A. CÁRDENAS C., 1991. Distribución geográfica y algunas características ambientales de los humedales de Nayarit y Sinaloa. Bol. "Humedales Costeros de México" 1(1): 11-16.

FLORES-VERDUGO., F. O. CALVARIO M. y M .A. CÁRDENAS. 1993. Distribución geográfica y algunas características ambientales de los humedales de Nayarit y Sinaloa. Boletín. "Humedales Costeros de México" México, 13 pp.

GALAVÍZ, S.A., Y M. A. GUTIÉRREZ. E., 1989. Rasgos morfológicos costeros y litorales de Nayarit y Norte de Jalisco, México. Pag. 116-125. En: III R. Álvarez (Ed.), *Soc. de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota e Inst. de Geografía, UNAM*.

GARDUÑO-ARGUETA, H. 1997. Apuntes del curso Camaronicultura, dentro de la materia: *Temas Selectos de Biología Acuática, correspondientes a la Maestría en Ciencias de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias (UNAM)*.

GARCÍA. E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climático de Kopen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México. 246 p.

GOMEZ ETERNOD. S. Y G. DE LA LANZA- ESPINO,1992. Análisis del Estado de la Camaronicultura en México hasta el año 1991. México. 48 pp.

GOSSELINK J. & E. MALTBY 1990. Wetland losses and gains p. 296-322. In: Williams M. Wetlands: A threatened landscape. Blackwell Publishers Oxford. U. K.

GREENPEACE-INTERNATIONAL 1999. greenpeace on industrial Shrimp Aquaculture-fast track to a dead end, In: FAO (Ed.). Papers presented at the Bangkok FAO technical consultation on policies for sustainable shrimp culture. Bangkok, Thailand, 8-11 December 1997. F A O Fisheries Report No. 572, Supplement, Rome. 172-198 p.

JONSON , R.W. and J.C. MUNDAY. 1983. The Marine Environment, En: Manual of Remote Sensing, Colwell, R.N.(Ed.):American Society of Photogrammetry. The Sheridan Press, 11:1371-1496 pp.

KAPETSKY J.M. (1987). Conversion of mangroves for pond aquaculture: some short-term and long-term remedies. FAO Fisheries Report No.370,129-141.

KRAVANJA, J. 1991. Mexican shrimp culture: legal changes. Analysis of the Office of International affairs. Foreign Fisheries analysis Branch. Ocean Garden products, 13 p.

HERNANDEZ-CORNEJO, C, Y A. RUIZ-LUNA, 2000. Development of shrimp farming in the coastal zone on the south of Sinaloa. Ocean and Coastal Management 43: 597-607.

HERRERA, S., J. Y E. CEBALLOS. 1998. Manglares: Ecosistemas valiosos. Biodiversidad. 48: 1-10.

HOUGHTON, R.H. 1994.The worldwide extent of land-use change. BioScience 44:305-313.

INEGI. 1973 Carta de Uso de Suelo y Topográfica (hoja Villa Juárez, claves F13-C29 y F13-C28 escala 1:50000).

INEGI. 1997. Carta topográfica. Escala. 1:250,000. Escuinapa. F13-5. México.

INEGI. 1997. Carta topográfica . Escala. 1:250,000. Tepic. F13-8. México.

LOPEZ , P. J. 1981. En Prensa. Los Manglares de México. Bol .Soc. Bot. de Méx.

LOPEZ, P. J. A. GUZMAN. 1982. Ecología de manglares y de otras comunidades de halófitas en la costa de la Laguna de Meacoacán, Tabasco. Tesis. Profesional de licenciatura. UNAM: Facultad de Ciencias. México, D. F. 160 p.

LÓPEZ- BLANCO, J. 1998. Sistemas de información geográfica (SIG): conceptos, definiciones y contexto metodológico que involucra su uso. Quivera. Año 1, No.0. Junio 1998, pp. 27-38.

LOT, A. and A. NOVELO. 1990. Forested Wetlands of México. pp.287-298 In: Ecosystems of The World 15, Forested Wetlands. A. E. Lugo et al (Ed.), Elsevier. Amsterdam.

LUGO, A. E. Y S. C. SNEDAKER. 1974. The Ecology of Mangroves en Ann. Rev. Ecol. Sist., 5:39-64 pp.

LUGO, A. G. CINTRÓN Y C. GOENAGA. 1980. El Ecosistema de manglar bajo tensión In Memorias del Seminario sobre Estudio científico el impacto humano en el ecosistema de manglares pp 261-285 UNESCO, Montevideo, Uruguay.

MENDOZA R. E. 1997. Análisis de la deforestación de la Selva Lacandona patrones, magnitud y consecuencias. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 pp.

MERCER, E. L. Y HAMILTON. 1983. Algunas ventajas económicas y naturales de los ecosistemas de manglares. UNESCO. 6 p.

NUÑEZ-FARFAN, J. DIRZO M. R., QUIJANO P.M.,DOMÍNGUEZ P.C. Y F. L. EQUIARTE 1996. Estudio ecológico de las poblaciones de Rhizophora mangle en México. Informe final del proyecto No.B007. Comision Nacional para el uso y conocimiento de la Biodiversidad. 95 pp.

ODUM. 1983. Systems ecology: an introduction New York. A. Wiley- Interscience Publication. 644p.

PAEZ – OSUNA. F., GUERRERO – GALVAN, S. R. Y A. C. RUIZ – FERNÁNDEZ (1998). The environmental impact of shrimp aquaculture and the castal pollution in México. Marine Pollution Bulletin, 36:65-75.

PAEZ-OSUNA, F. (2001^a).The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects and mitigating alternatims. Environmental Management, 28(1):131-140.

PAEZ – OSUNA , F. (2001b).The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. Environmental Pollution, 112(2):229-231.

PAEZ-OSUNA, F., GARCIA A ., FLORES VERDUGO F., LYLE-FRITCH, L., ROQUE A. R. ALONSO-RODRIGUEZ R. 2003. The development and the enviromental impact of the shrimp aquaculture in the Golf of California ecoregion. Marine Pollution Bulletin 101 :226-338.

PALACIOS P.J. Y G. L. LUNA 1993. Sistemas de Información Geográfica. Introducción al manejo del Integrted Land and water management información System. Universidad Nacional Autónoma de México, Internacional Institute for Aerespece survey and Earth sciences (ITC). México, D.F. 65 pp.

PANNIER, F. Y R.F. PANNIER. 1976. Manglares: Un enfoque fisiológico. *Biología*. 6: 51-57.

PANNIER, R. Y F. PANNIER. 1980. Estructura y dinámica del ecosistema de manglares. En *Memorias del Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglar*. Montevideo, UNESCO, 54-64 p.

PENNINGTON, T. D. Y J. SARUKHAN. 1969. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Naciones Unidas, FAO. Librería del Congreso. Catalogo No.68-57357 México, city, México.413 pp.

PHILLIPS, M. J., KWEI-LIN, C. Y M. C. M. BEVERIDGE, 1993. Shrimp culture and the environment: Lessons from the world's most rapidly expanding wormwater aquaculture sector. In: Pullin, R. S. V., Rosenthol, H. y MacLean, J. L. (Eds). *Environment and Aquaculture in Developing Countries*. I C LARM. Conference Manila. P.171-198.

RAMÍREZ-GARCÍA P., OCAÑA D. Y J. LOPEZ. 1995. Procesamiento de Información LANDSAT TM y Fotografía aérea para la evaluación de la comunidad de manglar en la desembocadura del Río Santiago, Nayarit, México. *Memorias VII Simposio Latinoamericano de percepción Remota, Sexta Reunión nacional SELPER-MEXICO.*, 1995 276-295.

RAMIREZ-GARCÍA, P., J. LÓPEZ-BLANCO Y D. OCAÑA. 1998. Mangrove vegetation assesment in the Santiago River Mouth, México, by means of supervised classification using Landsat TM imagery. *Forest Ecology and Management* 105: 217-229 pp.

RAMÍREZ, Z. J. R., RUIZ, L. A. Y R. C. BERLANGA, 1998. Estimación de tenencias de cambio ambiental en el estero de Urías, Sinaloa, México, por medio de un análisis multitemporal (1973-1997) con imágenes Landsat In: carrillo, R.J.(Ed.). *Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiental*, Equinoccio y Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, p. 92-96.

RAMSAR, 1970. Convención Internacional de Humedales de Teheran, Iran.

RICO-GAY. V. Y. 1979. El manglar de la Laguna de La Mancha, Ver; Estructura y Productividad Neta. Tesis Profesional. UNAM. Facultad de Ciencias, México. D. F. 32 pp.

RICO-GAY. V. Y A. LOT. HELGUERAS, 1983. Producción de hojarasca del manglar de la laguna de la Mancha , Veracruz. México. *Biótica* 3:295-301.

ROLLET, B. 1974. Ecología y Reforestación de los Manglares de México. ONU / FAO, FI: SF / MEX, 15,126 pp.

- RUIZ A.P. 1988. Taller de procesamiento digital de imágenes. México. Emayeu. S.A. de C. V. 116 pp.
- RUIZ, L. A. Y HERNÁNDEZ, C. R. (1999). Desarrollo de la camaronicultura en el Sur de Sinaloa. Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., México. 36p.
- RUIZ – LUNA A. Y BERLANGA- ROBLES, C. A. (1999). Modifications in coverage patterns and land use in the using Landsat images. Estuarine coastal and shelf sciences, 49: 37-44.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. MÉXICO. D. F. 340-343pp.
- SAGARPA/ CONAPESCA, 2002. www.sagarpa.gob.mx/pesca/anuario 2001.
- SARH, 1976. Cartografía Sinóptica, Estado de Nayarit. Escala 1:50,000.
- SANCHEZ, R., M. E. 1963. Datos relativos a los mangares de México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 12: 61-72.
- SANTOYO, R. H. 1974. Cit. Por ECODESARROLLO. 1994. Estudios Especializados de Acuicultura y Ordenamiento Ecológico en el Estado de Nayarit. Documento Técnico No.1 de Contrato; DGA-EP 42-93.233 pp.
- SEDUE 1988 Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio Mexicano . Dirección General de Normatividad y Regularización Ecológica Subsecretaría de Ecología.
- SEMARNAP.1996. Programa de pesca y Acuicultura 1995-2000. México. 96 pp.
- SEMARNAP. 1999. Diagnostico del Efecto de la Acuicultura sobre los Ecosistemas Costeros localizados desde el limite con Sonora hasta Culiacán y desde el limite de Sinaloa hasta San Blas, Nayarit. 133pp.
- SEMARNAP. 2000 Carta Nacional Pesquera. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación Estados Unidos Mexicanos. Tomo DLXIII, No. 20, 2ª Sección: 1-128.
- SEGURA–ZAMORANO D. 1997. Análisis de la estructura del manglar y su relación con algunos parámetros ambientales en la laguna Panzacala, municipio de Acapetahua, Chiapas. Facultad de estudios Superiores de Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis profesional 102 pp.
- STONE, D. 1996. Wet lands and Biological Diversity. Ramsar Convention, October, 1996.

THOM, B. C. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology Tabasco, México. *Journal of Ecology*. 55: 301-343.

TOVILLA, H., C. Y E. A. GONZALEZ. 1994. Producción de hojarasca del manglar en 3 sistemas lagunares del Golfo de México y el Pacífico. *Manglares*. En: De La Lanza Espino G y C. Cáceres- Martínez (Eds). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. UABC. 371-423 pp.

TOVILLA, H. C. 1998. *Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa Guerrero, México*. Tesis Doctoral, UNAM. México. 365 pp.

TOMLINSON P.B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. 413 pp.

TURNER, R. E. 1991. Factors affecting the relative abundance of shrimp in Ecuador. En: Olsen, S. Y C. Arriaga Eds.). *A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador Technical report series Tr-E-G-internat. Coas. Resour. Manag. Proj. Univ. Rhode Island, N. Y. Gobierno de Ecuador y USAID*. 121-139.

WALTER, H. 1971. *Ecology of tropical and subtropical vegetation*. translated by D. Mueller-Dowbois. New York. Van nostrand Reinhold XVIII 539 p.

VALDEZ H., J. I. 1997. Programa de manejo forestal persistente para el aprovechamiento maderable en el bosque de manglares del ejido San Blas, Nayarit. 20 p.

VAZQUEZ-YAÑEZ A. 1971. Usos recursos y ecología de la zona costera. *Ciencia y Desarrollo* 43 (8): 58-63.

VIDAL, J. L.; VALERO. M. G. Y M. R. RANGEL 1985. *Frontera Acuícola*. Comisión del Plan Nacional Hidráulico SARH. México.

VILLASEÑOR T. R.1988. *Biología pesquera de Mugil curema, Valenciennes, (Pises: Mugilidae) y perspectivas Tecnológicas de Captura en la zona Estuarina de San Blas, Nayarit, México*. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. AUN.233 pp.

YÁÑEZ – ARANCIBIA A. 1999. Terms of reference towards coastal management and sustainable development in Latin America: Introduction to Special issue on progress and experiences. *Ocean & Coastal Management* 77-104 pp.

YAÑEZ-ARANCIBIA A., ZARATE, LOMELI, D., ROJAS-GALAVIZ, J. Y G. VILLALOBOS ZAPATA 1999. Estudio de Declaratoria como Área Ecológica de Protección de Flora y Fauna Silvestre de la laguna de Términos, Campeche. In: Sumas D. O. (Ed.). *El Ecosistema de manglar en América latina y la Cuenca del*

Caribe: Su Manejo y Conservación. Rosentiel School of Marine and Atmospheria science, University of Miami, Florida y the Tinker Foundation. New York, 144-151 pp.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

ANEXOS:

Fotografías de la Zona de Estudio.

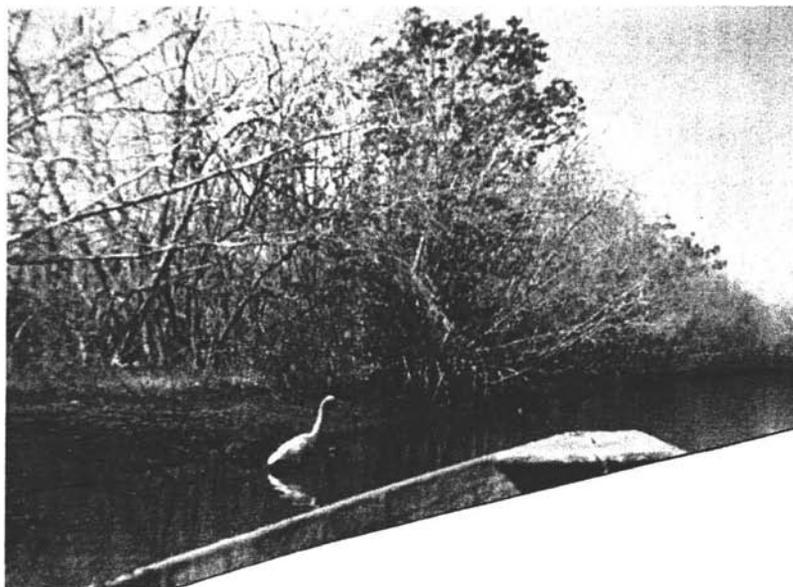


Foto 1.- Imagen fotográfica del manglar de las granjas camaronícolas.



Foto 2.- Se observan restos del manglar ya deforestado.

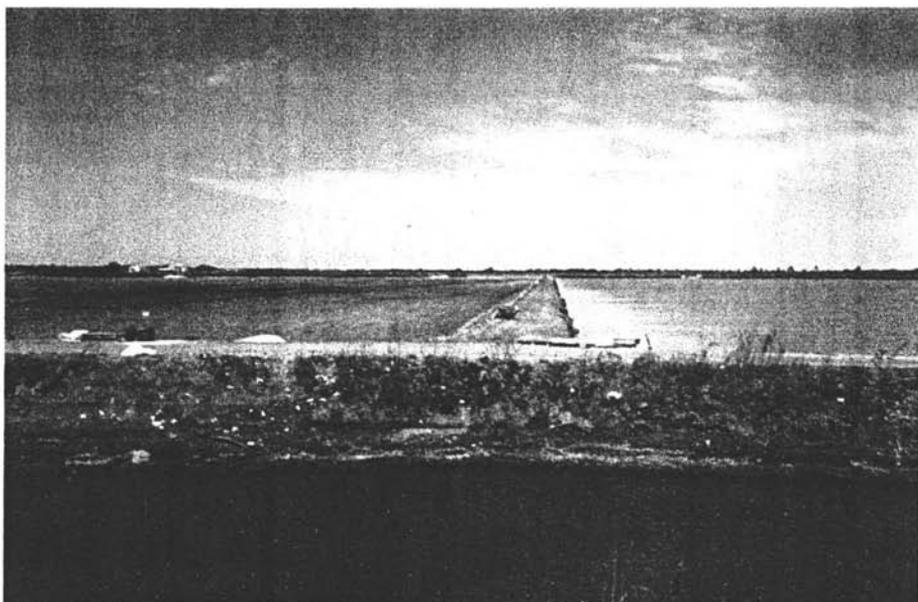


Foto 3.- Canal de descarga de la granja camaronicola.



Foto 4.- Volúmenes de tierra desecadas, removidas, rastreadas, caladas y fertilizadas de un estanque para un nuevo ciclo del cultivo de camarón.

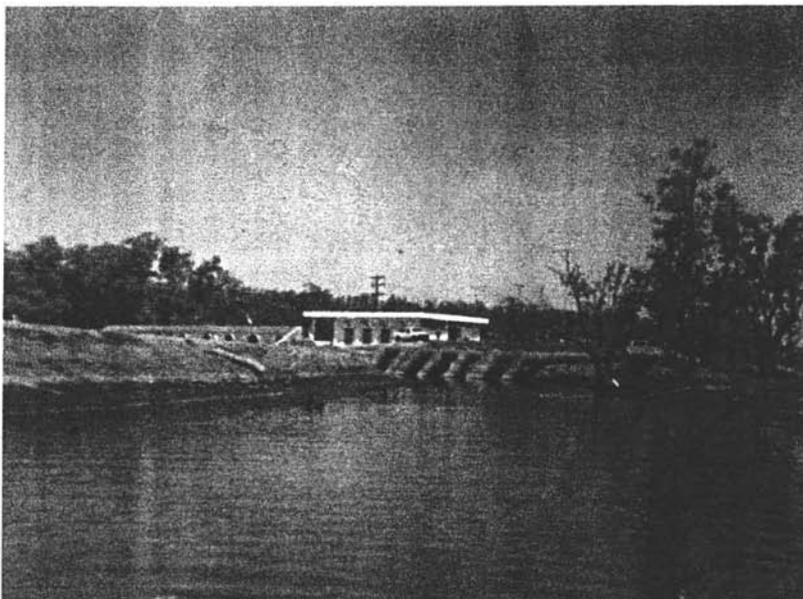


Foto 5.- Cárcamo de bombeo que abastece de agua a la granja camaronícola de un cultivo intensivo visto desde el canal de llamada.

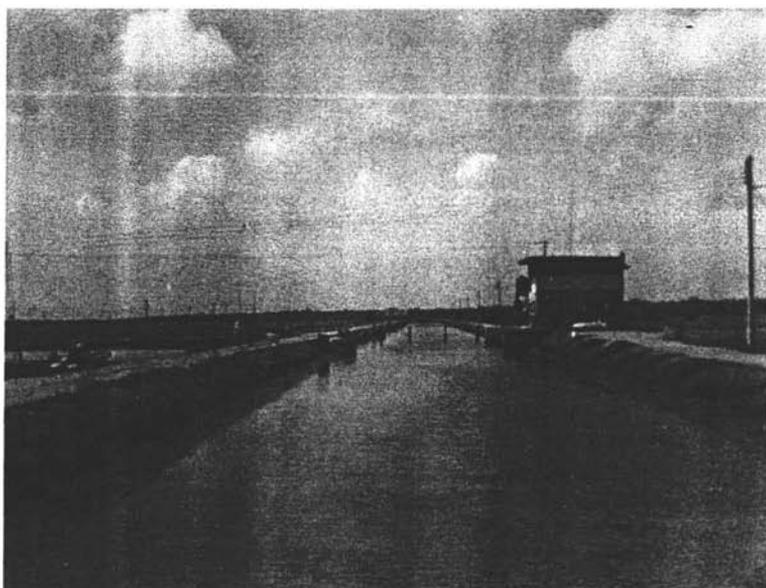


Foto 6.- Cárcamo o estación de bombeo de una granja camaronícola de cultivo semi-intensivo visto al interior de la granja.

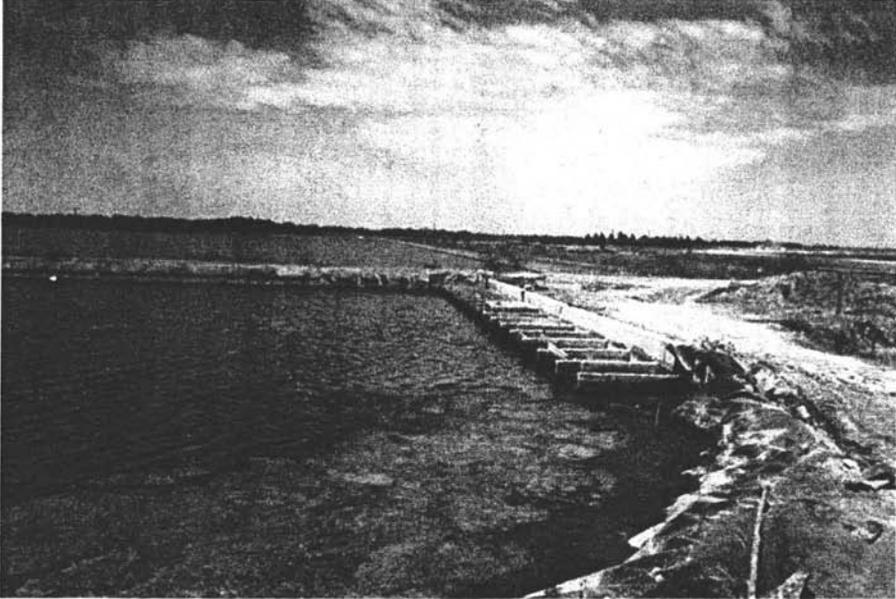


Foto 7.- Presencia de desecho como algas en la granja camaronícola.



Foto 8.- Compuertas de un estanque con ranuras y mallas, al rededor del cerco.

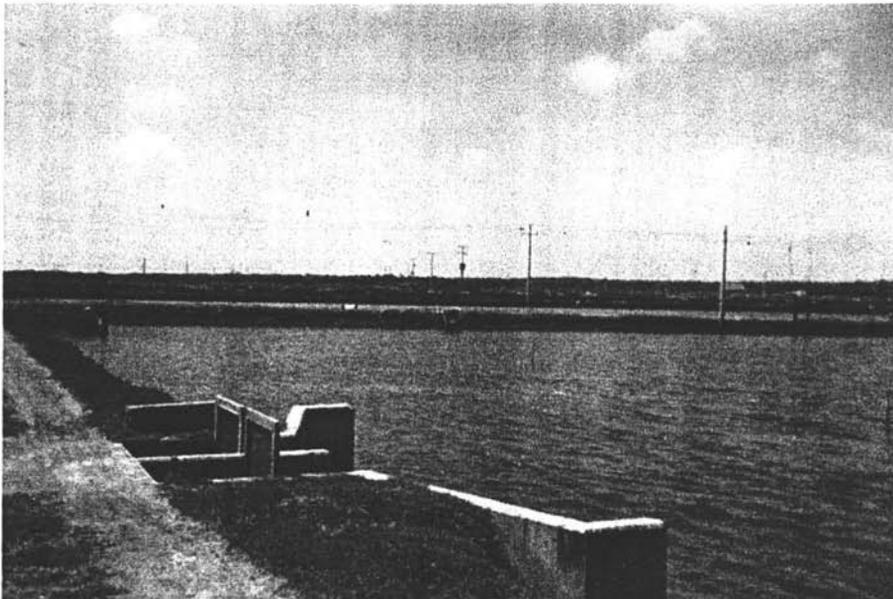


Foto 9.- La granja obtiene el agua por el estuario a través de canales naturales o artificiales.



Foto 10 .- Charolas utilizadas para alimentar a los camarones en los estanques de la granja.