



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

LAGUNA HUIZACHE-CAIMANERO, UN SISTEMA COSTERO
DE PRODUCCION. REVISION BIBLIOGRAFICA DEL ASPECTO
PESQUERO (PENEIDOS) Y LAS CONDICIONES ABIOTICAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

**Ma. de Lourdes del Socorro
Astorga de Riquer**

- 1 9 8 6 -



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

CONTENIDO

RESUMEN

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS Y METODOLOGIA
- III. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL SISTEMA HUIZACHE-CATMANERO
- IV. RESULTADOS
 1. Geología de la Laguna.
 2. Factores Fisicoquímicos Hidrológicos (Nutrientes).
 3. Algunas Características Ambientales Relacionadas con el Recurso.
 4. Biología.
 - 4.1. Generalidades del Ciclo de Vida de los Camarones Peneidos.
 - 4.2. Inmigración.
 - 4.3. Reclutamiento.
 - 4.4. Distribución.
 - 4.5. Crecimiento.
 - 4.6. Productividad Primaria.
 - 4.7. Mortalidad.
 - 4.8. Emigración.
- V. CONSIDERACIONES FINALES
- VI. BIBLIOGRAFIA

RESUMEN.

Debido a que el sistema lagunar Huizache-Jaimanero, al Sur del estado de Sinaloa reviste gran importancia desde el punto de vista pesquero, la presente contribución hace una revisión bibliográfica de los trabajos que analizan los factores biótico-abióticos que interactúan en dicha laguna, haciéndola un ambiente propicio para el desarrollo de camarones peneidos. La información sobre el sistema es amplia y comprende además de su geología e hidrología, la relación que existe entre las condiciones abióticas como son salinidad, temperatura y nutrientes con los factores biológicos, especialmente el recurso camaronero. Es importante señalar que este trabajo trata de incluir la totalidad de la bibliografía sobre la laguna a pesar de que continúan las publicaciones, dada la importancia de este sistema, por lo que se considera comprende aproximadamente hasta el año de 1986. En el desarrollo del presente trabajo, puede apreciarse que el éxito de la pesquería del camarón en ésta zona, depende de la interacción de los factores antes mencionados, desprendiéndose aspectos importantes como: la importancia del reclutamiento en la laguna Huizache-Jaimanero, ya que guarda una estrecha relación con la pesca y por lo tanto, con la regulación del recurso. Las variaciones que se dan en los patrones de inmigración así como en la distribución espacio-temporal y densidad de los peneidos, dependen de los cambios en las condiciones hidrológicas, climáticas y consecuentemente en los diferentes niveles de producción y aporte de materiales que se presentan año con año. Otro factor que influye en la disponibilidad de este organismo, es el que se refiere al alimento; a este respecto se considera que el área lagunar es una zona altamente productiva, con regiones

donde el contenido orgánico es elevado, ofreciendo un ambiente energéticamente favorable a organismos que como el camarón, son de hábitos detritofagos. Existe una elevada mortalidad entre los camarones que penetran al sistema, ocasionando que una mínima fracción de la población sobreviva hasta la temporada de pesca, considerando que un porcentaje emigra hacia el mar para reproducirse y reiniciar el ciclo.

I. INTRODUCCION.

En la actualidad, de todos los recursos potencialmente productivos con que cuenta México, es el pesquero el que en las últimas décadas ha incrementado fuertemente su desarrollo científico y económico. Lo anterior se debe a que es un recurso que manejado adecuadamente, ofrece una excelente opción alimenticia además de representar una fuente de ingreso segura y permanente por todo lo que implica el desarrollo de dicha actividad.

Los recursos pesqueros con que cuenta México son amplios, ya que como se sabe la extensión de su zona costera alcanza los 10 000 km, comprendiendo las costas del Océano Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y Mar del Caribe, incluyéndose en el área mencionada 123 lagunas costeras (Lankford, 1977) las cuales son muy importantes ya que como señala Mc Hugh (1976), cerca del 70 % de la pesca mundial se basa en organismos estuarino dependientes.

Debido a que estos sistemas costeros revisten gran interés tanto cultural como científico y económico, han sido objeto de estudio por parte de diferentes disciplinas pero en muchos casos, se han hecho en forma aislada y sin considerar la necesidad de integrar estos conocimientos.

A pesar de que México cuenta con gran cantidad de lagunas costeras, sólo algunas han sido estudiadas con cierta amplitud; ejemplo de ello es la Laguna de Términos, Campeche, importante por su recurso camarónero y sus características geomorfológicas. En ella se han realizado estudios sobre la geología de la zona, ecología, hidrología, vegetación, plancton, ictiología, pesquerías, etc., además de que en la actua-

lidad se está elaborando un estudio monográfico que integra los trabajos científicos hasta ahora efectuados.

En la costa Norte del Pacífico Mexicano se localiza la Laguna de Huizache-Caimanero, Sinaloa, considerada por varios autores como una de las más importantes de ésta costa. En ésta laguna, la dinámica ambiental hace que las condiciones sean propicias para que el recurso pesquero se explote exitosamente, tal como lo muestran los datos de la Oficina de Pesca "El Rosario", ubicada en el poblado del mismo nombre, donde se registran para 1983 más de 1 487 ton de camarón.

En ésta laguna se ha realizado un gran número de estudios que cubren diferentes áreas, lo que permite la posibilidad de llevar a cabo un seguimiento de los cambios que se han dado en el potencial biótico de la laguna durante los últimos 20 años.

Entre las diferentes investigaciones realizadas sobre este sistema lagunar, figura un convenio entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Secretaría de Recursos Hidráulicos. En dicho convenio se incluyen otras lagunas del Noroeste de México y se consideran estudios sobre la Geología de la zona, la cual fue realizada por Ayala-Castañares (1970). Arenas Fuentes (1970) hizo un estudio detallado sobre la Hidrología y Productividad de la región; Gómez Aguirre (1970) investigó sobre el ciclo del plancton y las comunidades representativas de la laguna. Ortega (1970) hizo una estimación cualitativa de la vegetación sumergida. García Cubas (1970) estudió la población de moluscos establecida en el sistema. - Cabrera (1970) se encargó de investigar sobre la biología del camarón y Lamothe (1970) estudió las enfermedades y parasitosis de dicho organismo.

A partir de este convenio, los estudios en la laguna -

Huizache-Caimanero han sido amplios y variados, ofreciendo el material de apoyo para la presente contribución que tiene - como objetivo, exponer la mayor parte de la información sobre este sistema lagunar y ofrecer algo del material científico que ayude al mejor conocimiento de los factores biótico-abióticos relacionados con el recurso más importante de la región que es el camarón, y que coloca, tanto a la laguna Huizache-Caimanero como al estado de Sinaloa, como los primeros productores de este organismo a nivel nacional (Blake, et al, 1981).

II. OBJETIVOS.

La presente contribución pretende exponer, a través de la revisión bibliográfica y de manera muy general, la mayor parte de la información acerca de los factores biótico-abióticos que interactúan en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, los cuales le confieren características muy particulares que lo convierten en un ambiente altamente favorable para el desarrollo de camarones peneidos, recurso pesquero que se explota intensa y exitosamente en dicha laguna, y que sustenta una de las principales pesquerías de camarón en el país. Al mismo tiempo y de manera muy ambiciosa, este trabajo tiene la finalidad de ofrecer un elemento de apoyo que pudiera contribuir en alguna forma en el mejor manejo del área en general, evitándose deterioros ecológicos que pudieran repercutir en la explotación del recurso.

METODOLOGIA.

El desarrollo del presente trabajo incluyó dos etapas en las que se intentó cumplir con los fines establecidos anteriormente. En la primera fase se llevó a cabo la recopilación de material bibliográfico que de una u otra manera, considerara aspectos de la laguna Huizache-Caimanero. La mayor parte de dicha información fue obtenida en las publicaciones de los Institutos de Biología y de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como de aquellas de la Secretaría de Pesca.

Ya contando con la bibliografía, se inició la segunda etapa del trabajo en la que se expone la interacción de los -

factores mencionados, y de que manera influyen en el desarrollo del camarón en la laguna.

El criterio bajo el cual se manejó el material recabado, fue el de seguir un orden basado en el desarrollo y crecimiento de los camarones peneidos dentro del sistema y la relación - que guardan con los factores biótico-abióticos.

III. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL SISTEMA LAGUNAR HUIZACHE-CAIMANERO.

La laguna Huizache-Caimanero está ubicada al Sur del estado de Sinaloa entre los 22°50' y 23°05' de latitud Norte y los 105°55' y 106°20' longitud Oeste. Está conformado por la Marisma de Huizache y la laguna de Caimanero, abarcando ambos cuerpos de agua una superficie total aproximada de 175 km² - (Chapa y Soto, 1969). La separación entre estos cuerpos de agua está dada por un pronunciado angostamiento llamado "Desague Pozo de la Hacienda".

La laguna Caimanero es la de mayor tamaño y alcanza un área de 134 y 67 km² durante la época de lluvias y la de secas respectivamente, mientras que Huizache ocupa 41 km² en lluvias y 14 km² en secas (Alvarez Cadena, 1984).

La barra, llamada Isla Palmito de la Virgen es de tipo arenoso con 3.5 km de ancho y se extiende cerca de 35 km de longitud entre las bocas del río Baluarte, ubicado al Noroeste del sistema y del río Presidio que se localiza al Sureste. El área total que ocupa este sistema lagunar varía anualmente dependiendo de los aportes de dichos ríos.

La comunicación entre la laguna Huizache-Caimanero y el mar, se realiza a través de angostos esteros que presentan amplias llanuras de inundación. El estero "Botadero" comunica a la laguna de Huizache con el río Presidio en las proximidades de la Boca Barrón, mientras que el estero de "Agua Dulce" une a la laguna de Caimanero con el río Baluarte en las cercanías de la Boca Chametla (Ayala-Castañares, 1970).

La profundidad del sistema varía según la época del año alcanzando su máximo en lluvias (junio-septiembre) con 60 a 80 cm en Huizache, mientras que en la cuenca de Caimanero al-

canza aproximadamente 150 cm. El nivel de la laguna es por lo general somero debido a que existe un rápido azolvamiento con sedimentos que acarrean los ríos desde las zonas altas que provocan el paulatino llenado de la laguna por un proceso geológico natural (Ayala-Castañares, 1970).

Arenas (1970) señala que la temperatura media es de 24 C, presentándose los valores más elevados en el Tapo Pozo de la Hacienda con temperaturas de 36°C durante los meses de junio a septiembre mientras que los mínimos se dan en el Tapo Caima nero con 15°C en la época invernal (febrero). La oscilación anual extrema es de 21°C para todo el sistema.

El mismo autor indica que la salinidad en el sistema Huizache-Caimanero se caracteriza por presentar amplias oscilaciones estacionales y regionales que están determinadas por varios factores como son la influencia de marea, el aporte fluvial y la insolación. Los valores extremos que registra van desde 0 hasta 60 ‰, manifestándose un gradiente horizontal, siempre en ascenso, de Sur a Norte.

En relación con el oxígeno disuelto, Arenas (1970) señala que es más abundante en la época invernal. El autor lo considera como un índice de la cantidad y calidad de la biota, ya que depende en gran parte de la actividad biológica de la comunidad que lo consume en relación directa de sus actividades metabólicas.

Según este mismo autor, las mareas en la costa son de tipo semidiurno, con las mayores amplitudes de abril a septiembre (1.25 m) y las menores en los meses invernales (12 cm).

De acuerdo con la modificación de García (1973) a partir del sistema de Köpen, el área presenta un clima cálido subhúmedo con precipitaciones en verano invierno, aunque en ésta última estación las lluvias son mínimas, ya que

representan aproximadamente el 5 % del total anual que oscila generalmente entre 500 y 1 000 mm (Arenas, 1970).

La vegetación circundante está formada por un cinturón de manglares representados por Avicenia nitida y Conocarpus erectus. Entre la vegetación halófila más importante, Raz-Guzmán y Sosa (1982) señalan a Salicornia subterminalis, Sesuvium portulacastrum, Suaeda tampicensis y Cressa truxillensis. Como la vegetación sumergida más representativa, Oliva Martínez propone a Cladophora sp, Enteromorpha sp, Spyrogira sp y Oedogonium sp, así como la fanerógama Ruppia maritima.

La fauna ictiológica de la laguna es abundante y según Amezcua Linares (1977), está compuesta por 27 familias, 46 géneros y 60 especies distribuidas en un 8 % dulceacuicolas, 8 % típicamente estuarinas, 31 % que visitan la laguna como adultos para alimentarse, 33 % marinas que llegan a la zona para utilizarla como área natural de crianza y 20 % de especies marinas visitantes ocasionales.

García Cubas (1970) considera que en la laguna de Caimanero hay 5 géneros de moluscos entre los cuales resalta la almeja Rangia mendica, ya que puede ser explotada a nivel comercial en forma significativa.

IV. RESULTADOS

1. Geología de la laguna Huizache-Caimanero.

Según Lankford (1977), una laguna costera es una depresión de la zona costera bajo el nivel medio máximo de marea, que tiene comunicación permanente o efímera con el mar pero protegida de este por algún tipo de barrera. Lo anterior implica que un sistema costero no sea únicamente la zona que ocupe el cuerpo de agua sino toda el área que va desde la plataforma continental hasta la barra que la separa del mar, incluyendo los esteros a través de los cuales se lleva a cabo la comunicación de las lagunas con los ríos y con el mar, depósitos fluviales que son resultado de movimientos laterales de los ríos del sistema, área de bermas que son depósitos netamente marinos concentrados únicamente en la barra, llanuras de inundación máxima y llanuras de inundación anuales constituidas por las porciones bajas intermedias entre las llanuras fluviales y la zona de bermas que se cubren de agua en época de lluvias o bajo condiciones extremas y por último las áreas de playa y dunas que se extienden a lo largo del flanco marino de la barra.

Especialmente Ayala-Castañares (1970), llevó a cabo estudios detallados sobre la geología de ésta laguna por lo que a continuación se presenta como elemento básico en la exposición de este capítulo.

El autor considera que el relieve batimétrico del sistema, carece de rasgos distintivos a excepción de los indicados por los canales dragados artificiales como son el canal "Desague las Garzas" y el canal "Desague Pozo de la Hacienda", así como el canal del estero de "Las Anonas" (Fig. 1).

Como consecuencia del arrastre de sedimentos provenientes de las zonas topográficamente altas localizadas al Noroeste y Noreste de los ríos Presidio y Baluarte, las lagunas se están llenando rápidamente y dentro del ciclo *geomorfológico* se encuentran en la etapa de madurez temprana. El borde de las lagunas es bastante irregular principalmente hacia el Noroeste del sistema.

La isla Palmito de la Virgen muestra en su totalidad varias series de antiguas líneas de costa (bermas), presentándose hacia sotavento de la isla remanentes de antiguas bocas (El Manglito).

En los extremos y a sotavento de la isla, se localizan extensas áreas de manglar favorecidas por la retención de sedimentos finos que constituyen amplias llanuras de inundación conectando a la isla con los depósitos arenosos aportados por los ríos Presidio y Baluarte. Las extensas áreas cubiertas por los sedimentos fluviales, muestran remanentes de los antiguos cauces adoptados por los ríos en sus movimientos horizontales los cuales aportan al sistema sedimentos de distinto nivel textural. La distribución de dichos sedimentos varía dependiendo de la localidad, presentándose toda una gama textural que queda indicada en la figura 2.

De los minerales, el cuarzo es el más abundante variando de 41 a 92 %, los feldespatos representan del 5 al 57 %, los minerales oscuros del 2 al 22 % y los fragmentos de rocas ígneas y metamórficas del 0 al 7 %.

La historia geológica de la laguna muestra que se ha desarrollado en un clima tropical con fuerte precipitación pluvial estacional.

La laguna actual es remanente de una antigua de dimensio

nes considerablemente mayores, originada durante un nivel del mar inferior al actual que favoreció posteriormente la creación de una barrera arenosa. Según Curray (1963) en las costas Nayaritas durante los últimos miles de años, la línea de playa ha sido regresiva, con depósito de un cuerpo de arena litoral a manera de cubierta que presenta una serie de dunas abandonadas. El autor sugiere que cada cresta que constituye la playa de dicho estado, se formó individualmente como un depósito de línea de costa, el más antiguo es el más lejano del océano. Cada cresta comenzó como una barra sumergida frente a la playa existente y después de su formación, con un aporte suficiente de arena y bajo ciertas condiciones de oleaje, la barra a lo largo de la costa se transformó en playa.

El mismo Curray (1969) señala que la superficie de la plataforma continental y la planicie costera actuales, difieren en gran parte de aquéllas del pasado geológico como consecuencia de una rápida fluctuación en el nivel eustático del mar durante el Cuaternario, mientras que en la mayor parte del Pre-cuaternario los cambios del nivel relativo del mar fueron causados por subsidencia y emergencia del margen continental. El autor considera que ésta evolución geológica se dio en parte del estado de Sinaloa incluyendo hasta el río Presidio por lo que se supone, la laguna de Huizache-Caimanero se independizó paulatinamente del océano hace 3 000 a 5 000 años aproximadamente en que el nivel del mar alcanzó su posición actual.

Ayala (1970) señala que cuando los diferentes ríos presentes en aquél entonces se unificaron dando origen a los existentes y sus cauces se mantuvieron aproximadamente como los actuales, ocasionaron junto con la elevación del mar que los sedimentos fluviales cubrieran extensas zonas ribereñas,

restringiéndose las dimensiones laterales de la laguna original y formándose amplias llanuras de inundación que incrementaron de relieve.

El libre acceso de la marea a través de dos bocas situadas hacia ambos extremos de la isla Palmito de la Virgen que posteriormente fueron cegadas por el transporte litoral, provocó dentro de la laguna el movimiento de dos masas de agua con direcciones opuestas, que al encontrarse disminuyeron de velocidad, depositándose los sedimentos en suspensión que acreaban y dando origen al notorio angostamiento que dividió a la laguna original, en los dos cuerpos actuales. Posteriormente las lagunas fueron llenadas rápidamente con sedimentos finos como limo y arcillas.

La comunicación libre entre el océano y las lagunas se restringió, realizándose deficientemente por medio de esteros desarrollados en las zonas bajas del estuario, incrementando paulatinamente su longitud y constituyendo extensas llanuras de inundación frontales abandonando la primera formación. Finalmente, el oleaje generado por el viento al soplar libremente por la superficie del agua, erosionó las riberas de las lagunas retrabajando los sedimentos antiguos lográndose mayor velocidad en el asolve y ampliando las zonas susceptibles de ser cubiertas por las aguas.

Como resultado de los procesos geológicos mencionados - se formó la laguna Huizache-Caimanero actual, en donde las características geomorfológicas aunadas a la interacción de condiciones biótico-abióticas actuales, le confieren las características de un sistema costero de gran producción

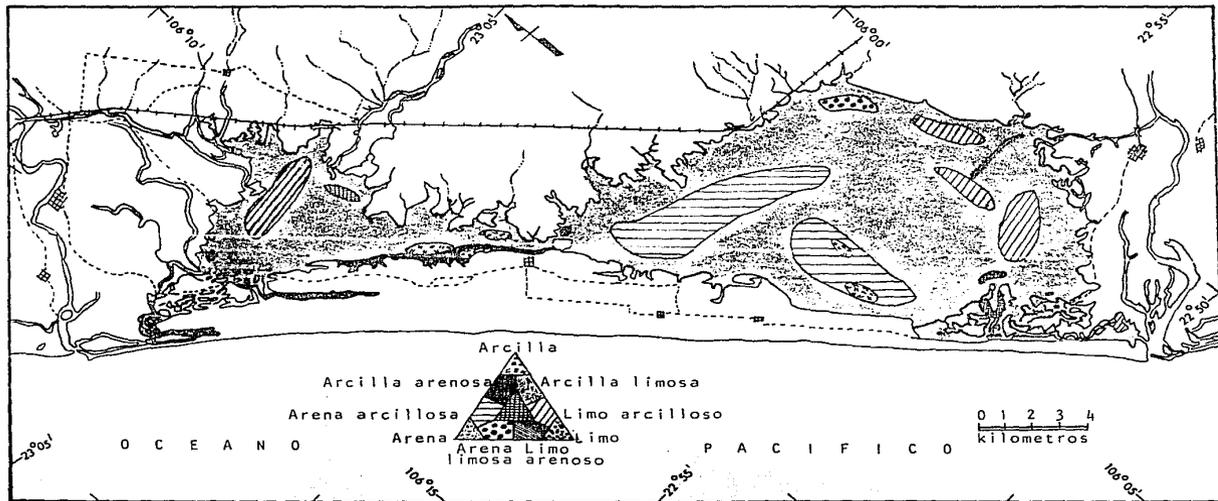


FIG. 2. DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS EN LA LAGUNA HUIZACHE-CALMANERO. (SEGUN AYALA CASTANARES, 1970)

2. Factores Fisicoquímicos Hidrológicos (Nutrientes).

Los materiales orgánicos e inorgánicos aportados a un sistema costero son de singular importancia, ya que representan una fracción importante de compuestos utilizables principalmente por los productores primarios (microfitas y macrofitas), que se traduce finalmente en un aprovechamiento de la energía de los recursos pesqueros. Arenas (1979) dentro del balance anual de nitrógeno y fósforo en la laguna Huizache-Caimanero (Fig. 3, 4) señala que no es suficiente la cantidad de nitrógeno inorgánico que ingresa al sistema a través de los esteros, lluvias, ríos, arroyos y fijación biológica que en total, sólo proporcionan el 3 % de este requerimiento el cual es de 609 ton anuales para plancton y 2 252 ton para otros productores. Según el mismo autor, la productividad primaria regional depende de la mineralización de materia orgánica alóctona circundante al sistema (ecosistema terrestre), en el que incluye las diversas especies de halófitas que crecen en áreas desecadas, arbustos espinosos, manglares, etc., cuantificando el aporte anual de carbono y nitrógeno por parte de éstas en 23 847 y 4 300 ton respectivamente, con un área desecada de 9 500 hectáreas, las cuales son cubiertas por vegetación halófitas.

El aporte de compuestos orgánicos nitrogenados por parte de las algas cianofíceas y bacterias fijadoras de nitrógeno molecular es muy importante y significativo dentro de los sistemas lagunares. En relación con esto, De la Lanza et al (1986) observaron que en áreas donde el sedimento contiene restos vegetales en proceso de descomposición, la fijación de nitrógeno alcanza un promedio mayor de $27 \text{ mg N/m}^2/\text{día}$ en la temporada de secas mientras que en lluvias se obtienen 17.3

mg N/m²/día; el rendimiento de las algas cianofitas Phormidium tenue y Calothrix braunii, ambas fijadoras de nitrógeno, lo valoran en 35 ug N/g de peso húmedo de material algal.

Una alternativa para compensar la carencia de nitrógeno señalada por Arenas (1979), es que los productores primarios (fitoplancton) sean capaces de asimilar nitrógeno en ciertas formas orgánicas y que los macroproductores obtengan cuando menos parte de sus requerimientos de estratos más profundos. En el mismo balance, demuestra que los procesos respiratorios o de oxidación de la materia orgánica que se llevan a cabo en la comunidad planctónica, mineralizan suficiente nitrógeno para abastecer las necesidades de los productores primarios del sistema lagunar así como las de la comunidad nectónica, macrobentónica y la microbiota sedimentaria. Lo anterior permite suponer que la capacidad de aprovechar los materiales orgánicos provenientes del ecosistema terrestre circundante no solo es amplia, sino fundamental para el mantenimiento de la tasa de producción primaria en la región. El autor señala que debido a que la pesca depende de la productividad primaria, depende en consecuencia de la capacidad del sistema para transformar nitrógeno orgánico en inorgánico.

En relación con el fósforo, Arenas (1979) señala que juega un papel muy importante dentro de los estuarios y áreas costeras. Los aportes de fósforo provenientes del estuario - mismo y lluvias, alterarán su ciclo biótico-abiótico dependiendo de las características óxido-reductoras del sedimento, grado de aereación del agua, turbidez, precipitación química y actividad microbiológica.

Los materiales fosforados que ingresan al sistema acuático pueden seguir dos rutas distintas: ser asimilados por el

fitoplancton o bien, ser adsorbidos al sedimento hasta alcanzar un equilibrio entre este y el agua intersticial de tal suerte, que la cantidad de fósforo en el agua dependerá de - aquél que se difunda en el sedimento o que se adsorba en él.

Arenas y De la Lanza (1981) señalan que en la laguna Huizache-Caimanero durante la época de sequía, el proceso de secado y resquebrajamiento de sedimento es muy importante en la reincorporación de nutrientes y que a través de procesos físicoquímicos (especialmente desecación), se acelera la mineración favoreciendo la disponibilidad de fósforo en la estación de lluvias. Estos autores encontraron una liberación de 22.75×10^7 mg de fósforo soluble a partir del secado y resquebrajamiento de las áreas sometidas a este proceso, mientras que la liberación de fósforo soluble por el flujo y reflujo de agua sobre estas regiones representa el 2.8 del - fósforo disponible. Calculan además que al menos $14\ 000\ \mu\text{g P/m}^2$ en forma disuelta y $6\ 270\ \mu\text{g P/l}$ en forma de ortofosfatos son liberados por dicho proceso, lo que indica que pueden soportar una porción significativa de la producción primaria.

En consecuencia, en la laguna Huizache-Caimanero existe una reserva considerable de fósforo atrapado en el sedimento y que además puede ser reincorporado al sistema acuático a - través de las raíces de plantas que actúan como bombas de fósforo (Mc. Roy, et al., 1972). Finalmente, Arenas (1979) indica que como la pesca se vincula al ciclo de producción biológica en base al fósforo soluble reactivo, la actividad pesquera re tira del sistema el 31 % del fósforo reactivo disponible.

En las figuras 3 y 4, quedan indicados los ingresos y - egresos de nutrientes que tienen lugar en el sistema. Tanto en el caso del nitrógeno como en el de fósforo, puede apre-

ciarse que el sedimento capta una elevada concentración de ellos, la cual puede ser reincorporada a la columna de agua a través de los procesos de difusión y resquebrajamiento.

Para el caso particular del nitrógeno en sus diferentes formas, la principal fuente de ingreso es el ecosistema terrestre que aporta 43 000 ton/año, mientras que la mínima entrada la registra la fijación de nitrógeno por actividad biológica con 0.01 ton/año. Por otro lado, el aporte principal de fósforo, ya sea en forma disuelta (FD), fósforo soluble reactivo (FRS), fósforo soluble (FS) o considerándolo como fósforo total (FT), corre a cargo del ecosistema terrestre adyacente (vegetación halófila, manglar, etc.) con 148 ton anuales; la contribución hecha por arroyos y canales es la menos significativa, aportando únicamente 0.4 ton/año.

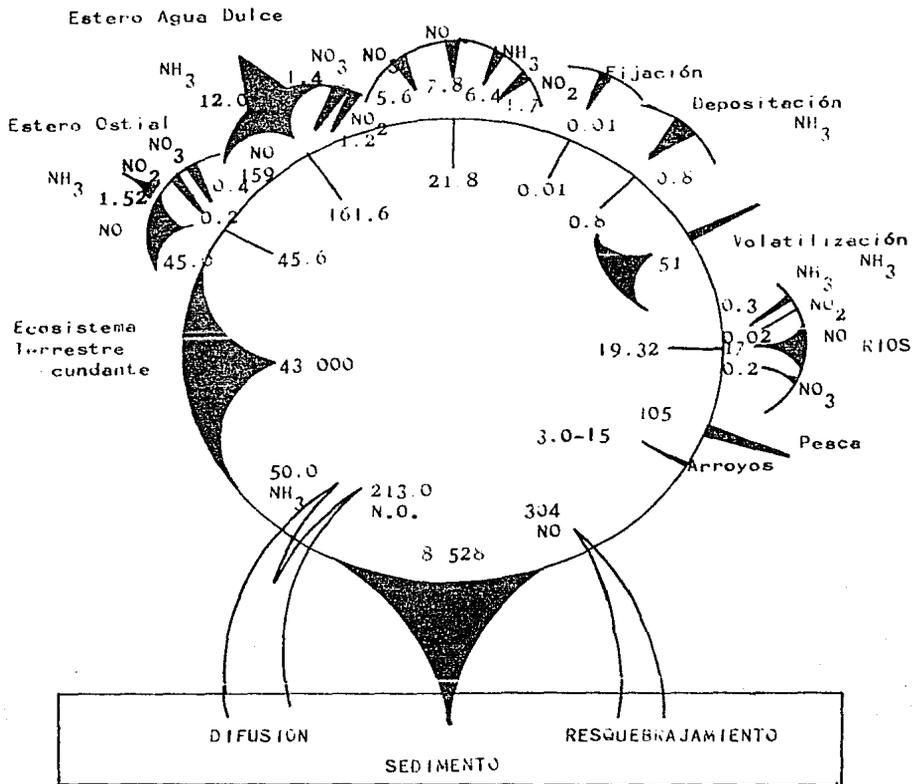


Figura 4. Balance anual de nitrógeno en la Laguna Ruizache-Caimanero (Según Arenas, 1979). El círculo representa la laguna, los vértices que apuntan hacia ella son los ingresos y los que salen de ella son egresos

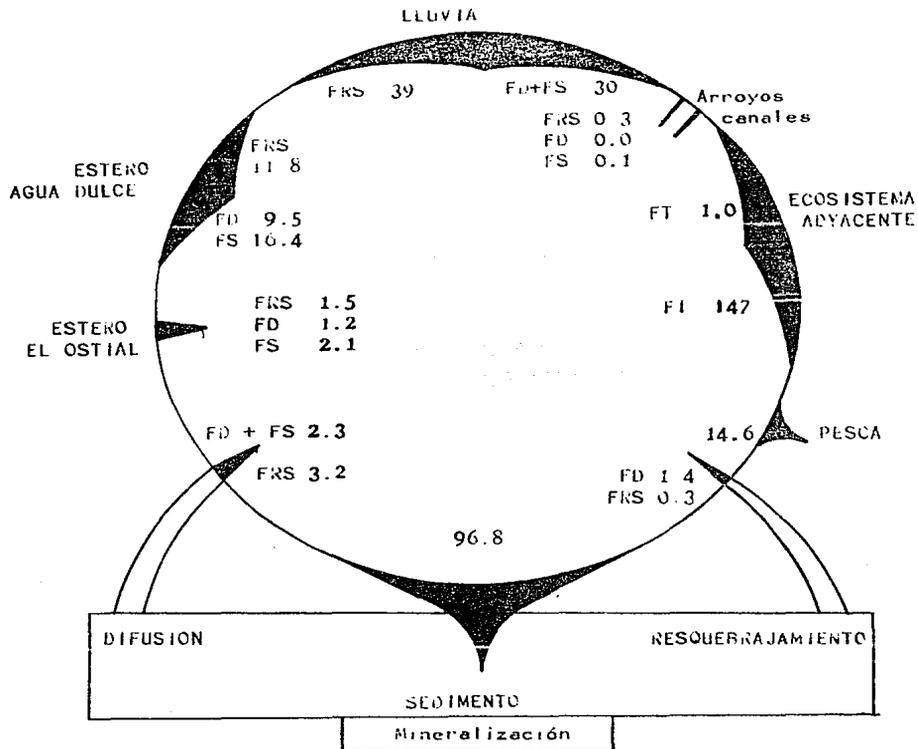


Figura 5. Balance anual de fósforo en la laguna Huizache-Caimanero (Según, 1979) El círculo representa la laguna, los vértices que apuntan hacia ella son los ingresos, y los que salen de ella son egresos.

3. Algunas Características Ambientales Relacionadas con el Recurso.

Entre los factores que determinan la distribución y densidad del camarón dentro de un sistema lagunar está el alimento, la salinidad y la temperatura, los cuales dependen en gran medida del régimen de lluvias de la región. En relación con esto, Edwards (1978) sugiere que en años en que las precipitaciones son muy fuertes, el reclutamiento de postlarvas de penaeidos es mayor debido al incremento del flujo de agua dulce proveniente de los ríos.

Por su parte Ménez (1976) recalca la importancia que tiene el aporte de agua en las variaciones de temperatura y salinidad, ya que observó elevadas concentraciones de camarón en los esteros y en la región del Canal de Caimanero (Fig. 1), donde el valor promedio de dichos parámetros fue de 24°C y 35 ‰ respectivamente, condiciones que parecen resultarles más favorables que en laguna abierta. Cuando la laguna está llena y empiezan a disminuir las lluvias, el camarón se dispersa dentro del sistema y comienza una fase de rápido crecimiento en que la salinidad tiende a aumentar conforme se eleva la temperatura y progresa la siguiente estación.

Edwards (1978) señala que cuando las lluvias son elevadas y la laguna ocupa su máximo embalse, hay mayor zona de inundación donde crece vegetación periférica como Salicornia que al descomponerse forma un rico sustrato detrítico donde las postlarvas se congregan para alimentarse.

Según Blake et al (1981) del aporte de macrofitas depende en gran parte el mantenimiento de la epifauna en la laguna. Estos autores consideran que la depositación de materia orgánica

por parte de macrofitas es de dos tipos: el derivado de la colonización de halófitas terrestres durante la estación seca y la contribución hecha por la descomposición de bancos de Ru-ppia que a menudo se extienden durante los períodos de baja salinidad.

A este respecto, De la Lanza et al (1986) señalan que - tanto la vegetación como los detritos son parte importante en la dieta del camarón y que la descomposición de vegetación ha lófitas cuando se encuentra sumergida en la laguna, favorece el crecimiento de una microbiota diversa que a su vez es consumida por los estadios juveniles del camarón que utilizan los sistemas estuarinos como zonas de crecimiento y protección. Señalan así mismo, que la explotación de vegetación ha lófitas a nivel de cultivo agrícola y posteriormente su empleo a través de sus productos de descomposición in situ en las la gunas costeras, sobre todo en aquellas zonas sometidas a cambios climáticos extremos, representa un recurso potencial para el semicultivo de los camarones peneidos.

El desarrollo de este tipo de vegetación es de gran importancia en la Laguna Huizache-Caimanero, ya que al iniciarse la temporada de lluvias, las plantas sumergidas inician su mineralización, hecho que se traduce en un aporte significativo de materia orgánica al sedimento y en la principal fuente energética de los peneidos.

Los estudios que se han realizado sobre la vegetación ha lófitas han tenido un enfoque fuertemente botánico, especialmente taxonómico y en muy pocos casos se han orientado al punto de vista ecológico. Uno de los trabajos que trata una condición relacionada con la producción camaronera es el de Raz-

Guzmán y Sosa (1982), en donde realizan una evaluación bromatológica en la descomposición de la vegetación halófila dominante en la laguna Huizache-Caimanero, representada por Salicornia subterminalis, Sesuvium portulacastrum, Suaeda tami-censis y Cressa truxillensis. Las autoras calculan la biomasa total de halófitas en 2 862.4 ton/año de peso húmedo y 1 030.5 ton/año en peso seco, señalan además que existe una tendencia al aumento en la biomasa de marzo a octubre, presentándose en todos los casos los valores más elevados en el "Tapo Caimanero". Asimismo indican que la especie de mayor contribución en cuanto a biomasa es Salicornia y que las condiciones de máximo embalse en la laguna, favorecen la degradación de material vegetal establecido sobre las amplias llanuras inundables.

Las autoras señalan que aún cuando se pueden aportar cantidades significativas de materiales orgánicos al sedimento, que es el receptor de dicho material, se registran bajas concentraciones de carbohidratos solubles y proteínas (Tabla 1), lo cual puede deberse a la calidad química de la vegetación o bien a que estos compuestos sean aprovechados inmediatamente por los heterótrofos. Raz-Guzmán y Sosa (1982) consideran que desde el punto de vista de detrito, las halófitas constituyen un reservorio de energía, además de constituir una ruta en la red trófica entre la producción orgánica y la producción animal que dá lugar a la transferencia de energía de un nivel trófico a otro.

De la Lanza (1981) en su análisis del material sedimentario en la laguna Huizache-Caimanero, manifiesta un alto contenido de materia orgánica que alcanzó valores de hasta 15 % en la región Este de su estudio que va de Mataderos a Las Colora

Tabla 1. Contenido de Materia Orgánica en las Principales Especies de Halófitas de la Laguna Huizache-Gaimanero. (Según Raz-Guzmán y Sosa, 1982).

	Materia Orgánica total (%)	Carbohidratos Solubles (%)	Proteínas (%)	C/N
<u>Salicornia subterminalis</u>	80.1	13.0	6.9	6.7
<u>Sesuvium portulacastrum</u>	67.4	7.3	5.6	6.9
<u>Cressa truxillensis</u>	67.8	9.8	6.9	5.6
<u>Suaeda tancicensis</u>	64.1	9.2	4.8	7.6
Columna de agua	7.3	0.01	0.04	

das (Fig. 1) y bajo en carbohidratos solubles y proteínas, con una variación fuertemente anual y regional dependiente de las condiciones ambientales del sistema, notándose además una marcada tendencia a la disminución en la concentración conforme aumenta la profundidad. La velocidad de depositación de los sedimentos también tiene un efecto muy importante en la variación de la concentración de materia orgánica; si la velocidad de depositación es alta así como el aporte de materia orgánica, la tasa de degradación no supera el aporte y en consecuencia se encuentran altos contenidos. La misma autora encontró que en la región del "Tapo de la Hacienda", a pesar de que la concentración de materia orgánica es variable, se alcanzan valores de hasta 11.07 %, hecho que puede estar relacionado con el paso continuo de camarón por este lugar.

Por otro lado, el contenido de materia orgánica en la zona de canales y esteros es muy elevado ya que en estas regiones se localizan elevadas concentraciones de manglar y otras macrofitas costeras que según Mann (1972), contribuyen significativamente al balance de materia orgánica aportando entre 500 y 1 000 g C/ m²/año. Esto último queda reflejado en los resultados de Menz (1976) quien señala que durante la estación de lluvias, grandes cantidades de Penaeus vannamei y Penaeus stylirostris se encuentran a lo largo de la costa Oeste de Caimanero que se caracteriza por la presencia de manglar, detritos de elevado contenido orgánico y Salicornia en descomposición, que se traduce en fuente de alimento para el camarón, además de servirle de protección ya sea contra procesos de desecación o de los depredadores. Esto mismo fue observado por Soto y Bush (1973) y Edwards et al (1976), quienes registraron un máximo de abundancia de

camarón en los canales del sistema, superando de 2 a 4 veces las densidades encontradas en el centro de la laguna en que fueron de casi 0.3 individuos por m^2 . Por su parte Menz (1976) registró máximas densidades en el Tapo Caimanero y en el "Canal el Tanque", mientras que la abundancia en el estero "El Ostial" fue variable a lo largo del año con máximo en agosto de 0.9 individuos por m^2 .

En virtud de que el sedimento juega un papel importante en el ambiente costero, todos aquellos eventos biológicos que se suceden en el agua pueden quedar registrados en él. Así mismo, todos los procesos diagenéticos (incluyendo mineralización), se llevan a cabo en buena parte en la superficie sedimentaria. Al respecto y con el objeto de conocer e interpretar las condiciones biogeoquímicas de la laguna Huizache-Caimanero, De la Lanza (1981) desarrolló un modelo de predicción para materia orgánica sedimentaria y su diagénesis. Para lo anterior consideró materia orgánica, carbohidratos solubles, proteínas, porcentaje de humedad y la concentración de fierro, magnesio, potasio, sodio y carbonatos. Los resultados que obtuvo alcanzaron un porcentaje de definición en el contenido y variación de la materia orgánica de 66.5 %, obteniéndose en un desglose anual de los resultados valores hasta de 91.77 %.

Según De la Lanza (1981), entre la vegetación sumergida más importante en cuanto al aporte de material orgánico al sedimento está Ruppia marítima, Cladophora y Enteromorpha. Este tipo de vegetación presenta una distribución especial dentro del sistema Huizache-Caimanero y el hecho de que su aporte sea continuo, queda reflejado en la concentración de materia orgánica en el sedimento. En las localidades sometidas a desecación temporal el aporte lo sustituye en buena medida la ve-

vegetación halófila terrestre y aunque esto depende de las condiciones ambientales del año anterior, se puede mantener una fuente constante de materia orgánica que asegura el suministro energético de los organismos bentónicos.

Ortega (1970) señala que la máxima abundancia de vegetación acuática se da durante la estación de lluvias en que la baja salinidad y una temperatura de 25 C, favorece el crecimiento de especies como Ruppia marítima en Caimanero y algas como Spyrogyra y Oedogonium en Huizache, éstas últimas típicas de agua dulce.

Los resultados anteriores concuerdan con los obtenidos por Oliva Martínez (1978), quien señala a cianofitas y clorofitas como los grupos representantes de la región además de la fanerógama Ruppia. Las especies más abundantes encontradas en la laguna se exponen en la Tabla 2; la autora indica que la mayor distribución, abundancia relativa y diversidad de especies se da a una temperatura entre los 23 y 25°C, de 0.75 a 11.85 ‰ de salinidad y bajo una concentración de oxígeno de 3.85 a 7.3 ml/l. Señala además que la vegetación algal está representada por especies de agua dulce en un 88 %, sin embargo algunas de ellas (12 %) pueden encontrarse también en la plataforma de la zona costera.

Es obvio que la cantidad y variedad de material vegetal producido y aportado al sedimento en la laguna Huizache-Caimanero representa una vasta fuente energética para consumidores como los camarones peneidos, sino por la diversa epifauna que sostiene y que representa una amplia y variada riqueza nutricional (De la Lanza et al, 1986); dentro de ésta microbiota, las bacterias han sido consideradas como alimento de peneidos además de ser responsables de la degradación de materia orgánica.

Tabla 2. Vegetación sumergida más Abundante en la Laguna Huizache-Caimanero. (Capán Olive Martínez, 1978).

MES	HUIZACHE		CAIMANERO	
	CIANOFITA	CLOROFITA	CIANOFITA	CLOROFITA
SEPTIEMBRE	<u>Anabaena schaeerica</u> <u>Calothrix parietina</u> <u>Phormidium tenue</u>	<u>Scenedesmus dimor- phus</u>	<u>Cylindrocapsa mi- nutum</u> <u>Lyngbya major</u> <u>Phormidium tenue</u>	<u>Cladophora</u> sp <u>Enteromorpha</u> <u>flexuosa</u>
NOVIEMBRE	<u>Anabaena affinis</u> <u>A. schaeerica</u> <u>Lyngbya major</u>	<u>Monocotia</u> sp <u>Cedogonium sociale</u> <u>O. sociale</u> var <u>acu- tum</u> <u>Spirogyra tenuissi- ma</u>	<u>Crocococcus minor</u> <u>Cylindrocapsa mi- nutum</u> <u>Phormidium tenue</u> <u>Spirulina major</u>	<u>Chaetomorpha perea</u> <u>Cladophora</u> fructu- <u>Enteromorpha flexu- osa</u> <u>Monocotia</u> sp
AGOSTO	<u>Anabaena schaeerica</u> <u>Calothrix parietina</u> <u>Cylindrocapsa mi- nutum</u> <u>Phormidium tenue</u> <u>Spirulina major</u>	<u>Ulothrix</u> sp	<u>Anabaena affinis</u> <u>A. schaeerica</u> <u>Calothrix parieti- na</u> <u>Chroococcus minor</u> <u>Enteromorpha con- ferta</u> <u>Nostoc schaeerica</u> <u>Phormidium tenue</u>	<u>Chaetomorpha perea</u> <u>Cladophora</u> sp

nica tanto en la columna de agua como en el sedimento.

La distribución de las bacterias se vé afectada por ciertos factores como son la composición granulométrica y la profundidad del sedimento, notándose mayor abundancia en los estratos superficiales ya que al aumentar la profundidad, la concentración de materia orgánica disminuye y proporciona un ambiente nutricional menos favorable (Rheinheimer, 1974).

La comunidad bacteriana en una laguna está representada por una gran variedad de géneros con importantes funciones que juegan un papel definitivo dentro de ése ambiente, ya que al ser ellas las responsables de la degradación de material biológico, convierten formas de nitrógeno y fósforo no utilizables, en compuestos orgánicos disponibles para los heterótrofos. Es importante señalar que de todas las especies señaladas por Rodríguez (1978) en el sistema lagunar Huizache-Caimanero indicadas en la Tabla 3, únicamente Klebsiella pneumoniae y Bacillus circulans no mineralizan proteínas. Asimismo, observó que en general las especies que él reporta son formas que degradan azúcares, almidón y celulosa.

4. Biología.

4.1. Generalidades del Ciclo de Vida de los Camarones Peneidos.

Las características ambientales expuestas anteriormente, hacen del sistema lagunar Huizache-Caimanero una zona propicia para el desarrollo de camarones peneidos, los cuales llegan a la laguna para completar una fase de su ciclo de vida; el éxito en la explotación de este recurso ha favorecido el establecimiento de una de las principales pesquerías de camarón en el país que es sostenida por las especies Penaeus va-

Tabla 3. Bacteriología del Ambiente Lagunar Huizache-Caimanero. (Según Rodríguez, 1973).

	Cerca de la Barra	Centro de la Laguna Caimanero
Materia Orgánica	1.01 y 1.14 mg C/g p.s.	2.82 y 4.13 mg C/g p.s.
Arenas	76.82 % a 73.87 %	20.41 % a 2.64 %
Arcillas	14.83 % a 17.66 %	81.59 % a 11.05 %
Bacterias (Especies)	<u>Bacillus circulans</u> (42.85 %) <u>Bacillus subtilis</u> (14.28 %) <u>Flavobacterium ferrugineum</u> (14.28 %) <u>Serratia marcescens</u> (28.57 %)	<u>Bacillus circulans</u> (7.14 %) <u>Bacillus subtilis</u> (7.14 %) <u>Flavobacterium ferrugineum</u> (21.42 %) <u>Klebsiella pneumoniae</u> (7.14 %) <u>Staphylococcus saprophyticus</u> (57.12 %)
Densidad	5.3 x 10 ⁶ inds. a 4 cm de profundidad 5.0 x 10 ⁶ inds. a 8 cm de profundidad	2.5 x 10 ¹⁰ inds. a 7 cm de profundidad 1.5 x 10 ⁷ inds. a 13 cm de profundidad

mamei, Penaeus stylirostris, Penaeus brevirostris y Penaeus californiensis.

Como ya se sabe, el camarón es un organismo que desarrolla su ciclo vital en dos ambientes diferentes: mar abierto y sistemas costeros (lagunas y esteros). Según Boschi (1976), las migraciones de reproducción de los peneidos son por lo general en aguas profundas de los océanos, mientras que el desarrollo postlarval se realiza en aguas costeras, lagunas y esteros, presentándose variaciones anuales que se relacionan con los cambios de las condiciones hidrológicas y climáticas locales, que influyen de alguna manera en el ritmo migratorio y abundancia regional de estos organismos. El mismo autor señala que el ciclo vital del camarón abarca de 1.5 a 2 años aproximadamente, incluyéndose en este período su estancia tanto en la zona costera como en la oceánica, lo cual viene a constituir un hecho importante en la regulación de su explotación.

Las postlarvas, que son principalmente de hábitos bentónicos y detritófagas a diferencia de las larvas que son omnívoras y planctónicas, entran a las lagunas litorales midiendo de 6 a 8 mm de longitud total, se nutren intensamente y de 4 a 5 meses llegan a su etapa juvenil, en este último período, los organismos llevan a cabo una serie de mudas en las que dejan de alimentarse, por lo que se encuentran más vulnerables a las zonas adversas. Después de esto, los organismos juveniles inician la emigración a mar abierto a reiniciar el ciclo.

En los peneidos del Pacífico, el desove es principalmente entre los meses de marzo a octubre con máximos de actividad en marzo-abril, junio-julio y septiembre-octubre de acuerdo a evidencias indirectas de patrones de inmigración de post

larvas (López, 1967; Gómez, 1971 y Macías 1973 y 1975). Según los datos de Barreiro y López (1972), cada una de las 4 especies de camarón del Pacífico (Penaeus vannamei, P. stylirostris, P. californiensis y P. brevirostris), desovan a diferentes profundidades. De acuerdo con López Guerrero (1969), las especies de camarón blanco (P. vannamei) y camarón azul (P. stylirostris) se acercan a la costa a desovar, mientras que el camarón café y el rojo (P. californiensis y P. brevirostris respectivamente) aparentemente desovan a mayor distancia de la costa.

Eldred (1965) y Linder y Anderson (1956) sugieren que el desove puede ser inducido por cambios marcados en la temperatura y mensualmente afectado por el ciclo lunar.

Es lógico suponer que la presencia de postlarvas de camarón en una laguna litoral depende del éxito de los desoves en mar abierto. Varios autores (Cárdenas, 1950; Chapa Saldaña, 1959; Lizárraga, 1954 y López Guerrero, 1968), coinciden en que el desove de P. vannamei y P. stylirostris comienza en primavera y dura todo el verano hasta principios de otoño, - con máximo a fines de primavera y principios de verano, mientras que P. californiensis y P. brevirostris lo realizan prácticamente durante todo el año, con más de un máximo de desove (Soto, 1969).

Después de la etapa larvaria que según Ewald (1977) incluye 5 nauplius, 3 protozoa y 3 mysis las cuales se desarrollan en el mar, las postlarvas viajan a los esteros para alcanzar su etapa juvenil y es a partir de entonces en que los factores ambientales y bióticos de la laguna ejercen su influencia y provocan variaciones en los procesos.

4.2. Inmigración.

La inmigración de postlarvas presenta tres máximos que corresponden estrecha, aunque no exactamente con los de desove en el mar, presentándose en marzo-abril, junio-julio y septiembre-octubre (López, 1967; Gómez, 1971; Oruega y Nuñez, 1974 y Macías, 1973 y 1975), sin embargo Cabrera (1970) señala que el último máximo del año se presenta en octubre-noviembre. Por su parte Edwards (1977) reporta un fuerte influjo de postlarvas al inicio de la estación de lluvias (junio-julio) que corresponde con lo señalado por los autores anteriores.

Lo mismo que los desoves, el ciclo lunar afecta la inmigración de tal manera, que ambos eventos se ven favorecidos durante luna nueva. En relación con lo anterior, Edwards (- 1978) observó máximos de densidad de postlarvas en el estero "Las Garzas" (Fig. 1) en luna nueva y cuarto creciente, mientras que en las otras dos fases lunares la densidad fue baja. El máximo en la densidad registrado por el autor de 10 postlarvas/m³, es similar al que reporta Cabrera (1970), quien estima entre 10 y 30 postlarvas/m³. Macías (1973) demostró que en luna nueva pueden encontrarse hasta 100 organismos/m³ en el máximo del mes de octubre. El mismo Edwards (1978) señala que los máximos de densidad coinciden con los de salinidad, fluctuando conforme avanza el ciclo lunar.

Por su parte, Menz (1976) indica que la diferencia en la densidad de postlarvas que se da en relación con la fase lunar, puede obedecer a diferencias en la amplitud de marea.

Calderón (1977), indica que en la "Boca de Chametla" y en la intersección del río Baluarte con el "Canal Agua Dulce"

(Fig. 1), se presenta una capa superficial de agua de baja salinidad que proviene del río y una inferior de origen marino que se introduce al sistema por efecto de las mareas. Ambas corrientes son contrarias y cuando la marea está en flujo, la mezcla de agua entre las capas es escasa (Mc Lusky, 1971). A medida que la corriente de agua marina penetra más en el estero, la mezcla de agua entre las dos capas se favorece por la disminución de profundidad. En la región intermedia del estero, el agua dulce que proviene del río Baluarte y de la laguna Caimanero, se mezcla con el agua marina del fondo y con ello aumenta la salinidad de la superficie.

Hughes (1969) trabajando con Penaeus duorarum, describe el mecanismo por el cual penetran las postlarvas a los estuarios; sugiere que conforme asciende la marea, el prisma salino que se mueve hacia el interior de la laguna a lo largo del fondo, provoca que las postlarvas dejen este lugar en respuesta al incremento de salinidad. Posteriormente son acarreadas hacia el estuario en el agua salobre de la superficie y una vez que las mareas descienden, los organismos regresan al fondo como consecuencia del decremento en la salinidad y así van penetrando al estuario en lapsos. Según Edwards (1978), para el caso particular de la laguna Huizache-Caimanero, las fuerzas de penetración del prisma salino son más fuertes en luna nueva.

Las mareas son un factor que determina la presencia del camarón en un sistema lagunar ya que como indica Penn (1975), la entrada de peneidos hacia los esteros es a través de corrientes de marea, con un movimiento neto de agua hacia el interior y un elevado flujo de marea en la superficie durante la noche. Edwards (1978) señala que en la región Huizache-Cai

manero, los vientos predominantes son en dirección NNW, y son los responsables de crear éstas corrientes. Las postlarvas exhiben movimientos verticales diurnos, ascendiendo en la columna de agua en la noche y retornando a profundidad media durante el día.

Calderón Pérez (1977), encontró que a mayor altura de marea, mayor densidad de postlarvas y que la variación de dicha altura influye en los movimientos migratorios de éstas, a medida que la curva anual de marea asciende, la densidad de postlarvas aumenta más o menos uniformemente. Durante su estudio, el autor registró una altura de marea máxima de 1.68 m en la fase de luna nueva en el mes de agosto (1974) y un mínimo de 1.13 m con la misma fase lunar durante el mes de marzo (1975). El valor de pleamar registrado por el autor es igual al máximo que se presenta en Mazatlán según las Tablas de Predicción de Mareas del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México en los años 1982 a 1984. En el año de 1985 alcanzó únicamente 1.58 m, mientras que el valor máximo de bajamar registró -0.49 m con respecto al nivel de bajamar media inferior (-0.62 m).

Mendoza Von Borstel (1972) relacionó el nivel de agua del complejo Huizache-Caimanero con el nivel medio de mareas altas a través del año en el Golfo de California, el cual varía de acuerdo a un ciclo anual de 60 cm de amplitud a lo largo de la costa de Sinaloa, siendo alta entre mayo y noviembre y bajas entre febrero y mayo. Como consecuencia de lo anterior, el agua comienza a fluir a la laguna en el mes de mayo antes del inicio de lluvias, el influjo marino es más fuerte a lo largo de julio a septiembre. A partir de diciembre, el nivel del mar baja causando un descenso en la laguna que presenta su nivel más bajo en abril.

El balance hidrológico es también afectado por la variación de las lluvias en los diferentes años, dando lugar a que el proceso de "vaciado" se adelante o retrase. La inmigración de postlarvas es por lo general baja en tiempos de fuertes lluvias.

Por su parte, Cabrera (1970) señala que el cambio de nivel medio del mar durante el año, determina el éxito de la inmigración; a medida que el nivel asciende, se origina un ascenso en el nivel de la laguna en que el flujo de marea predomina sobre el reflujó (marzo a agosto), lo que facilita la colonización de las lagunas por parte de las postlarvas. Asimismo, cuando se inicia la etapa regresiva, la diferencia de niveles hace que la laguna se vacíe, creando una corriente en sentido contrario que dificulta el avance de las postlarvas y ocasionando que éstas se acumulen en regiones alejadas de la laguna.

El mismo Cabrera (1981), indica que la zona de principal concentración, parece estar más frecuentemente en el tercio medio de la pleamar, estimando una disponibilidad de postlarvas de P. vannamei de $2\ 298 \times 10^6$ individuos en una capa superficial de $1\ m^3$ durante un ciclo anual.

A partir de abril es cuando el camarón migra hacia la laguna, y es en ésta temporada cuando los tapos (artes de pesca fijas, Fig. 5) permanecen abiertos. El movimiento de inmigración dura de abril a mediados de agosto aproximadamente, después de este período, los tapos se cierran para evitar la salida de camarón e iniciar la temporada de pesca.

Calderón Pérez (1977) observó que cuando el tapo "Agua Dulce" se encuentra abierto, grandes cantidades de camarón se ubican después del tapo y cuando este se cierra aproximadamen

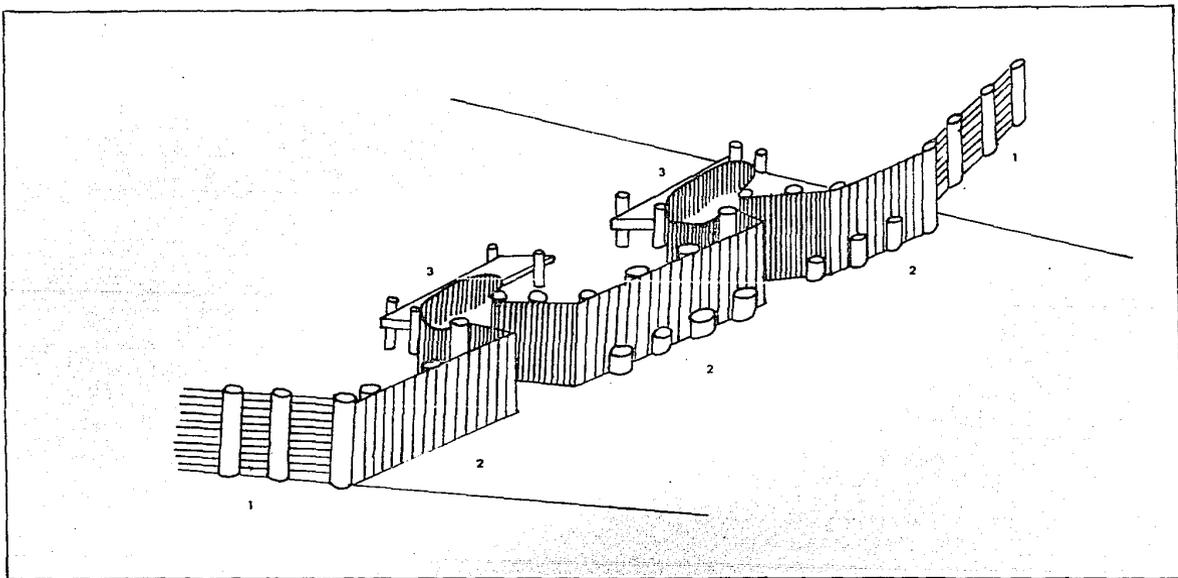


Figura 5. Esquema de un Tapo. 1. Las alas del tapo corren por la orilla del canal. 2. El cuerpo del tapo se coloca a lo ancho del canal o estero. 3. Colectores.

te 4 meses después, se localizan justo antes de él, es decir del lado de Caimanero; dicha observación la relaciona con la inversión de la curva del nivel medio del mar que coincide - con el cierre de dicho tapo.

Menz (1976) sugiere que los tapos pueden influir negativamente en la inmigración. Debido a que su limpieza puede llevarse a cabo únicamente en el cierre de la temporada de pesca, acumulan basura y despojos vegetales que contribuyen a aumentar el desnivel entre uno y otro lado del estero ("Agua Dulce o Caimanero"), creando un obstáculo más para la entrada de postlarvas.

Uno de los factores ambientales que presenta amplias - fluctuaciones dentro de un sistema costero es la salinidad. Edwards (1976) señala que ésta variable depende de la época del año y del aporte de agua que reciba el sistema ya sea por escurrimiento, precipitación directa o a través de los esteros. En la laguna Huizache-Caimanero se presenta un gradiente de salinidad con niveles de 2 ‰ en Huizache, 4 ‰ en Pozo de la Hacienda y de 8 a 11 ‰ en Caimanero durante la época de - lluvias.

Al reducirse las precipitaciones entre los meses de septiembre y marzo, la salinidad asciende a 35 ‰ en los canales y hasta 60 ‰ en el centro de las lagunas, dándose el caso bajo condiciones extremas, que en la laguna de Huizache se dé una total desecación. Soto (1969) calculó que el 78 % del volumen de la laguna se pierde en la evaporación, con una tasa de 10 mm/día en aguas someras.

En relación con lo anterior, Macías y Calderón (1979) observaron que el tamaño de las postlarvas durante la inmigración varía a lo largo del año y está asociada a los valores

de salinidad y temperatura regionales; los autores señalan que cuando la salinidad es mayor, la longitud promedio de los organismos aumenta, o por el contrario, si la temperatura es elevada, la longitud disminuye, tal como lo muestran sus registros en el mes de marzo, en los que una longitud promedio mayor de 10.51 mm fue observada a una salinidad de 33 ‰ con una temperatura de 16°C, mientras que en junio la longitud promedio fue de 7.45 mm al iniciarse la época de lluvias, llegando a un mínimo de 5.34 mm en septiembre, con una salinidad de 2 ‰ y una temperatura de 26.2°C. Macías y Calderón (1979) consideran que la salinidad asociada a la temperatura, operan como mecanismo selectivo en cuanto a la composición de especies.

En relación con esto último, Calderón (1977) señala que la presencia de postlarvas, principalmente de Penaeus californiensis y en menor grado de P. brevis está asociada con las elevadas salinidades del período de secas, mientras que las especies P. vannamei y P. stylirostris con las bajas salinidades de lluvias. De acuerdo con lo anterior, Macías (1979) reporta que P. californiensis soporta una gran variación de salinidad pero que las apropiadas para su mejor crecimiento son mayores a las 20 ‰. P. vannamei también presenta amplia tolerancia, pero las óptimas para su desarrollo están por debajo de las 20 ‰.

Por su parte, Edwards (1978) señala que la densidad de postlarvas guarda estrecha relación con los cambios de salinidad, ya que registró una drástica disminución en la densidad de los camarones al presentarse una fuerte precipitación que ocasionó un súbito descenso en la concentración salina.

4.3. Reclutamiento.

Según Fitcher y Hart (1982), cuando un organismo juvenil ha crecido lo suficiente como para permanecer con los adultos, se dice que ha sido reclutado. Este proceso es muy importante para mantener la continuidad de las pesquerías, ya que es resultado de los eventos incluidos en el ciclo de vida como son el desove, eclosión del huevo, desarrollo larval, metamorfosis, crecimiento, desarrollo en zonas de crianza y finalmente la emigración de los adultos a las zonas de reproducción.

Una vez en la laguna, las postlarvas se distribuyen y viajan rápidamente a través de los esteros. El tiempo entre la inmigración y el reclutamiento varía con los años y de acuerdo con las fluctuaciones de temperatura (Wenz, 1976).

Cabrera (1970), señala que el reclutamiento de postlarvas de camarón, muestra un patrón común en toda el área desde "Chametla", que es la desembocadura del río Baluarte, hasta la "Boca Barrón" donde desemboca el río Presidio (Fig. 1), presentándose variaciones regionales que dependen de las condiciones ambientales que se den mes con mes, además de la influencia que ejerce el cierre o apertura de las bocas artificiales que se localizan en las zonas mencionadas. Dentro de la variación mensual, puede inclusive registrarse una ausencia total de postlarvas, o por el contrario, ser muy abundantes como lo observó Gómez Aguirre (1981) en las muestras planctónicas de la laguna Caimanero bajo un ambiente mesohalino (5 a 15 ‰). Cabrera et al (1982), observó un período de ausencia de postlarvas de Penaeus vannamei de marzo a junio que coincide con otro período reportado por Cabrera et al (inédito) en que no se presentaron organismos de ésta especie

de abril a mayo. El autor señala ésta época como final de un ciclo reproductivo y principios de otro, así como el tiempo menos adecuado para la captura de ésta especie.

Tanto Menz (1976), Edwards (1978), así como Menz y Browsers (1979), coinciden al afirmar que el reclutamiento varía de un año a otro. Según Edwards (1978), una marcada diferencia en dicho patrón puede reflejar un retraso en el desove, quizá debido a una pesca excesiva en la temporada del año anterior o a condiciones hidrológicas adversas en aguas costeras con corrientes desfavorables, lo cual acarrea una reducción en el número de postlarvas que alcanzan la costa.

Por su parte, Menz (1976) señala un reclutamiento constante de marzo a mayo para P. vannamei, presentándose el máximo entre mediados de septiembre a principios de octubre. Esto último fue observado por Menz y Browsers (1979), quienes registraron un fuerte reclutamiento en septiembre, con camarones de 8 mm de longitud del caparazón.

Según Macías (1973) hay un continuo reclutamiento de postlarvas de P. vannamei en la laguna, tanto en la estación de secas como en la de lluvias, mostrando además un comportamiento similar al movimiento de inmigración conforme las fases del ciclo lunar. Edwards (1978) observó que en la época de lluvias, P. vannamei constituyó el 90 % de la población de camarones, para después disminuir al inicio de la estación de secas para posteriormente volver a incrementarse. Lo anterior refleja una vez más la estrecha relación que guarda la salinidad con las distintas etapas del desarrollo de los peneidos, en este caso con el reclutamiento, ya que dependiendo de aquella, la composición y abundancia de las diferentes especies se verá afectada. Edwards considera que P. californiensis in-

crementa su entrada a la laguna cuando la salinidad asciende a más de 20 ‰.

Existe cierta heterogeneidad entre los autores en lo que se refiere al período de reclutamiento, lo cual puede deberse a ciertos factores como el alimento, si en un año el recurso alimenticio se presenta en mayor disponibilidad, el crecimiento puede acelerarse y por lo tanto el reclutamiento se adelanta, o bien, pueden presentarse condiciones adversas que lo retrasen. Las condiciones hidrológicas también afectan este patrón, ya que como se vió anteriormente, la temperatura y salinidad guardan estrecha relación con la densidad y composición de especies.

Por otro lado, Cabrera (1981) afirma que la densidad de postlarvas durante el reclutamiento varía de acuerdo a un ciclo anual con máximo en otoño y mínimo en primavera, señalando que el mejor período para la captura masiva de Penaeus vannamei va de septiembre a diciembre. Lo anterior puede ser una de las razones de que el cierre de los tapos se efectúe a mediados o finales de agosto y se inicie la temporada de pesca.

Macías (1973) registró la composición de especies de postlarvas mediante el crecimiento bajo condiciones experimentales en acuarios, encontrando que la captura en la época de secas fue de 83.1 ‰ para P. californiensis, 12.1 ‰ de P. vannamei, 1.0 ‰ de P. brevisrostris y 2.6 ‰ para P. stylirostris. En el segundo período que incluye la época de lluvias, el porcentaje de P. vannamei fue de 63.6 ‰, P. californiensis disminuyó a 35.4 ‰, P. brevisrostris y P. stylirostris representaron únicamente el 0.3 y 0.4 ‰ respectivamente. Al parecer la estación de lluvias es la más propicia para encontrar máximos

en la población de P. vannamei, especie considerada como la más importante ya que es la que fundamentalmente soporta la temporada de pesca en la región.

4.4. Distribución.

Al parecer los camarones peneidos presentan un patrón de comportamiento que depende de la hora del día, esto es, su concentración y localización en la columna de agua no es la misma al amanecer que al anochecer, presentándose variaciones año con año y regionalmente.

Edwards (1977) encontró concentraciones considerables de P. vannamei en áreas de manglar y canales, lo que según él - ocurre en respuesta a la baja intensidad de luz. El mismo autor (1978), señala que el número de postlarvas es más elevado al amanecer y en el ocaso, dependiendo de la especie y que en general, se localizan más cerca del fondo que en la superficie.

Menz (1976) encontró que bajo períodos climáticos extremos, como aquél que registró en 1974 en que la laguna estaba muy seca, en el canal "El Tanque" (Fig. 1), grandes cantidades de P. vannamei se concentraron aproximadamente a las 1800 hrs. coincidiendo esto con un bajo nivel de agua. P. stylirostris incrementó su densidad rápidamente después de las 1715 hrs (casi al amanecer). Según el mismo autor, el ciclo de mareas y las condiciones climáticas prevaletientes en un determinado momento, influyen fuertemente en la abundancia de los camarones, facilitando su dispersión tanto en los canales como en la laguna durante pleamar, retornando al canal en bajamar.

El cambio mensual en el nivel del mar y la topografía - del área son dos factores que afectan la presencia del camarón en el sistema lagunar. Menz y Browsers (1979) señalan que al relacionarse dichos factores con la corriente de marea, el transporte de los organismos también es afectado.

Por su parte Poli (1983), encontró que las especies P. vannamei y P. californiensis fueron más abundantes durante la noche en el 86 y 71 % de los casos respectivamente, mientras que P. stylirostris y P. brevirostris también presentaron concentraciones elevadas durante este lapso en el 50 % de los casos. Señala la posibilidad de que las diferencias encontradas se deban a la acción del viento cuya dirección al momento del estudio fue predominante hacia tierra, lo cual podría ocasionar un aumento gradual en la concentración de postlarvas durante la noche en la zona litoral.

4.5. Crecimiento.

Con tan compleja variación ambiental, es de esperarse que existan diferencias tanto temporales como regionales en la tasa de crecimiento del camarón, dependiendo también de la especie que se trate.

Edwards (1977) en sus experimentos de marcado-liberación-recaptura, obtuvo un promedio en las tasas de crecimiento de 0.86 a 0.87 mm/día en Penaeus vannamei, sin embargo el mismo autor (1978) registró posteriormente un promedio en el crecimiento de 1 a 1.4 mm/día en la época de lluvias y de 0.7 mm en la temporada de secas. Lo anterior conduce a considerar - que ciertos parámetros ambientales como la temperatura, sali-

nidad, condiciones climáticas, fuente alimenticia y consecuen-
temente aquellas biológicas que derivan de éstas, influyen
fuertemente en el desarrollo del camarón, causando por lo mis-
mo importantes variaciones anuales.

Por su parte, Menz (1976) propone al reclutamiento como
otro de los mecanismos que afectan la tasa de crecimiento -
del camarón. El autor señala que un reclutamiento elevado, li-
mita el desarrollo de los organismos debido a la gran densi-
dad de individuos en el sistema como lo observó en 1974, en
que el desarrollo de P. vannamei y P. stylirostris fue bajo -
por la causa anterior. Por el contrario, tasas de crecimiento
elevadas las observó cuando la cantidad de organismos fue me-
nor como en 1975, y la competencia por el alimento no fue tan
drástica.

Es evidente la estrecha relación que guarda la densidad
de los camarones con el crecimiento, y esto lo demuestra los
resultados de Edwards (1977), en que registra una disminución
en la tasa de crecimiento de 0.62 mm/día a 0.38 mm diarios en
encierros de 2.5 individuos por m² después de 8 días. Según
el autor, lo anterior puede significar una adaptación al con-
finamiento, o bien ser causado por una limitación en el sumi-
nistro de alimento conforme se desarrolla el camarón. Asimis-
mo estima a través de sus experimentos con P. vannamei, que
se trata de una especie muy activa, particularmente en la no-
che y que el encierro puede restringir su comportamiento mi-
gratorio natural, por lo que densidades arriba de 2.5 indivi-
duos por m² no permiten que el camarón se desarrolle normal-
mente. Por el contrario, Menz y Blake (1980) sugieren que
por lo menos en el caso de P. vannamei, una densidad de 10 -
individuos por m² no parece afectar el desarrollo de los cama

rones en encierros.

Las variaciones anteriores pueden verse justificadas con las propuestas de Menz y Browsers (1979) sobre las características del crecimiento de Penaeus vannamei y P. stylirostris en la laguna Caimanero:

1. El crecimiento es más rápido en julio, agosto y septiembre en que el nivel de la laguna es más elevado.
2. El crecimiento después de alcanzar los 29 mm de longitud es más lento.
3. El crecimiento en invierno y primavera es más lento que en verano.
4. El camarón reclutado a inicios del verano, crece más rápido que el de otras temporadas.

Además de esto, Menz (1976) señala que en general, el crecimiento del camarón es menor en la laguna de Huizache que en Caimanero; dadas las características geomorfológicas y de captura del recurso en la laguna de Huizache, son pocos los estudios que se han realizado sobre ella hasta la fecha, sin embargo es posible suponer que la interacción de los factores biótico-abióticos en uno y otro cuerpo de agua sean diferentes.

4.6. Productividad Primaria.

La introducción de nutrientes así como su comportamiento dentro del sistema, pueden incrementar la productividad primaria en una laguna, lo cual se traduce en un aumento en el suministro de alimento para organismos como el camarón.

Edwards (1976) señala el aporte de Ruppia marítima al -

sistema Huizache-Caimanero como el más importante en cuanto a detritos. Asimismo sugiere que entre las principales fuentes de producción primaria en ésta laguna se cuentan:

1. Producción por fitoplancton y diatomeas planctónicas y benticas.
2. Crecimiento de Ruppia durante la estación de lluvias.
3. Inundación estacional de vegetación halófila en la ribera de la laguna y su subsecuente descomposición.
4. Desechos de plantas de la zona de manglar en los esteros y la laguna.
5. Producción por parte de las algas Cladophora y Enteromorpha en la temporada de secas.

Edwards (1976) estimó la producción por diatomeas planctónicas y benticas en el sistema Huizache-Caimanero, encontrando que tanto fotosíntesis como respiración son dependientes de la temperatura. Observó que los valores máximos para el sedimento se presentan en Caimanero con $156.3 \text{ mg O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de respiración, $306.9 \text{ mg O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de fotosíntesis bruta y $115.0 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de producción neta. La fotosíntesis y respiración del fitobentos en Huizache fueron más bajos que en Caimanero debido a la elevada turbidez del agua y a la extinción de la luz. En la columna de agua los valores más altos fueron registrados en la laguna de Huizache con $0.5 \text{ mg O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de respiración, $1.86 \text{ mg O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de fotosíntesis bruta y $0.7 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de producción neta.

El mismo autor sugiere que la fotosíntesis efectuada por diatomeas en la superficie del sedimento, puede ser insignificante, particularmente en las partes más profundas de la laguna y en los canales donde la cantidad de luz es mínima.

Por su parte, Arenas (1979) basándose en las estimacio-

nes que realizó sobre balance energético para todo el sistema, obtiene para la comunidad planctónica 19 935 ton C de producción neta, 35 526 ton C de producción bruta y 32 111 ton C de respiración.

Es importante notar que tanto Edwards como Arenas, coinciden en que la respiración excede a la respiración neta, por lo que es obvia la importancia del aporte de la comunidad terrestre adyacente para satisfacer las necesidades de la biota lagunar, cuya actividad fotosintética es insuficiente para mantener a la comunidad heterotrófica.

Por su parte, Gómez Aguirre et al (1974) afirman que en la laguna Huizache-Caimanero, la productividad del fitoplancton presenta amplia variación geográfica, diurna y estacional que refleja la composición de la comunidad. Sugieren además la existencia de dos períodos de importantes variaciones, que definen como florecimientos de primavera y otoño, resultado de la renovación y reciclamiento de nutrientes, así como del régimen climático principalmente de luz y temperatura, y secundariamente de salinidad y otros minerales. En los florecimientos primaverales, juegan un papel importante la acción de los vientos y el comportamiento de las crecientes mareas que producen fertilización del agua. La acción de los vientos es primordial para la circulación del agua y remoción de nutrientes que las fertilizan, dando lugar a los florecimientos de fitoplancton y en consecuencia, a la sucesión de zooplancton.

Arenas (1979) resalta la importancia del ritmo periódico de la circulación oceánica y la dinámica atmosférica, factores definitivos en los marcados contrastes de productividad para estas áreas someras, cuya condición hidrológica se ve beneficiada por las tormentas ciclónicas que las proveen de un

máximo embalse, así como de una liberación de nutrientes que incluso fertilizan amplias regiones del mar.

En los florecimientos otoñales, la participación de las lluvias y el drenaje de los ríos son definitivos en la fertilización. La secuencia en la sucesión del plancton determinada por Gómez Aguirre (1981) en el tapo Caimanero durante el período de marzo-agosto, así como algunas observaciones hidrológicas que implica su presencia en el sistema lagunar se exponen en la tabla 4.

Según Arenas (1979), la región donde la comunidad fitoplanctónica tiene la mayor tasa de productividad, se ubica en el centro de Caimanero en verano. Asimismo indica que las mayores demandas respiratorias se dan en las cercanías de los esteros que comunican al sistema lagunar con las zonas estuarias. Según el autor, la variación metabólica del plancton cambia temporal y espacialmente, dando épocas en que se presenta una producción neta efectiva y épocas en que la demanda de materia orgánica para procesos respiratorios excede notablemente a la producción. En el primer caso, el plancton provee cierta cantidad de materia orgánica a las otras comunidades, mientras que en el segundo, obtiene recursos adicionales a su propia producción, probablemente de detritos.

Por otro lado, el mismo Arenas (1979) señala que la actividad fotosintética atribuible a pastos marinos, clorofitas, etc., produce anualmente 12 612 ton de Carbono, de las cuales el 66 % se obtiene en los meses de septiembre y octubre, el 22 % de mayo a julio y el 12 % en los otros meses del año. Esta distribución en temporadas parece obedecer a un proceso de sucesión en productores, correspondiendo la primera a especies de los géneros Cladophora y Enteromorpha, cianofitas y

Tabla. 4. Situación del fitoplancton en La Laguna Grande-Caimanero en el período marzo-agosto.
(Según Gómez Acirre, 1971).

MES	FITOPLANCTON	ZOOPLANKTON
MARZO	Clorofíceas y diatomeas pennales acompañadas de pocas diatomeas centrales que determinan afinidad salina	Anfípodos, copépodos y cumáceos como comunidad principal.
ABRIL	Pennales clorofíceas y 2 pulsos de diatomeas centrales, que son reflejo de acción de marea.	Cumáceos y copépodos ocupan la mayor proporción.
MAYO	Diatomeas centrales y pennales.	Prevalcen copépodos, tintínidos, larvas de crustáceos y pterópodos.
JUNIO	Diatomeas centrales y pennales en un aparente equilibrio y regulada su densidad por efecto de marea.	Subsiste la composición anterior, siendo los tintínidos de procedencia lagunar, mientras que los copépodos provienen de estuarios.
AGOSTO	Diatomeas pennales y myxofíceas en proporciones equiparables con el ciclo de 24 hrs. en que se aprecia su origen.	Copépodos, larvas de crustáceos y anfípodos en muy baja proporción.

microfitobentos, y la segunda principalmente a Ruppia marítima que crece abundantemente en la época de lluvias (Ortega, 1970).

En su análisis global de los productores del ecosistema acuático, Arenas (1979) concluye que en la temporada de mayo-julio, la mayor parte del aporte proviene de las clorofitas, de agosto a septiembre por el fitoplancton y de septiembre a octubre por los pastos marinos.

Respecto a la producción de Ruppia marítima, Flores (1982) observó un máximo de fijación de Carbono en agosto, con un promedio de $1.58 \text{ mg C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ que coincide con el período de máxima iluminación, mientras que el mínimo de fijación lo registró en octubre. Por su parte, Edwards (1976) observó valores de producción en R. marítima de $0.60 \text{ mg C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de respiración, $1.35 \text{ mg C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de fotosíntesis bruta y $0.50 \text{ mg C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de fotosíntesis neta. Este autor afirma que la productividad en la laguna Huizache-Caimanero procedente de las diferentes fuentes de suministro, es suficiente para satisfacer los requerimientos energéticos de las comunidades establecidas en la región. El mismo Edwards (1978) señala que cuando la laguna se seca más tempranamente en años de bajas lluvias, el área total disponible para las poblaciones de camarón queda restringida, lo que implica de alguna manera un mecanismo de regulación en la densidad de la población ya sea por predación, competencia por el alimento o incluso por canibalismo.

4.7. Mortalidad.

Una vez que se cierran los tapos, cualquier pérdida en la población de peneidos se debe a la pesca o a mortalidad natural, presentándose variaciones estacionales y anuales de acuerdo con las condiciones prevalecientes. El canibalismo puede darse en áreas donde los organismos se congregan en cantidades muy elevadas, como son los canales y zonas de manglar. En éstas áreas, la mortalidad del camarón es aparentemente más elevada ya que a densidades por arriba de 5 individuos por m^2 , el canibalismo se presenta como consecuencia de que el alimento actúa como factor limitante. Edwards (1977 y 1978), ha calculado la tasa de mortalidad basada en el reclutamiento de postlarvas y la captura comercial, encontrando que el 90 % corresponde a mortalidad natural, mientras que el 10 % se atribuye a la pesca en la etapa lagunar que va de 6 a 12 semanas.

Por su parte Blake y Menz (1980), consideran que el camarón es altamente susceptible a los stress fisiológicos, como aquél en el que registraron un 100 % de mortalidad a los 6 días de que se presentó una fuerte precipitación que acarrió una significativa entrada de agua dulce, provocando un rápido cambio en la salinidad (34 a 13 ‰) y en la temperatura (25 a 10°C). Consideran además que la mortalidad atribuible a la actividad pesquera es del 12 % semanal, involucrando camarones dentro del rango de la talla comercial que es mayor de 23 mm de longitud del caparazón y 10 g de peso total.

Cabrera (1981), estima que sólo una pequeña fracción de las postlarvas que penetran al sistema Huizache-Caimanero logra sobrevivir hasta la temporada de pesca, calculando que

Únicamente el 10 % del total que entra toma parte en ésta actividad. Señala que Penaeus vannamei es la especie cuantitativamente más importante por lo menos en ésta laguna, ya que es responsable de una producción anual de 1 000 a 2 000 ton de camarón.

Considerando la predación como una de las principales causas de mortalidad del camarón, en el registro ictiológico realizado por Amezcua Linares (1977) están incluidas algunas especies consideradas como fuertes depredadores de los peneidos tales como Galeychthys caeruleus (bagre), Centropomus robalito (robalo), Elops affinis y Polynemus sp, cuya máxima abundancia se dá en las Garzas, seguida por Botaderos, Tapo Caima nero, canales y el interior de la laguna (Warburton, 1978), localidades que coinciden con las de mayor concentración del camarón.

El bagre, que es considerado como el predador más voraz, ocupa el segundo lugar en la laguna en cuanto a su biomasa y su tasa de crecimiento es muy alta en la temporada de lluvias. Estas características, junto con su considerable longitud (hasta 51 cm), su localización que es generalmente cerca de los tajos y en los esteros y la ventaja de reproducirse todo el año, hacen de este pez un predador muy peligroso que junto con Elops affinis, pez que alcanza los 25 cm de longitud (Blake y Blake, 1981) y el robalo que llega a la laguna para alimentarse y desarrollarse (Warburton, 1978), pueden incrementar la tasa de mortalidad de camarón de 17 a 31 %.

Una alternativa sugerida por Warburton (1979) que reduzca la mortalidad por predación es la explotación del bagre, ya que parece ser una especie apropiada para el cultivo. Los individuos jóvenes capturados dentro de la laguna y esteros, transferidos a estanques controlados y alimentados con restos

de peces, provee una fuente extra de proteína barata que reduce además la pérdida de camarón.

Por otro lado Menz y Blake (1980), afirman que la caza en época de veda, causa serios problemas en el rendimiento de la producción. Es evidente que la temporada de veda se dá con el fin de que la población de camarón se mantenga en un buen nivel para su óptimo aprovechamiento. El respetar ésta temporada, traerá como consecuencia una mejor producción en el año siguiente, ya que se está garantizando de alguna manera, tanto el posterior desove de los organismos en el mar, como su mejor desarrollo en la fase lagunar.

4.8. Emigración.

Como se mencionó al inicio del presente trabajo, el camarón es un organismo que desarrolla su ciclo vital tanto en lagunas y estuarios como en el mar. Una vez que concluye su estancia en la laguna, en la que se involucren todos los factores hasta el momento descritos, el camarón emigra hacia el mar para completar su desarrollo.

Según Menz y Browers (1979), la emigración se lleva a cabo entre mediados de abril y mediados de agosto. Menz (1976), sugiere que en la laguna Huizache-Caimanero, el movimiento de emigración es afectado por la fase lunar, proponiendo que en luna nueva y con marea alta, la salida de los camarones se vé favorecida, afirmando además que se realiza principalmente en la noche. Por su parte Hughes (1969 a.) propone los cambios en la salinidad como los principales responsables de que se inicie la emigración.

Las especies Penaeus vannamei y P. stylirostris realizan la emigración en el período que va de marzo a julio, incluyen^{do} camarones que entraron tarde a la laguna el año anterior o bien, al inicio del año en curso y han crecido lo suficiente para migrar; al llegar las lluvias el movimiento cesa. Un segundo período se inicia en septiembre y dura hasta enero, y es el que sporta la temporada de pesca (Menz, 1976).

Los camarones que retornan al mar, implican de alguna manera una pérdida en la producción camaronera, pero al mismo tiempo son estos individuos los que al desovar en el mar y reiniciar el ciclo, logran perpetuar la especie manteniéndola a la población en un nivel en el que se pueda seguir explotando el recurso y por lo tanto, sosteniéndola al estado de Sinaloa como el principal productor de camarón en la zona Noroccidental de México.

V. CONSIDERACIONES FINALES.

Las lagunas costeras en general, son sistemas de gran - productividad, ya que son áreas de refugio y criaderos naturales de gran variedad de especies de importancia comercial ya sean peces, crustáceos, moluscos, etc. Para el manejo adecuado de los recursos en éstas áreas, es necesario el desarrollo y entendimiento de estudios que eviten el uso irracional del recurso, o por el contrario, la subexplotación de una zona que pudiera ser altamente productiva.

En el caso particular de la laguna Huizache-Caimanero, reviste gran importancia desde el punto de vista pesquero, ya que el camarón es explotado intensamente. Los procesos biológicos que desarrolla el camarón en el sistema se ven favorecidos por la forma en que interactúan los factores biótico-abioticos.

A pesar de que mucho se habla sobre la explotación de - los peneidos en este cuerpo de agua, debe considerarse seriamente la elevada tasa de mortalidad de estos organismos, ya que si pudiera ser controlada de alguna manera, sin provocar desequilibrios ecológicos, el potencial productivo del recurso se incrementaría, lográndose mejores rendimientos. Si a esto se agrega la posibilidad de cultivar el camarón en la región, se tendrían mejores opciones de trabajo para la comunidad mejorando su economía.

Los estudios realizados por De la Lanza sobre contenido orgánico, y los resultados obtenidos por Arenas y Gómez Aguirre en cuanto a productividad y nutrientes, así como su incorporación al medio y reciclamiento en la laguna Huizache-Caimanero, vienen a comprobar que se trata de un sistema sumamente productivo que propicia el buen desarrollo tanto del camarón

como de otros organismos, que bien pueden justificar la diversificación de la actividad pesquera.

Son varios los factores que señalan los autores como posibles causas de variación en la distribución, abundancia y - crecimiento del camarón, sin embargo, haciendo una evaluación de los estudios realizados sobre este organismo, puede proponerse a la salinidad como el principal causante de dichas variaciones, ya que inclusive el mismo parámetro presenta oscilaciones dentro de un amplio rango de valores. Otro factor considerado como importante fuente de variación en la presencia de este organismo en la laguna es la marea, relacionada directamente con el ciclo lunar. El reclutamiento, que a su vez depende de las condiciones hidrológicas de la laguna, influye también en la disponibilidad del recurso.

La laguna cuenta con varios estudios que en su mayoría, están relacionados con el camarón y muy poco orientados hacia otros recursos que podrían ser explotados, tal es el caso de la almeja Rangia mendica, que ya es explotada a nivel intenso en el Golfo de México, particularmente en la Laguna de Mandinga, Ver.; las lisas Mugil curema y M. cephalus, ambas especies comestibles y el bagre Galaxiethys caeruleascens del que ya se tienen antecedentes sobre su cultivo. Existe además la alternativa señalada por De la Lanza (1986) sobre la explotación de vegetación halófila en cultivos agrícolas.

Es evidente que el estudio de estos ambientes permite conocer mejor su funcionamiento y por lo tanto, nos conduce a su mejor manejo y aprovechamiento, evitando el riesgo de desequilibrios que provoquen un decremento en la producción, afectando directamente a la comunidad que de él se sustenta.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Arenas F. V. 1970. Informe Final de las Investigaciones Correspondientes a Hidrología y Productividad en los Planes Piloto de Escuinapa y Yavaros. Inst. Biol. UNAM y SRH. 191-233
- Arenas F. V. 1979. Balance Anual del Carbono Orgánico, Nitrógeno y Fosforo en el Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Tesis Doctoral (Biología), Fac. de Ciencias, UNAM, México. 120 p.
- Arenas F. V. y G. De la Lanza E. 1981. The effect of Dried and Cracked Sediment on the Availability of phosphorus in a Coastal Lagoon. Estuaries Vol. 4, No. 3.; 206-212. September 1981.
- Ayala C. A., M. Gutierrez y V. M. Malpica. 1970. Informe Final de los Estudios de Geología Marina en las Regiones de Yavaros, Son., Huizache-Caimanero y Agiabampo, Sin. Durante la Primera Etapa. Inst. Biol. UNAM y SRH.: 3-190.
- Alvarez C. J., M. A. Aquino G., F. Alonzo R., J. G. Millán G. y F. Torres F. 1984. Composición y Abundancia de las Larvas de Peces en el Sistema Lagunar Huizache-Caimanero. Parte I Agua Dulce 1978. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 11(1): 163-180. (1984).
- Bassanesi Poli A. T. y J. Cabrera. 1983. Postlarvas del Camarón Blanco. Nota sobre un período de Ausencia de Postlarvas de Camarón Blanco, Penaeus vannamei (Boone) en la Zona Litoral del Sur de Sinaloa, México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. de México. 53 (1982), Ser. Zool (1): 433, 28-XII-1983.
- Blake C. y B. F. Blake. 1981. Age Determination in Six Species of Fish from a Mexican Pacific Coastal Lagoon. J. Fish Biol. (1981) 18, 471-478.
- Blake B. F. y A. Menz. 1980. Mortality Estimates for Penaeus vannamei, Boone, in a Mexican Coastal Lagoon. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 48. 15-24.

- Boschi E. E. 1971. Biología del Camarón. en: (Anónimo). Conferencias Presentadas en el Centro Regional Latinoamericano de Capacitación en Métodos de Investigación de la Biología Pesquera del Camarón y Evaluaciones de sus Recursos. 1970. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. FAO. TA 3 005: 61-72.
- Cabrera J. 1970. Informe sobre los Programas de Biología del Camarón en los Planes Piloto Escuinapa y Yavaros. Inst. Biol. UNAM y SRH.
- Cabrera J. 1970. Incidence of Postlarval Shrimp and the Possibility of Shrimp Culture in Ponds in Some Areas of the Mexican Coast of the Pacific Ocean. 23rd Annual Meeting, Gulf and Caribbean Fisheries Institute. November 8-12, 1970. Curacao, Netherlands Antilles. Shrimp Biology and Culture in México. 7 p.
- Cabrera J., M. Mendoza R., G. J. Valencia R. y R. M. Castillo D. Massive Availability of Postlarval Shrimp (Penaeus vannamei) for Aquaculture, at Baluarte River, México. World Conference on Aquaculture and International Aquaculture trade Show European Mari-culture Society; Venice, Italy, 21-25 September 1981. 23 p.
- Cabrera J., G. Valencia R., y M. Mendoza R. 1984. Mapping the Distribution of Postlarval Shrimp to Rationalize its Mass Capture in a River Mouth. Abstracts of the First International Conference of the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. December 4-7, 1984 Iloilo City Philippines. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center. Tigbauan, Iloilo Philippines.
- Calderón Pérez J. 1977. Efecto de Algunos Factores Físicos sobre la Inmigración de Postlarvas de Penaeus en el Estero Agua Dulce del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa. Univ. Nal. Autónoma de México. Tesis. Fac. de Ciencias.
- Curray J. R. y D. G. Moone. 1963. Sedimentos e Historia de la Costa de Nayarit, México. Bol. Soc. Geol. Mexicana, t. XXVI. n. 2, : 107-116.
- Curray F. J. E. y P. J. Cramton. 1969. Holocene History of a -

- Strand Plain, Lagoonal Coast, Nayarit, México. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO. Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 63-100.
- De la Lanza G. 1980. Materia orgánica en una Laguna de la Costa de Sinaloa, México. (1): Cuantificación Total. Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo, 29 (2),: 217-222, 1980.
 - De la Lanza G. 1981. Importancia de la Materia Orgánica en los Sedimentos de la Laguna Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Tesis Doctoral (Ciencias del Mar). CCF y P del CCH. 93 p.
 - De la Lanza G. 1986. Ensayo Experimental de Consumo de Detritos de Halófitas por los Camarones Peneidos Penaeus vannamei y Penaeus stylirostris. An. Inst. Biol. Ser. Zool. Univ. Nal. Autón. de Méx. En prensa.
 - De la Lanza G., V. Arenas F. y M. A. Rodríguez M. 1986. La Fijación de Nitrógeno Asociada a la Descomposición de Halófitas en una Laguna Litoral al Noroeste de México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM.
 - De la Lanza G. y V. Arenas F. 1986. Consideraciones Comparativas sobre la Disponibilidad de Nutrientes a partir de Materia Orgánica en un Sistema Lagunar. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de Méx. En prensa.
 - Edwards R. R. C. 1977. Field Experiments on Growth and Mortality of Penaeus vannamei in a Mexican Coastal Lagoon Complex. Estuarine and Coastal Marine Science (1977) 5,: 107-121.
 - Edwards R. R. C. Ecology of a Coastal Lagoon Complex in México. Estuarine and Coastal Marine Science (1978) 6,: 75-92.
 - Edwards R. R. C. 1978. The Fishery and Fisheries Biology of Penaeid Shrimp on the Pacific Coast of México. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1978, 13,: 145-180.
 - Flores Sánchez C. 1982. Estimaciones de la Tasa de Productividad Primaria en Ruppia maritima en el Complejo Lagunar Huizache-Cai-

- Manero, Sinaloa. Tesis (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM.
- García Cubas A. jr. 1970. Informe sobre el Avance de Trabajo en el Programa de Estudios de los Moluscos en los Planes Piloto Yavaros-Escuinapa. Inst. Biol. UNAM y SRH.: 347-371.
 - Gómez Aguirre S. 1974. Ciclo anual del Plancton en el Sistema Huizache-Caimanero, México. (1969-1970). An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 1 (1): 83-98 (1974).
 - Gómez Aguirre S. 1981. Comunidades Planctónicas Representativas de Estuarios y Lagunas Costeras del Noroeste de México (105-110° W y 22-27°N), en los años de 1968 a 1973. Tesis Doctoral (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM.
 - López Guerresro L. 1969. Relación entre el Camarón y la Flota. Tec. Pesq. 2 (18): 15-18.
 - Macías Regalado E. 1979. Talla de Inmigración de Postlarvas de Camarón al Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. (Crustácea, Decápoda, Penaeus). An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 6 (2): 99-106 (1979).
 - Menz A. 1976. Bionomics of Penaeid Shrimps in a Lagoon Complex on the Mexican Pacific Coast. Thesis Doctor (Philosophy). Dept. of Marine Biology, University of Liverpool. 145 p.
 - Menz A. and E. F. Blake. 1980. Experiments on the Growth of Penaeus vannamei Boone. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1980. Vol. 48.: 99-111.
 - Menz A. y A. B. Bowers. 1980. Bionomics of Penaeus vannamei Boone and Penaeus stylirostris Stimpson in a Lagoon on the Pacific Coast. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1980. Vol. 48.
 - Oliva Martínez G. 1978. Estudio Parcial de la Vegetación Sumergida de la Laguna Caimanero y Marisma de Huizache, Sin. Tesis (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM.
 - Ortega G. M. M. 1970. Informe de Avance del Estudio de la Vegetación Sumergida en los Planes Piloto Yavaros y Escuinapa. Inst. Biol. UNAM y SRH. 287-346.

- Pitcher T. J. and P. J. B. Hart. 1982. Fisheries Ecology. Avi Publishing Company. Westport, Connecticut.
- Poli C. R. 1983. Patrón de inmigración de Postlarvas de Panaeus spp. (Crustácea: Decápoda, Penaeidae), en la Boca del Río Baluarte, Sinaloa, México. Tesis Doctoral. CCF y P del CCH. 182 p.
- Raz-Guzmán Macbeth M. L. A. y M. R. Sosa L. 1982. Evaluación de la Degradación de Vegetación Halófila y su Importancia en el Sistema Lagunar Huizache-Daimanero, Sinaloa, México. Tesis (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM.
- Rodríguez Medina M. A. 1978. Bacteriología del Ambiente Lagunar Huizache-Daimanero, Sinaloa, México. Tesis (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM.
- Warburton K. 1978. Age and Growth Determination in a Marine Catfish Using an Otolith check Technique. J. Fish Biol. 429-434.
- Warburton K. 1978. Community Structure, Abundance and Diversity of Fish in a Mexican Coastal Lagoon System. Estuarine and Coastal Marine Science (1978) 7, : 497-519.
- Warburton K. 1979. Growth and Production of Some Important Species of Fish in a Mexican Coastal Lagoon System.