

03065

1

14



Universidad Nacional Autónoma de México

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA PRODUCTIVIDAD
PRIMARIA Y LA DINAMICA DE LOS NUTRIENTES EN
EL ESTERO EL VERDE, MAZATLAN, SIN. MEXICO

T E S I S

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

P r e s e n t a :

JOSE GUILLERMO GALINDO REYES

00366
1981

Mazatlán, Sin.

1981

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 :

AGRADECIMIENTO.

RESUMEN.

INTRODUCCION.

AREA DE ESTUDIO.

METODOS.

RESULTADOS.

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

RECOMENDACIONES.

TABLAS Y FIGURAS.

LITERATURA CITADA.

RESUMEN

Durante un ciclo anual se registraron la temperatura, salinidad, clorofila *a*, nitratos, nitritos, fosfatos, fosfatos totales y carbono orgánico en sedimentos del estero El Verde u bicado en la desembocadura del río Quelite 40 Km. al norte de Mazatlán, Sin.

El estero El Verde tiene un área de 0.47 Km^2 y se comporta co mo una laguna costera durante la época de secas con poca circulación y sin comunicación con el mar. Durante la época de lluvias el río crece considerablemente y abre la boca rompiendo la barra de arena, se establece una circulación y un recam bio de agua producido por la descarga del río y las corrientes de marea por lo que durante esta época este ecosistema tiene un comportamiento mas estuarino.

El sistema esta constituido por una rama al norte del río y - una al sur. La rama norte es mucho mas influenciada por el - río y las mareas cuando la boca esta abierta, presentando mayores corrientes, un sustrato mas arenoso y menor productividad por lo que esta rama presenta un ambiente mas estuarino que la norte la cual se comporta mas como laguna costera, sien do estas características marcadas durante la época de sequía.

La salinidad decrece desde 33 ppm hasta casi cero durante la época de lluvias, tambien los nitratos alcanzan su máximo valor en esta época, lo que indica que la principal fuente de - este nutriente es el río y los escurrimientos mientras que pa ra los fosfatos los valores se mantienen con poca variación y no hay ningún incremento de estos durante la época de lluvias, lo que sugiere que los sedimentos son la fuente principal de fosfatos mediante la remineralización de la materia orgánica

y los fenomenos de absorción y disolución.

Un análisis de regresión lineal entre nitratos y clorofila a muestra una correlación inversa, mientras que entre fosfatos y clorofila a no presenta ninguna correlación lo cual indica que son los nitratos aportados por el rio el nutriente - mas limitante de la productividad primaria fitoplanctónica .

INTRODUCCION.

La costa del estado de Sinaloa con una longitud aproximada de 615 Km. (S.O.P.) presenta una fisiografía tal que el 50 % son sistemas que caen dentro de la categoría de lagunas costeras y/o estuarios según la definición de Pritchard (1967) y Lankford (1977).

Estos ecosistemas revisten una importancia considerable ya que se les puede considerar como zona de protección y crianza para especies de importancia comercial tales como : lisa (Mugil sp), robalo (Centropomus sp.), camarón (Penaeus vannamei) (P. stylirostris), (P. californiensis), ostión (Crassostrea corteziensis), pata de mula (Anadara sp), callo de hacha (Pinna sp), etc. lo cual genera una importante fuente de trabajo y alimentación para la población Sinaloense y un muy significativo renglón económico para el estado. (Sinaloa en Cifras 1978). Sin embargo, se ha venido observando en los últimos años un decremento en la productividad de algunas de estas especies . Tabla 1 y 2 , y un incremento en el grado de contaminación, lo cual tiende a indicar una sobre explotación de las especies comerciales (CIFSA 1976), Castro (en prensa) Rendon (en prensa) y por el desarrollo agrícola urbano, Industrial y de instalaciones portuarias, respectivamente siendo en algunos casos crítico como la situación del Estero de Urías en Mazatlán, en donde las descargas de drenajes urbanos, las plantas termoeléctricas que emplean, las aguas estuarinas para el enfriamiento de los generadores de energía y los desperdicios de las flotas pesqueras y plantas procesadoras de mariscos, han producido un impacto muy considerable en la ecología de este sistema. Maldonado et.al. (1981).

Por otro lado la construcción de presas y el desmonte de zonas con mucha pendiente para el desarrollo agrícola y los distritos de riego (Sinaloa en Cifras 1978 op. cit.) ha incrementado el proceso de asolvamiento y ha alterado el balance hidrológico de estos sistemas reduciéndose y modificando el volúmen de agua dulce vaciada a los ecosistemas costeros.

Lo anterior con lleva a la necesidad de estudiar desde sus características básicas, hasta los fenómenos específicos los ecosistemas costeros a fin de poder presentar alternativas para un mejor manejo y explotación de estos sistemas y sus recursos. De los ecosistemas costeros, los estuarios se pueden definir como cuerpos de agua protegidos por una barra con franca comunicación al mar y salinidades cuyo rango va desde agua dulce hasta netamente marina, con una circulación franca generada por las mareas y la avenida del río. Por otro lado una laguna costera es un cuerpo de agua con menor comunicación al mar y reducido aporte de agua dulce por lo que estos sistemas presentan condiciones mesohalinas e hiperhalinas dependiendo del regimen de presipitación pluvial y la estación del año. Otros autores dan definiciones mas elaboradas o rigurosas (Pritchard op. cit., Mc.Lusky 1971) , pero para los fines de este trabajo estos conceptos seran suficientes.

Desde un punto de vista químico se puede considerar a un estuario como un sistema recibiendo diferentes sustancias químicas disueltas y particuladas, originados por los intemperismos y el arrastre de material biogénico, todos ellos acarreados por los escurrimientos y rios, depositándose en el sistema . Las corrientes de marea introducen al sistema un determinado volúmen de agua oceánica con una composición mas o menos constante de elementos mayores estableciéndose un

proceso de mezcla modificandificandose las características de las masas de agua en el sistema. Finalmente las actividades agrícolas, industriales y urbanas del hombre, aportan sustancias cuya cantidad y tipo difieren de los procesos naturales.

Una laguna costera o un estuario es en sí un recipiente donde una serie de reacciones y procesos se llevan a cabo ; algunos de los compuestos formados precipitan y se depositan en los sedimentos otros fluyen a través del estero sin sufrir ningún cambio y finalmente otros son utilizados por organismos vivos y entran a ciclos biogeoquímicos, algunos de los cuales son bien conocidos.

El suministro de nutrientes a los estuarios depende básicamente del volumen de agua descargada por los ríos y escurrimientos al sistema ya que estos transportan los productos de los intemperismos físicos, químicos y biológicos así como los residuos de las actividades agrícolas, urbanas, industriales , etc. consecuentemente la productividad primaria se condiciona por estos aportes.

Aun cuando la productividad primaria está afectada por otros factores tales como la temperatura, la intensidad luminosa .. etc. hay una unanimidad considerable entre los investigadores que los nutrientes son el factor más importante en la limitación de la productividad primaria; Para el caso concreto de las lagunas costeras y estuarios, el nitrógeno inorgánico es el nutriente limitante ya que el fósforo se presenta en concentraciones satisfactorias para la demanda fitoplanctónica (Putnaam 1976, Thayer 1969).

La relación 15 moles de N a 1 mole de P reportada en aguas oceánicas (Redfield et. al. 1963) no es necesariamente encontrada en estuarios y lagunas costeras. La relación encontrada en estos ecosistemas es mucho menor (Boynton 1970, Flemer et.al.1970). Como la demanda de nutrientes por el fitoplancton es del mismo orden que la relación N/P en aguas oceánicas, el consumo de nutrientes por el fitoplancton deja un excedente de P por lo cual este raramente sera limitante . Por otro lado la tasa de regeneración de nitrógeno es mucho mas lenta que la del fosforo Ryther (1971), -- Grill (1974) esto produce un excedente de fosforo aun en aguas con una relación inicial de 15 : 1.

Recientemente se ha demostrado que los sedimentos son un receptáculo de detritus orgánicos en los cuales importantes procesos de remineralización de nutrientes se llevan a cabo por actividad bacteriana y bentica, (Nixon, 1976 ; Allen - 1979 ; Cronin, 1975). Así algunos autores señalan que la mayor cantidad de materia orgánica transformada en sedimento está asociada con el flujo de nutrientes de los sedimentos a la agua suprayacente lo que resulta un aspecto muy importante en el balance de nutrientes entre el agua del estuario los sedimentos y las descargas riverinas. Nixon (1976) op. cit. También reporta el efecto de la temperatura sobre la regeneración bentica de fosfatos , sílice y amonio estan representados por las siguientes ecuaciones $\text{SiO}_4 = 1.015 e^{-0.11T}$ $\text{NH}_4 = 0.192 e^{-0.15T}$, $\text{PO}_4 = 0.029 e^{-0.13T}$ donde T es la temperatura y el flujo bentico de nutrientes esta en $\text{mg-at/m}^2\text{-día}$. Mientras que los flujos para nitratos y nitritos fueron muy pequeños y no presentaron una relación obvia con la temperatura.

El objetivo de este trabajo es el de conocer la relación entre algunos parámetros físico-químicos y la producción prima

ria a lo largo de un ciclo anual así como tener un conocimiento preliminar sobre la dinámica de los nutrientes en el sistema.

AREA DE ESTUDIO.

El estero El Verde es un estuario relativamente pequeño, de aproximadamente 0.47 Km^2 de superficie, situado al Norte de Mazatlán en la desembocadura del río Quelite y ubicado a los $23^{\circ}25'$ Latitud Norte y $106^{\circ}34'$ Longitud Oeste sobre el Tropicó de Cancer en la costa del Océano Pacífico. Fig. 1

El estero El Verde presenta 3 partes más o menos bien definidos : Una ramificación hacia el sur de 4 Km. de longitud aproximadamente cuyas características corresponden a las de una laguna costera , principalmente cuando la boca esta cerrada. Una segunda ramificación hacia el norte a 3 Km. de longitud aproximadamente con características de circulación estuarina por estar mayormente influenciada por el río y una zona central que es la continuación del río Quelite y donde se encuentra la boca actual del sistema . Fig. 1

El estero El Verde , ha tenido escaso desarrollo urbano y se puede considerar como un area de poca alteración ecológica. En las zonas aledañas al estero hay campos agrícolas que utilizan agua del río para riego, fertilizantes y pesticidas cuyos residuos seguramente llegan al estero. Existe una cooperativa pesquera ; " Sociedad de Producción Pesquera José - María Canizales " que tiene concesionado por parte de la federación de cooperativas la explotación comercial de camarón ostión y especies de escama. No se tiene un registro preciso de los volúmenes anuales de la producción de estas especies pero los datos correspondientes al período de este estudio se reportan en la Tabla 3.

Según Phleger (1969). El estero El Verde se puede clasificar como una laguna costera cuyo origen se debe a la formación de una barra producida por el transporte de arena por la corriente litoral. La barrera arenosa progradó hacia el mar con el ascenso del nivel del mar durante el Holoceno.

En su evolución geologica el sistema presenta dos bocas, la primera casi permanentemente cerrada (boca vieja) hacia la parte sur del estero donde la acción del oleaje , el transporte de arena por corrientes litorales y el viento, han depositado tal cantidad de sedimentos que los volúmenes de agua fluyendo entre el estero y el mar no son suficientes para mantener abierta esta boca, sin embargo en 1980 la avenida del río abrió la boca. La segunda boca se mantiene cerrada durante los meses de secas y solamente se abre cuando el volumen descargado por el río es suficiente para romper la barra.

Los sedimentos arenosos y más gruesos se encuentran cerca de la boca donde las velocidades de las corrientes son mayores durante el período de boca abierta, mientras que los sedimentos más finos y de tipo arcilloso se encuentran hacia los extremos norte y sur del estuario donde son menores las corrientes.

El clima de la región se clasifica como calido húmedo Koepen (1948), con temperaturas medias ambientales de 19°C en invierno y de 29.3°C en verano . Tabla 4

Los vientos dominantes soplan en dirección NE con velocidades de 5.5 a 8.5 Km/ H. durante todo el año excepto de Junio a Agosto cuando predominan en dirección SE (Secretaria

Recursos Hidraulicos). La presipitación pluvial es abundante durante los meses de Junio a Septiembre, escasa de Octubre a Febrero y nula de Marzo a Mayo. Fig. 2 .Durante la época de lluvias el volumen de agua descargada por el rio aumenta considerablemente dando como consecuencia la apertura de la boca de la laguna, una gran disminución en la salinidad de sus aguas y un fuerte aporte de sedimentos terrigenos , restos de vegetales y nutrientes al estero.

La vegetación litoral del estero esta representada por halofitas , manglares y pastos pantanosos principalmente cuya distribución esta en función del tipo de sustrato, el declive hacia los bordes y el area de inundación Chapman (1976) Tabla 5.

La vegetación acuatica esta constituida principalmente por algas filamentosas y pastos maritimos perteneciendo a los generos Cladophora , Enteromorpha , Chaetomorpha , y Ruppia los cuales constituyen un " standing stock " importante en el sistema por su abundancia y presencia a lo largo de casi todo el año en la parte norte del estuario principalmente . (Flores F. , comunicación personal).

No existe un estudio detallado de las especies animales que habitan permanentemente o transitoriamente en el estero El Verde, sin embargo se cuenta con algunos datos de los grupos más abundantes entre los que presentan mayor abundancia y diversidad son los crustaceos decapodos cuyas familias mejor representadas segun Hendricks (en preparación) son :

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Palaemonidae	<u>Palaemonetes hiltoni</u>	Moyas
	<u>Macrobrachium tenellum</u>	Langostino
Alpheidae	<u>Alpheus sp.</u>	Camarón pistola
Penaeeidae	<u>Penaeus vannamei</u>	Camarón blanco
	<u>P. stylirostris.</u>	" azul
	<u>P. californiensis</u>	" café
Callianassidae	<u>Callianassa sp. a</u>	Cangrejos
	<u>Callianassa sp b</u>	"
Coenobitidae	<u>Coenobita compressus</u>	" hermitaño
Diogenidae	<u>Clibanarius panamensi</u>	"
Grapsidae	<u>Goniopsis pulchra</u>	"
	<u>Sesarma sulcatum</u>	"
	<u>S. rhizophorae</u>	"
	<u>S. occidentales</u>	"
	<u>S. magdalenense</u>	"
Gecarcinidae	<u>Gecarcinus quadratus</u>	Cangrejo terrestre
	<u>Cardisoma crassum</u>	"
Pinnotheridae	<u>Scleroplax granulata</u>	Cangrejo
	<u>Pinnixa valerii</u>	"
Goneplacidae	<u>Malacoplax californiensis</u>	"
Ocypodidae	<u>Ocypode occidentalis</u>	Cangrejo
	<u>Uca princeps princeps</u>	" violinista
	<u>Uca (Leptuca) latimanus</u>	" "
	<u>Uca (Leptuca) musica musica</u>	" "
	<u>Uca (Leptuca) crenulata crenulata</u>	" "
	<u>Uca (Minuca) zacaе</u>	" "
Portunidae	<u>Uca (Minuca) vocator ecuadoriensis</u>	
	<u>Callinectes arcuatus</u>	Jaibas
	<u>Callinectes toxotes</u>	"

Xanthidae	<u>Panopeus bermudensis</u>	Cangrejos-
	<u>Panopeus purpureus</u>	"

Otros grupos no menos importantes pero de menor abundancia y diversidad han sido reportados . Hendrickx y van der Heijden (en prensa).

Gasterópodos	<u>Cerithidea mazatlanica</u>
	<u>C. montagnei</u>
	<u>Cerithium stercusmuscarum</u>
	<u>Theodoxus lustesfasciatus</u>
Bivalvos	<u>Tagelus affinis</u>
	<u>Rangia mendica</u>
	<u>Crassostrea corteziensis</u>
	<u>C. iridescens</u>
Anfipodos	<u>Corophium sp</u>

También (Nuñez, comunicación personal) se ha encontrado abundantes especies de poliquetos.

Entre los vertebrados mejor representados se encuentran :

Reptiles.- por ejemplo caimanes de la familia Crocodylidae .

Aves.- van der Heiden (comunicación personal) señala las siguientes aves que habitan durante todo ó solo parte del año en el estero.

NOMBRE CIENTIFICO

NOMBRE COMUN

Pelecanus occidentalis
Phalacrocora aurius
Fregata magnificens
Ardea herodias
Casmerodius albus
Anas acuta
A. clypeata

Pelicano gris
 Cormoran
 Tijereta
 Grulla
 Garza blanca
 Pato
 "

<u>Fulica americana</u>	pato
<u>Anas strepera</u>	Pato
<u>Recurvirostra americana</u>	Avoceta
<u>Himantopus mexicanus</u>	Ostrero
<u>Larus atricilla</u>	Gaviota
<u>Thalasseus elegans</u>	Golondrina de mar
<u>Rynchops nigra</u>	Picotijeras

Peces. Morales (comunicación personal), Chan (1980). reportan peces que pertenecen a las siguientes familias.:

FAMILIA	NOMBRE COMUN
Mugilidae	lisas
Gerreidae	mojarras
Ariidae	chihuiles
Centropomidae	robalos
Elopidae	chiros
Clupeidae	sabalos
Engraulidae	sardinas
Serranidae	meros
Carangidae	toros palometas
Lutjanidae	pargos
Bothidae	lenguados

En base a la diversidad de especies vegetales y animales que habitan en este estero, se puede decir que El Verde es un ecosistema con una alta diversidad de especies y por ende una compleja red trófica y también una alta productividad primaria que soporta toda la fauna consumidora.

En relación a las formas en que interactúan las especies que habitan en el estero El Verde se puede comentar lo siguiente :

CRUSTACEOS: Hay familias que están representadas por géneros que se sitúan como consumidores primarios solo durante sus estadios vitales primarios (larvas) o que se comportan como tales toda la vida, aunque diferenciándose unicamente en el vegetal consumido. Ejemplo de ellos tenemos a los camarones y moyas, que se alimentan en sus estadios larvarios de componentes del fitoplancton y conforme van creciendo modifican su dieta en cuanto al tamaño de lo consumido, hasta que finalmente adoptan una alimentación mixta (pueden comer detritus ó restos de animales), también a ellos se unen las jaibas que es común verles comiendo algas laminaras y filamentosas , a pesar que son depredadores de origen carnívoro atacando incluso fijaciones de ostiones y peces juveniles, devorando también carroña. Hay unos, que son comensales de bivalvos (Pinnotheridae).

MOLUSCOS: La mayoría de los encontrados en el estero son filtradores (bivalvos) y pueden encontrarse fijos a las raíces de los mangles (ostiones) o enterrados en el fango (almejas). Tanto en uno como en otro caso, presentan estados larvarios en los que se nutren de fitoplancton, hasta llegado el momento de asentarse. Son presa tanto de crustaceos (jaibas, cangrejos), como de peces (palometas) y aves (ostreros).

PECES : Existen familias de peces filtradores (Clupeidae y Engraulidae), detritofagos (Mugilidae) y voraces (Centropomidae, Arriidae, Serranidae, Lutjanidae, etc.), todos ellos son atacados a su vez por aves como pelicanos, cormoranes , grullas, etc.

AVES : La mayoría son especies piscívoras aunque hay quienes se alimentan de plantas y productos vegetales como yemas

y semillas (patos).

También hay quienes son mas selectivas en su alimentación como los ostreros y los picotijeras. Las aves son mas vulnerables en las épocas de reproducción y anidación y en los estadios juveniles, en los que los huevos y pollos se ven devorados por diversos animales como reptiles, mamíferos y las propias aves.

METODOS.

A fin de contar con un banco de datos suficientes para los objetivos de este trabajo se hicieron muestreos mensuales durante un ciclo anual (Abril de 1979 a Marzo de 1980) en diez estaciones distribuidas en todo el estuario, las estaciones fueron ubicadas de manera tal que las diferentes partes del sistema quedaron representados . Fig. 1

Los parámetros registrados fueron los siguientes :

TEMPERATURA. La temperatura del agua se registró empleando un termómetro normal de columna de mercurio con escala de 0° 50°C y divisiones de 0.1°C en las partes más profundas se registró la temperatura de la superficie y del fondo encontrándose una diferencia mínima entre ambas, para los fines de este estudio se optó por registrar solamente la de la superficie.

SALINIDAD. Se tomaron muestras de agua introduciendo directamente la botella muestreadora por debajo de la superficie del agua. Se determinó la relación de conductividad y de ahí la salinidad correspondiente de cada muestra utilizando un salinómetro de inducción Pleesey Enviroment System Modelo - 6230N.

CLOROFILA a . Se filtraron muestras de agua subsuperficial a través de filtros tipo GFC empleando un equipo Millipore y una bomba de vacío. La extracción de los pigmentos fotosintéticos se hizo por inmersión de los filtros en acetona al 90 % a una temperatura de -2°C durante 24 horas. Se hicieron lecturas de la absorbancia del extracto a las longitudes de onda 7500, 6650, 6450, 6300 y 4800 Å empleando un espectrofotómetro Perkin- Elmer Modelo 111 . Este método es de Richards modificado por Strickland y Parsons (1972) . Las ecuacio

nes empleadas para calcular la cantidad de clorofila a fueron las propuestas por Strickland y Parsons (op. cit.)

NUTRIENTES. Se tomaron muestras de agua lo más próximo posible a los sedimentos introduciendo directamente la botella o empleando una botella Van Door en las estaciones de mayor profundidad. Las muestras fueron filtradas inmediatamente y a través de filtros Millipore de tamaño de poro $0.45 \mu\text{m}$ y se guardaron en congelación hasta el momento de su análisis.

Los fosfatos fueron analizados empleando el método de Murphy y Riley (Strickland y Parson, 1972). Este método consiste en la producción de un complejo de fosfomolibdato y su reducción a una disolución de azul de molibdeno, cuya extinción a 8850 \AA se midió usando un espectrofotómetro Perkin-Elmer Modelo 111. Se hicieron análisis de fósforo total siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de los análisis de fósforo total, la muestra fue filtrada y se llevó a cabo una digestión en un autoclave a 110°C durante 0.5 horas utilizando una solución de persulfato de potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 - \text{H}_2\text{SO}_4$) según el método de Traversy (1971).

Los análisis de nitratos y nitritos se llevaron a cabo en un autoanalizador Technicon II empleando el método de Brewery y Riley (1966). Esta técnica consiste en la reducción de nitratos utilizando una columna de cadmio y la reacción de los nitritos producidos con sulfanilamida y N-1 naftil-etilendiamina formando un azo compuesto cuya absorbancia a 5430 \AA es registrada espectrofotométricamente.

Carbono orgánico en sedimentos. se tomaron muestras de sedimentos empleando un nucleador operado manualmente con un sencillo dispositivo de tope para tomar un núcleo no mayor de 5 cms. de longitud (Fig. 5) ya que el análisis que se practi

cofue el contenido de carbono orgánico considerandose que la abundancia de materia orgánica en los sedimentos se encuentra en la capa superficial . La cantidad de carbono orgánico se determino empleando un método de oxidación de la materia orgánica con un exceso de dicromato de potasio en medio fuertemente ácido y titulación del oxidante restante con una solución valorada de sulfato ferroso empleando difenil-amina como indicador según el procedimiento de Walker y Black (1934).

RESULTADOS.

Los datos de temperatura del agua, salinidad, profundidad, así como los resultados de los análisis de clorofila a, carbono orgánico en sedimentos, nitratos, nitritos, fosfatos inorgánicos y fosfatos totales son resumidos en la Tabla 6.

En base a la semejanza de los datos obtenidos y de la cercanía física, los datos de las 10 estaciones fueron agrupados y promediados en cinco quedando de la siguiente manera; estaciones 1 y 2 primer grupo, estaciones 3, 4 y 5 segundo grupo, estaciones 6 y 7 tercer grupo, estaciones 8 y 9 cuarto grupo y estación 10 sola.

Las variaciones de la temperatura del agua a lo largo de un ciclo anual están representadas en la Fig. 6. Como se puede observar la temperatura del agua alcanza sus valores más altos durante los meses de Julio a Octubre siendo los meses más calidos del año y se presenta un decremento a mediados de septiembre que corresponde con la llegada de las lluvias y el crecimiento del río. Las temperaturas más bajas se registraron en el invierno de Diciembre a Febrero correspondiendo a la mínima temperatura atmosférica. Tabla 4

La figura 7, muestra las variaciones de la salinidad durante el mismo ciclo anual. Los valores máximos para todas las estaciones se registraron a principios de Agosto y los mínimos a mediados del mes de Septiembre que corresponde con la crecida del río. Es importante notar que en un lapso de poco más de 30 días (Agosto 13 - Septiembre 14) la salinidad decrece de valores alrededor de 33 ppm hasta casi 0 ppm lo cual significa un fuerte impacto para los organismos y un cambio muy considerable en las características físicas, químicas y biológicas del agua.

micas y dinámicas del estero. La boca del sistema permaneció abierta de los últimos días de Julio a mediados del mes de Octubre , periodo que corresponde con la mayor precipitación pluvial (Fig. 2) lo cual significa que es la avenida del rio lo que abre la barra.

La Tabla 7 muestra las descargas del rio Quelite al estero El Verde de 1973 a 1979. Es interesante notar que entre un año y otro las descargas difieren hasta 9 veces por lo que el aporte de nutrientes y otras sustancias puede variar en el mismo orden de un año a otro.

En la Fig. 8 están representadas las variaciones a lo largo del mismo año de la concentración de clorofila a . Es interesante notar que las variaciones muestran un regular fasamiento para todos los grupos de estaciones presentándose los valores máximos a principios de agosto y los mínimos a mediados de Septiembre . Esto último puede interpretarse como una consecuencia de la crecida del río produciendo un efecto de dilución de los materiales disueltos y suspendidos en el agua estuarina así como de un arrastre de estos fuera del estero a través de la boca.

Los valores mayores de clorofila a corresponden a las estaciones 1 y 2, en segundo término a las estaciones 3,4 y 5, en tercer término a las estaciones 6 y 7 y en último a las estaciones 8, 9 y 10. Esto indica que la mayor productividad primaria por fitoplancton está en la rama sur del estero y la menor en la rama norte.

La figura 9 muestra las variaciones de la concentración de NO_3^- durante el mismo periodo de tiempo. Las variaciones muestran un regular fasamiento para todas las estaciones presentándose los valores máximos a mediados del mes de Septiembre lo que corresponde con la crecida del río. Esto indica que un importante aporte de este nutriente al estero es por la descarga del río y escurrimientos de las áreas de inundación tales como marismas y terrenos aledaños. Las concentraciones de nitritos presentan valores inferiores a los de nitratos y sus variaciones van a la par de estos.

Cabe señalar también que los valores mayores se registraron en las estaciones 6,7,8, 9 y los menores en las estaciones 1,2,3,4 y 5 donde hay mayor biomasa fitoplanctónica y menor

influencia del río.

Las variaciones anuales de la concentración de fosfatos se pueden ver en la Fig. 10 . Hay un buen fasamiento de las variaciones para todas las estaciones presentandose los valores máximos en el mes de Julio y los mínimos a mediados de Agosto; estos máximos coinciden con valores altos de temperatura del agua lo cual sugiere un incremento en la tasa de remineralización de la materia orgánica . Este incremento en la concentración de nutrientes también se observa para NO_3 en la misma fecha Fig. 9 , sin embargo el mismo fenomeno no se presentó en Octubre cuando la temperatura del agua volvió a aumentar. . Con respecto a los valores mínimos en la concentración de fosfatos, estos mínimos corresponden con valores altos de clorofila a , lo cual sugiere una mayor tasa de consumo que de regeneración. Las concentraciones de fosforo total presenta valores mayores a los de fosforo inorgánico, como era de esperarse y sus variaciones -- van a la par de estos.

La Fig. 11 muestra las variaciones a lo largo del año de estudio de la cantidad de carbono orgánico en los sedimentos, las variaciones para todas las estaciones muestran un regular fasamiento presentandose valores máximos en agosto y noviembre y mínimos en julio y diciembre. Es interesante notar que los valores máximos de concentración de fosfatos en el agua suprayacente y que los valores máximos para agosto corresponden con mínimos en la concentración de fosfatos.

Los niveles mayores en la cantidad de carbono orgánico en sedimentos corresponden a las estaciones 1 y 2, en segundo lugar a las estaciones 3, 4 y 5 y en tercero a las estacio-

nes 1 y 2 , en segundo lugar a las estaciones 3, 4 y 5 y en tercero a las estaciones 6 y 7 , en cuarto a las estaciones 8 y 9 y en último a la 10 .

En la Tabla 8 se presentan los parámetros estadísticos más significativos (media, varianza y desviación estandar) , para la concentración de fosfatos, nitratos, clorofila a y salinidad así como el coeficiente de correlación obtenido mediante análisis de regresión lineal entre fosfatos contra salinidad, nitratos contra salinidad, fosfatos contra clorofila a y nitratos contra clorofila a .

Los valores promedio para la concentración de nitratos en las estaciones 1,2 y 3,4,5 son de $2 \mu\text{m}$, mientras para las estaciones 6,7 y 8,9 son de 4.4 y $3 \mu\text{m}$ respectivamente, por otro lado los valores promedio de clorofila a son 12.5 para las estaciones 1,2 y 12.64 para las 3, 4, y 5 que corresponden al area sur del estero, mientras que en la parte norte los valores promedio son de 5.5 para las estaciones 8,9 y 5,3 para la 10 que se encuentra en esta parte. El hecho de que los valores mayores de clorofila a correspondan a las estaciones con valores menores de NO_3 indica que la parte sur del sistema presenta mayor productividad y por ende mayor tasa de consumo y regeneración de nutrientes, mientras que en la parte norte la situación es la inversa, lo cual viene a ser un argumento mas a favor de la hipótesis inicial de que la parte sur del estero es un ambiente relativamente estancado mientras que la parte central y norte presenta un ambiente con circulación estuarina, idea que también es apoyada por la varianza de NO_3 que es del orden de 10 veces mayor en las estaciones 6,7 y 8,9 comparada con las varianzas de las estaciones 1,2 y 3,4,5.

Un análisis de regresión lineal, muestra que los coeficientes de correlación entre NO_3 contra S^0/oo son mayores que los de PO_4 contra S^0/oo lo cual indica un mayor aporte rive_rino de nitratos. También los coeficientes de correlación de NO_3 contra clorofila a son mayores que los de PO_4 contra clorofila a , lo cual señala nuevamente que la productividad esta más limitada por nitrógeno que por fósforo. Sin embargo en ambos casos los coeficientes de correlación son valores bajos lo que puede señalar como otros autores reportan , Williams (1972), que la productividad primaria no solo esta condicionada por los nutrientes inorgánicos si no que existen otras sustancias tales como vitaminas, sales metálicas...etc y otros parámetros tales como temperatura, intensidad luminosa, polución...etc que juegan un papel muy importante en los ecosistemas estuarinos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El Estero El Verde es un ecosistema complejo que presenta algunas características de comportamiento comunes a muchos otros esteros, reportados en la bibliografía Cronin(1975), Burton (1976), Nixon (1978), y algunas otras muy particulares.

En esta discusión, se comentará en base a los resultados obtenidos y algunas concepciones teóricas las cuestiones más relevantes de los aspectos estudiados.

El estero El Verde es un cuerpo de agua aislado durante la época de secas, con escasa circulación producida por la fuerza de fricción del viento. Presenta una biomasa fitoplanctónica típica de los ecosistemas lagunares, con valores de clorofila a entre 3 y 34 mg/m³. Guilmartin (1978) reporta valores inferiores para la misma región, mientras que Mee (1977) reporta valores mayores en la laguna de Chau tengo. Los niveles mayores de biomasa fitoplanctónica corresponden a las estaciones 1-2 y 3-4-5, los intermedios a las estaciones 6-7 y los menores a las estaciones 8-9 y 10. Esto es una consecuencia cuando menos en parte, de las características fisiográficas del estero, de su dinámica circulatoria y de la tasa de regeneración de nutrientes de los sedimentos.

Las concentraciones de clorofila a decrecen en el mismo orden que los de carbono orgánico en sedimentos. Se puede considerar que la tasa de acumulación de materia orgánica en sedimentos esta controlada por el régimen circulatorio durante la época de lluvias. Durante la época de sequía

es probable que la fuente de nutrientes más importante sea por remineralización de detritus en los sedimentos . Como consecuencia, el área de mayor contenido de materia orgánica en los sedimentos, presenta mayor productividad primaria en cambio, las estaciones 8-9 y 10 son las mas someras; con menor porcentaje de materia orgánica en los sedimentos y mayor circulación por estar mas cerca a la boca y al área de descarga del río. Otros autores señalan que el tipo de sustrato y el régimen circulatorio, juegan un papel importante en la productividad primaria, Phleger (1969) .

Durante la época de sequia, la descarga de agua dulce al estero es nula la boca se mantiene cerrada y por lo tanto no hay entrada ni salida de nutrientes al sistema . A pesar de esta carencia, la producción primaria se mantiene alta como lo demuestran los valores de clorofila a antes de la época de lluvias . Esta observación sugiere que la fuente de nutrientes para soportar la productividad primaria durante la época de sequias es la regeneración de materia orgánica , principalmente de los sedimentos.

Para saber si los incrementos en la biomasa fitoplanctónica durante la epoca de secas no se deben a un efecto de la concentración , se calcularon los cocientes de clorofila a sobre salinidad . Tabla 9. Como estos cocientes muestran incrementos o se mantiene casi constantes al aumentar la salinidad, es evidente que los incrementos en la biomasa fitoplanctónica no son producidos por los efectos de la concentración .

Durante el periodo de lluvias el estero El Verde tiene una circulación netamente estuarina, esto produce un efecto de

recambio de masas de agua, dilución y mezcla dando como resultado un considerable decremento en la concentración de fitoplancton, como queda demostrado por la coincidencia de mínima salinidad y mínima concentración de clorofila a mediados del mes de septiembre. Por otro lado el agua del río y los escurrimientos aportan al sistema gran cantidad de sustancias disueltas y particuladas. Entre las sustancias disueltas, los nitratos dan como resultado condiciones muy favorables para un aumento en la productividad primaria fitoplanctónica como lo demuestran los valores altos de clorofila a en Octubre, un mes después que se registró el máximo volumen de agua dulce descargada por el río al sistema.

Es interesante señalar que las descargas riverinas al sistema no siempre son un proceso continuo, sino algunas veces pulsatorio. Por ejemplo, después de una tormenta, aumenta el caudal del río la masa de agua llega al estero y si la boca esta abierta como normalmente se encuentra durante la época de lluvias, su tiempo de residencia en el estero puede ser tan corto que practicamente pasa directamente al mar. Por esta razón, algunas veces entre dos tormentas se encuentran valores altos de salinidad en el estero. Este es el caso del muestreo de agosto 13. A pesar de que fue el mes con mayor precipitación pluvial se registraron salinidades de 34 ppm. Por otro lado, las marismas adyacentes al estero, juegan un papel de " pulmón " ya que después de un pulso del río, se inundan quedando una buena cantidad de nutrientes almacenados, mismos que utilizará el fitoplancton al cesar el pulso del río y escurrir las aguas de la marisma al estero, fenómeno que se presentó a mediados de julio cuando la boca estaba cerrada y se registró un incremento en la concentración de nutrientes.

Un análisis de regresión lineal de nitratos contra clorofila a , muestra una correlación inversa para todas las estaciones , mientras que para los fosfatos, el mismo tipo de análisis no presenta ningún tipo de correlación con la clorofila a . Fig. 12 esto sugiere que la productividad primaria fitoplanctónica está condicionada principalmente por la concentración de nitratos.

La relación entre concentración de nitratos y salinidad, presenta una correlación inversa, Fig. 13 lo que sugiere , que la fuente principal de este nutriente es el río y los escurremientos. Esta correlación es mucho más marcada en las estaciones 6-7, 8-9 y 10 por ser, las de mayor influencia riverina.

Las concentraciones de fosfatos, son relativamente altos y constantes comparados con los valores reportados para aguas oceánicas superficiales. Los fosfatos no presentan correlación con la salinidad, Fig. 14 además, con la crecida del río en septiembre , no hay ningún incremento en la concentración de fosfatos . Algunos autores señalan que la adsorción de fosfatos en los sedimentos es el factor responsable de los niveles relativamente estables de estos, reconociéndose una acción reguladora de adsorción-disolución en el intercambio de fosfatos a través de la interface agua--sedimentos (Rochford, 1951). Los valores mayores de concentración de fosfatos para todas las estaciones se registraron en julio y diciembre, estos resultados coinciden con decrementos considerables en la cantidad de materia orgánica en los sedimentos , de estos hallazgos se concluyen que los sedimentos están jugando un papel muy importante en la dinámica química de este nutriente a través de los procesos -

de remineralización y adsorción-disolución. Otros autores han encontrado que la adsorción de fosfatos incrementa con la temperatura y decrece con la salinidad en medio ligeramente ácido. (Carritt y Goodgal, 1954). Las variaciones de la temperatura y la salinidad en este estuario son considerables, por lo que se supone tengan un papel importante en estos procesos, la máxima salinidad registrada durante el año coincide con el máximo decremento en la concentración de fosfatos en el mes de agosto y los valores máximos en la concentración de fosfatos corresponden con los valores mas altos de temperatura en el mes de julio, lo cual esta en contradicción con los resultados de Carritt y Goodgal (1954).

Un calculo aproximado del volumen del estero El Verde dio un valor de $4.2 \times 10^5 \text{ m}^3$ y tomando un valor promedio para la concentración de nitratos durante la época de secas de $2.6 \mu\text{M}/\text{m}^3$ se puede estimar la cantidad promedio de nitratos en el estero (0.067 ton.) . Por otro lado conociendo que el volumen descargado por el río al estero en 1979 fue $272.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ y que la concentración de nitratos promedio en el río fue de aproximadamente $20 \mu\text{M}$, entonces la cantidad de NO_3 aportada por el río fue de 34 toneladas. En el caso de los fosfatos, se encontró que la cantidad promedio de este micronutriente fue de 0.08 toneladas, mientras que la aportada por el río fue de 3.3 toneladas. De estos resultados se deduce que la cantidad de nutrientes aportados anualmente al estero por el río seria suficiente para mantener una alta productividad primaria. Sin embargo, gran parte de estos nutrientes salen al mar debido al corto tiempo de residencia de las aguas

riverinas ya anteriormente mencionadas. También se puede observar que la cantidad de nitratos aportados por el río es de 10 veces mayor que la de fosfatos. Considerando como Copeland (1975), reporta que los nitratos constituyen un 70% del nitrógeno inorgánico ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$) resulta una relación N/P de 14.7 para el agua del río. Otros autores reportan valores muy semejantes, Nixon (1979).

La relación $\text{N-NO}_3 / \text{P-PO}_4$ para el resto del año cuando el aporte del río es nulo, varía de 0.016:1 a 2.4:1 siendo el valor promedio 0.52:1, si nuevamente se considera a los nitratos como el 70% del nitrógeno inorgánico, esto resulta en una relación N/P de 0.74 :1 valor muy bajo comparado con la relación de 15 :1 reportado para mar abierto (Redfield et al. 1963). Esto nos lleva a la conclusión ya señalada de que el nitrógeno es el nutriente limitante en el estero El Verde, sin embargo dada la alta productividad encontrada, se puede suponer que los requerimientos de nitrógeno provienen de una alta tasa de remineralización en los sedimentos y posiblemente de fijación "in situ" de nitrógeno atmosférico. Algunos autores reportan que algunas especies de fitoplancton puede crecer satisfactoriamente en bajas concentraciones de nitrógeno, Caperon (1968). Este conocimiento deriva de la aplicación de la ecuación de cinética de crecimiento de Michaelis-Mentens, encontrándose que concentraciones por debajo de $1 \mu\text{m}$ son suficientes para alcanzar un medio de la tasa máxima de consumo, Carpenter and Guillard (1970), Dugdale (1967).

En relación a la cantidad de fósforo necesario para satisfacer los requerimientos fitoplanctónicos se puede decir que las concentraciones encontradas son suficientes y que el aporte del río tiene poca influencia directa sobre la

productividad como ya se señalo anteriormente. Otros autores señalan (Pomeroy et.al. 1972) que ademas de la gran cantidad de fosforo adsorbido en los sedimentos , las plantas acuáticas tales como Spartina sp. remueven fosforo de los sedimentos profundos y lo excretan en el agua operando como una bomba de nutrientes.

Aún cuando no existen estudios sobre la dinámica circulatoria del estero El Verde se puede decir en terminos generales que durante la época de secas hay poca circulación , - generada esta por la fuerza de fricción del viento.

Durante la epoca de lluvias, la descarga del río abre la boca y se establece una circulación neta en todo el estuario .Las mareas y las descargas del río son las fuerzas - promotoras de la circulación. La velocidad de las corrientes pueden ser mayores en las partes norte y central del estero por ser más someras como lo demuestra la mayor proporción de arena y otros sedimentos gruesos en esta area.

RECOMENDACIONES

En esta sección se sugieren algunas recomendaciones desde un punto de vista conservacionista. Esto es, los comentarios están orientados a preservar el ecosistema.

En virtud de que el estero El Verde recibe su aporte de nutrientes y otras sustancias importantes para la productividad, fundamentalmente por el río, según se encontró en el estudio, la supresión total de agua al sistema, generaría un decremento en la productividad hasta un punto de consecuencias impredecibles. Sin embargo ya que las actividades agrícolas son muy importantes y requieren de riego, fertilizantes...etc. el represado del río sería conveniente siempre y cuando se garantice suficiente aporte de agua dulce al sistema, cosa que es factible puesto que durante la época de lluvias el volumen descargado por el río es mucho mayor al volumen del sistema, como lo muestran los resultados del estudio.

Una supresión total del aporte de agua al sistema establecería condiciones hipersalinas con un fuerte impacto osmótico sobre los organismos estuarinos. También, el periodo de barra abierta se vería recortado, disminuyendo la posibilidad de entrada de postlarvas de camarón y como esta es la actividad pesquera más atractiva en términos económicos, para la cooperativa Jose Ma. Canizales y sus socios serían fuertemente perjudicados.

También es necesario considerar los efectos del aumento de materiales terrígenos descargados al sistema, conse-

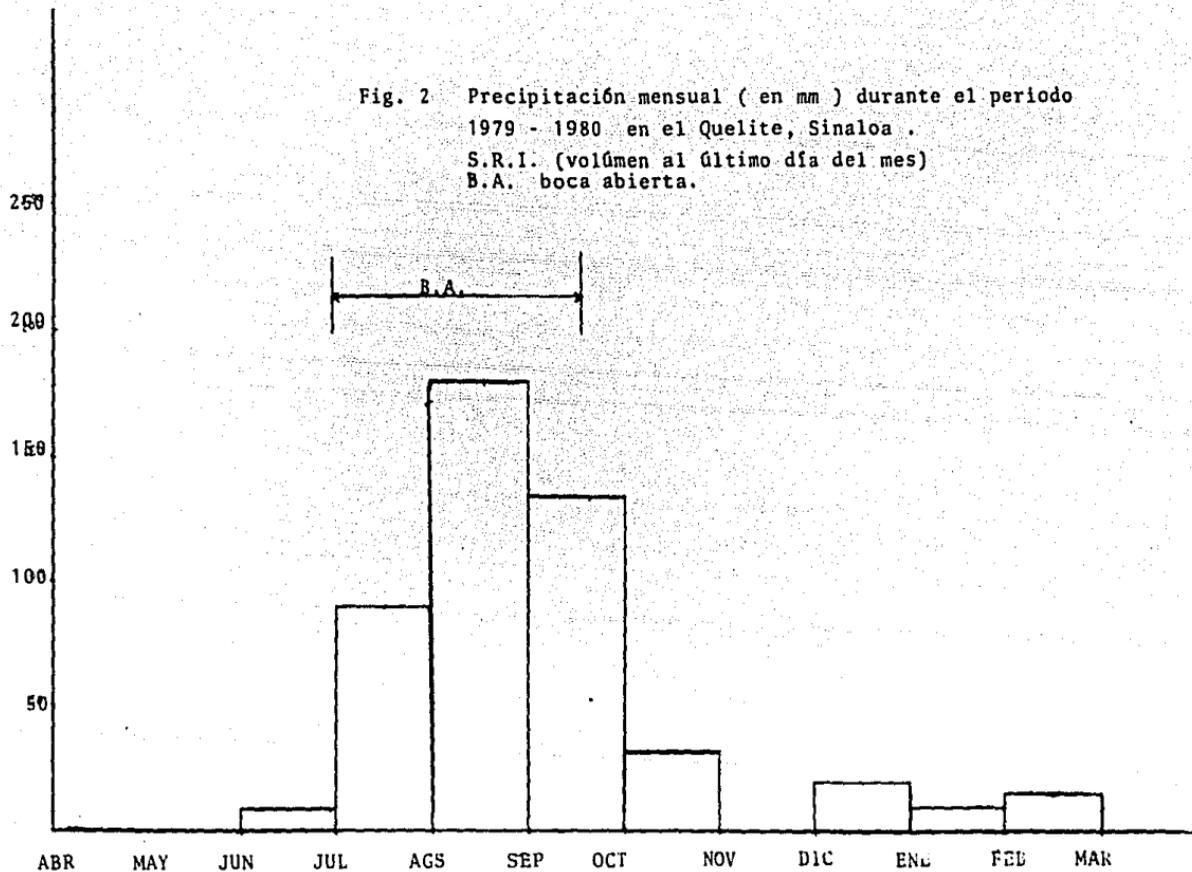
cuencia esto de la erosión de tierras agrícolas aledañas. Esto, resultaría en un proceso de asolvamiento que haría mas somero al sistema modificandose el habitat béntico, la circulación, los procesos termodinámicos, ...etc. y por lo tanto la productividad. Otro problema sería la modificación en el ciclo y el período de la descarga riverina al sistema lo cual tendría impacto sobre los ciclos biológicos y la dinámica poblacional de los organismos estuarinos.

Periodicamente se llevan a cabo obras de apertura de la boca a fin de incrementar la entrada de postlarvas de camarón. Esta practica há tenido resultados poco satisfactorios pues no existen suficientes estudios de la sedimentación y transporte litoral que señalen donde y cuando se hagan estas aperturas, pues en varias ocasiones há sido mayor el tiempo empleado en la apertura que el cierre por procesos naturales, por lo que la inversión, no es redituable. También el dragado de los canales esta siendo practicado comunmente con el objeto de facilitar la navegación y comunicar diferentes partes del sistema. Obviamente esta practica da como resultado la destrucción del habitat béntico y como este guarda una estrecha relación con la cantidad de nutrientes en el agua suprayacente, la productividad se ve seriamente afectada.

En resumen se puede decir que cualquier obra de infraestructura como la construcción de presas, dragado de canales, ...etc. tiene que ser proyectada en base a estudios que señalen los efectos de estas a fin de preservar la ecología del sistema.

Finalmente hay que señalar que este trabajo es una invitación a mayores estudios de circulación, biología, dinámica de los nutrientes, sedimentología, ...etc. a fin de poder comprender mejor su naturaleza y poder proponer un mejor manejo de sus recursos.

Fig. 2 Precipitación mensual (en mm) durante el periodo
1979 - 1980 en el Quelite, Sinaloa .
S.R.I. (volúmen al último día del mes)
B.A. boca abierta.



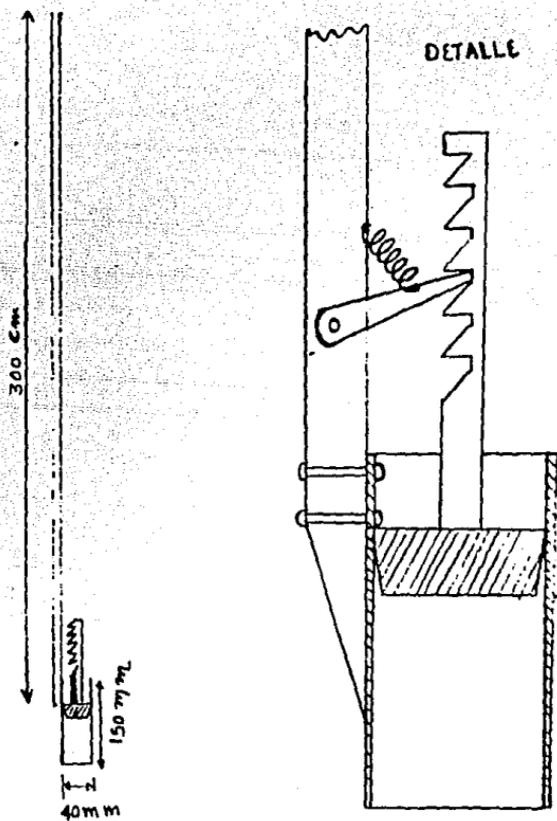
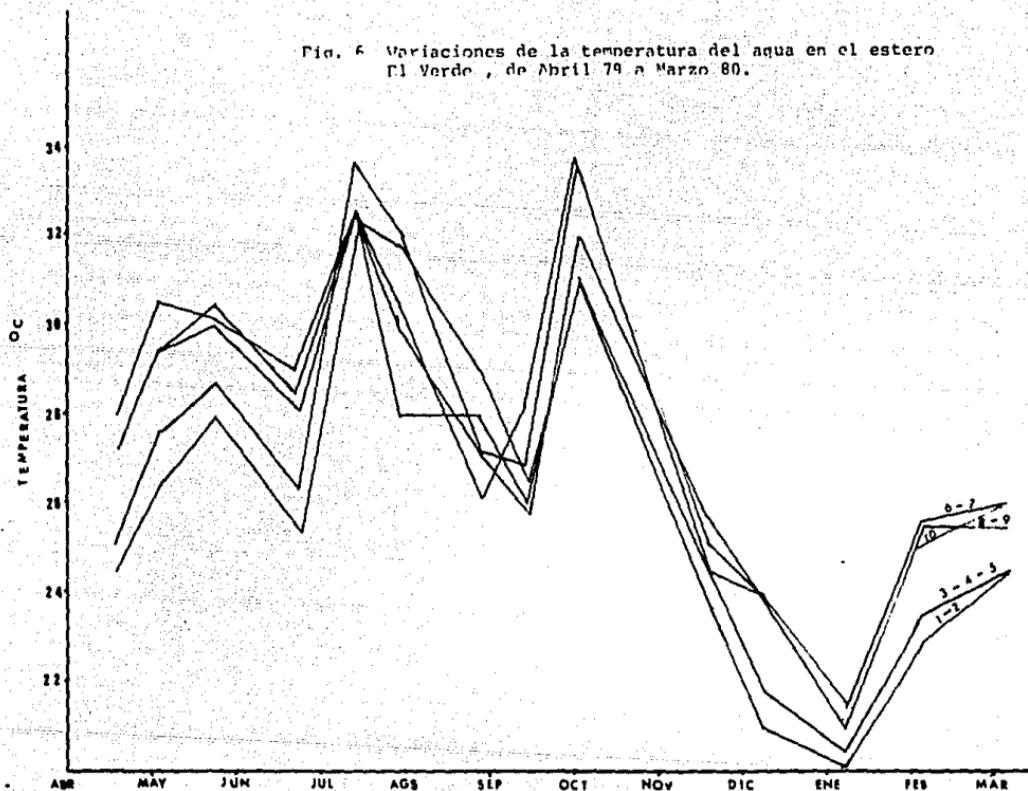


Fig. 5 Nucleador utilizado para muestrear la capa superficial de sedimentos en el estero El Verde.

Fig. 6 Variaciones de la temperatura del agua en el estero El Verde, de Abril 79 a Marzo 80.



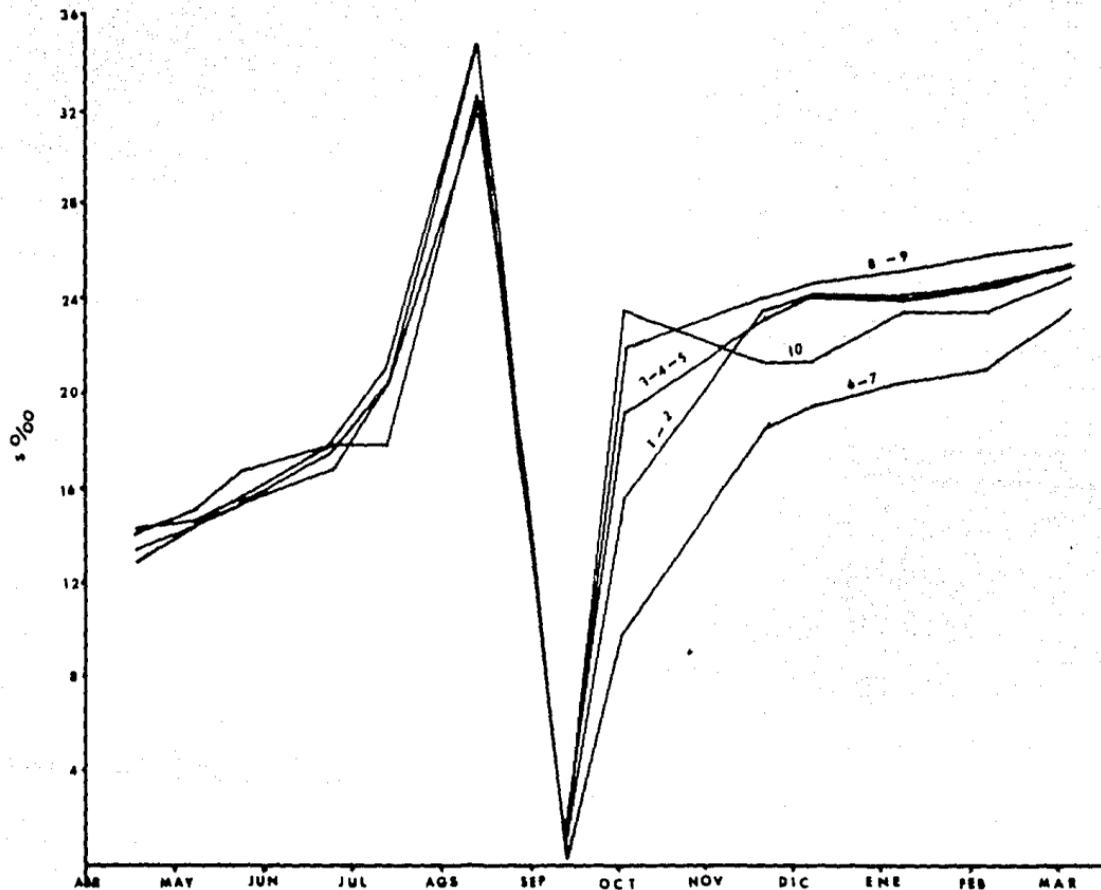


Fig. 7 Variaciones de la Salinidad en el Estero El Verde de Abril 79 a Marzo 80.

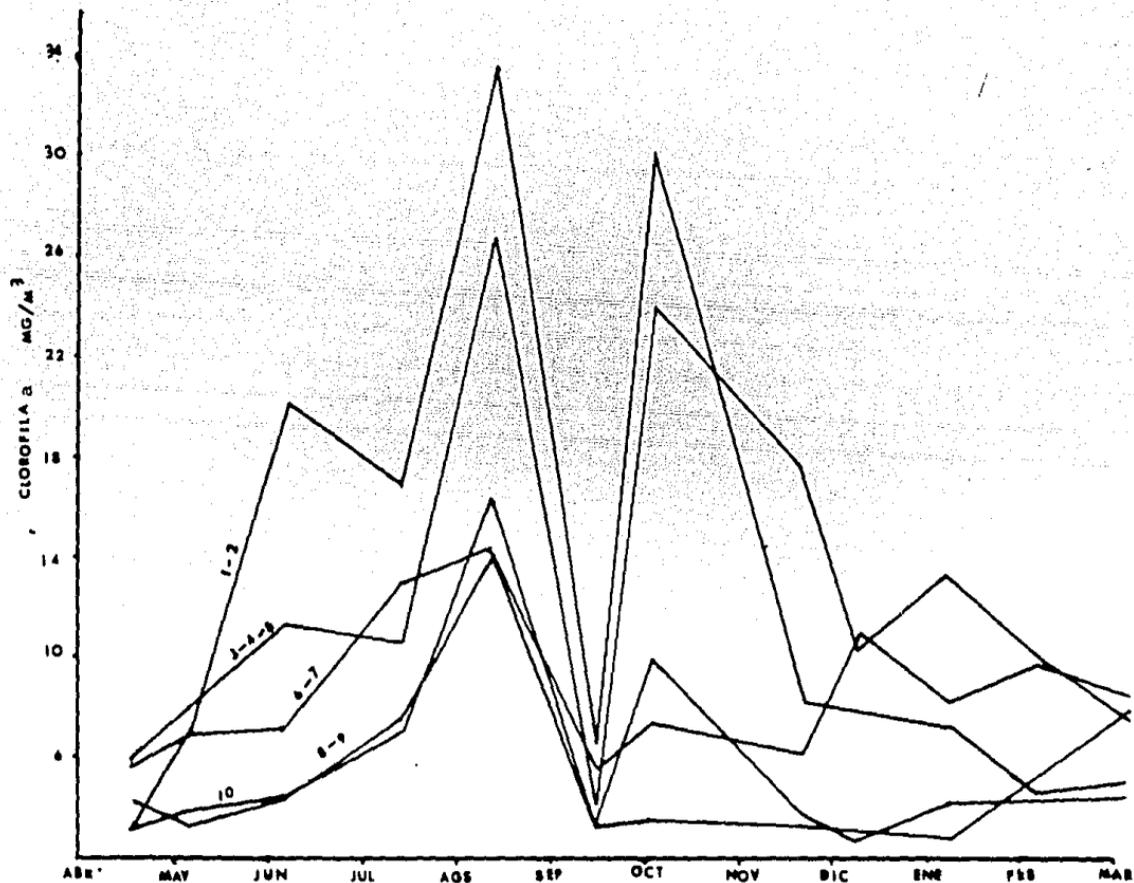


FIG. 8 Variaciones en la concentración de clorofila a en el estero
 de abril 79 a marzo 80.

Fig. 9 Variaciones en la concentración de Nitratos en el Estero El Verde, de Abril 79 a Marzo 80.

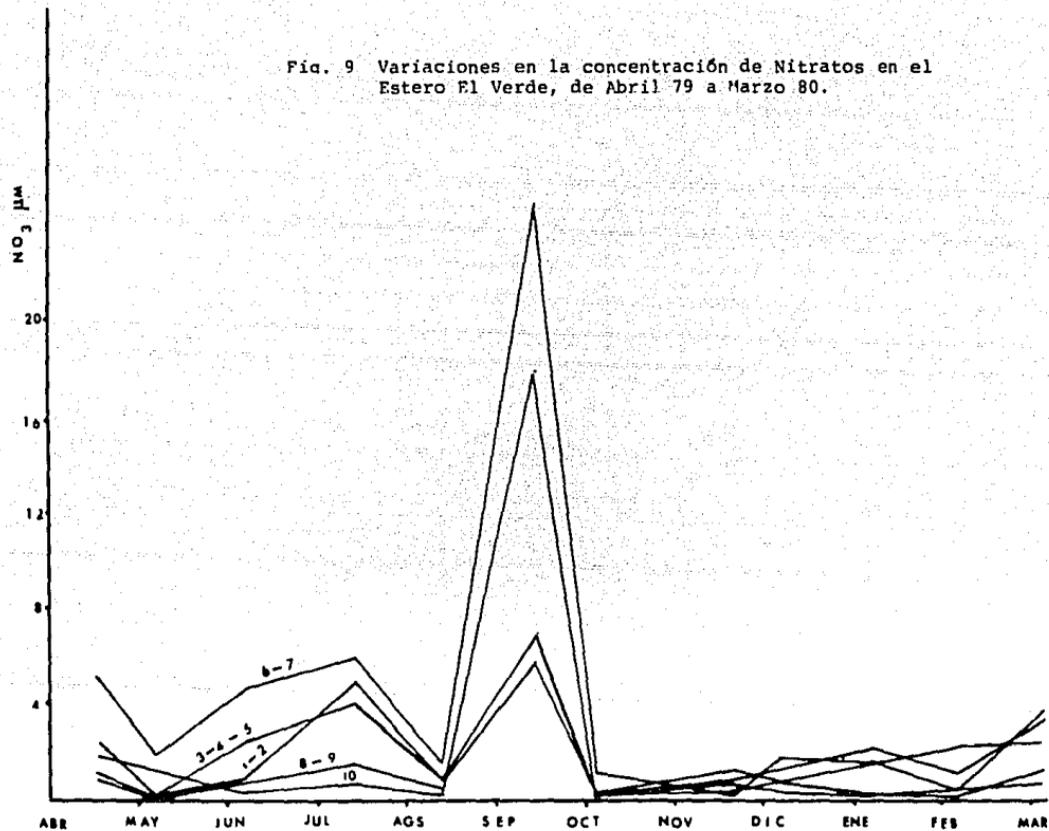
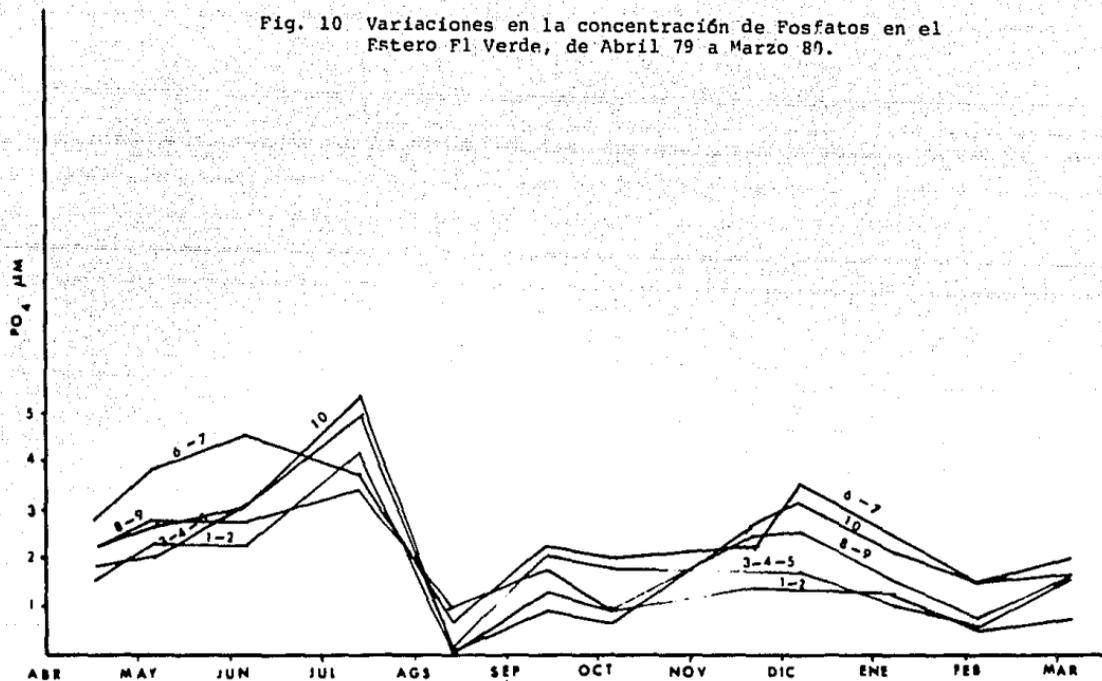


Fig. 10 Variaciones en la concentración de Fosfatos en el Estero Fl Verde, de Abril 79 a Marzo 80.



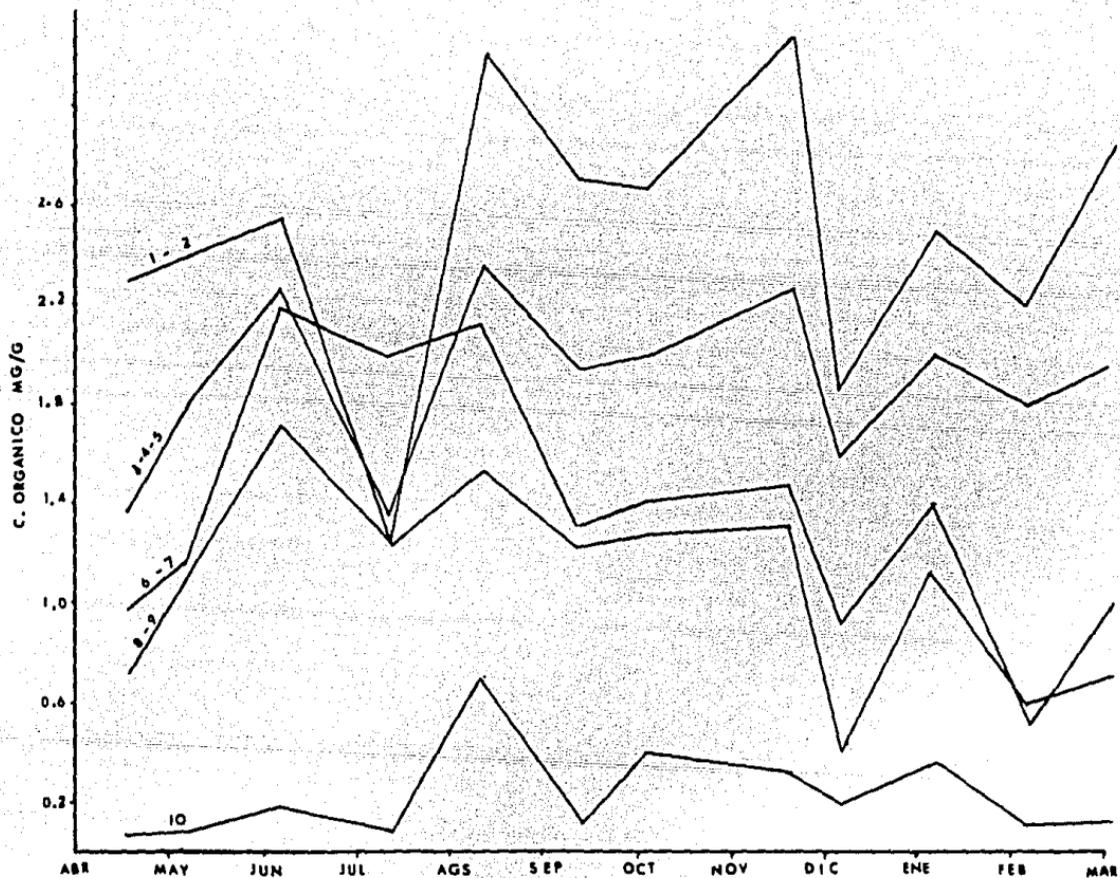
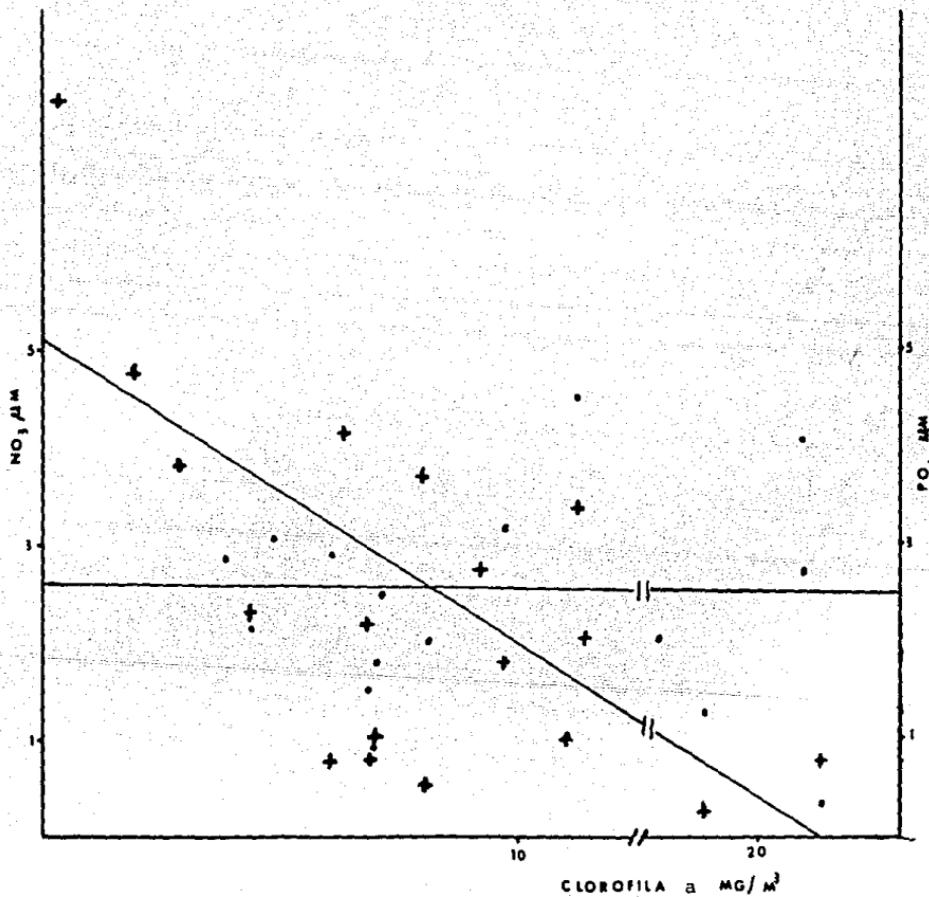


Fig. 11 Variaciones en la cantidad de Carbono orgánico en los sedimentos en el estero El Verde, de Abril 79 a Marzo 80.

Fig. 12 Relación entre la concentración de Nitratos y Fosfatos con la clorofila a del Estero El Verde.



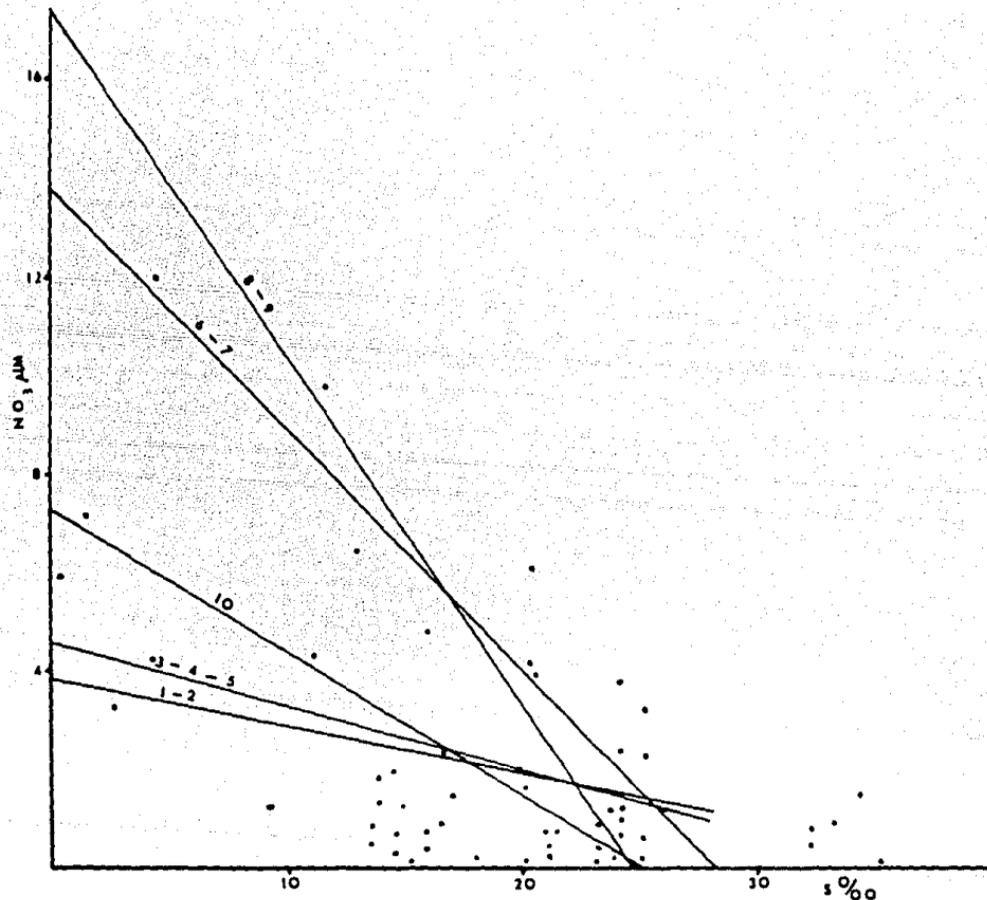
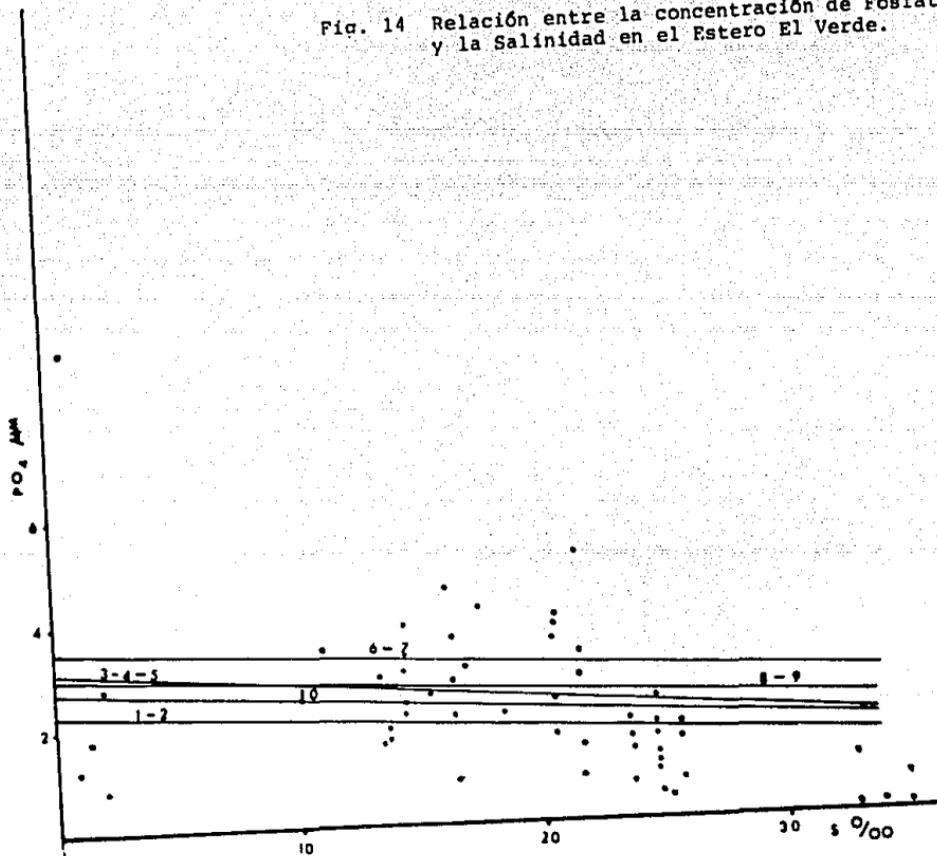


Fig. 13 Relación entre la concentración de Nitratos y Salinidad en el Estero El Verde.

Fig. 14 Relación entre la concentración de Fosfatos y la Salinidad en el Estero El Verde.



ESPECIE	AÑO								
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
PARGO	101099	125673	95816	55288	82662	45721	2589	6488	83408
LISA	112380	182712	297667	142988	206669	176696	86981	154052	239851
ROBALO	12549	10362	14764	9166	5723	7938	9839	9846	6092
CURVINA	84877	47382	87241	44824	45198	49878	74615	63687	60639
TOTAL	310905	366129	495488	252266	340252	280233	174024	234073	389990

TABLA 1. PRODUCCION PESQUERA DE ESPECIES ESTUARINAS Y LAGUNARES EN LA ZONA SUR DE SINALOA (MAZATLAN) . (KGS)

FUENTE : DIRECCION DE REGULARIZACION PESQUERA. OFICINA DE PESCA DE MAZATLAN, SIN.

TABLA 2. PRODUCCION CAMARONERA DE ESTUARIOS Y LAGUNAS
COSTERAS EN EL SUR DE SINALOA.

- K G S -

Sistema Lagunario (S.C.P.P.)	T E M P O R A D A S					
	1975 - 76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
1.- Piaxtla - Mazatlán	68 925	110 225	83 466	40 272	61 546	18 321
2.- Mazatlán - Presidio	.-	120 878	74 711	.-	13 055	.-
3.- Marisma - Huizache	254 405	379 951	717 838	210 719	462 541	344 258
4.- Laguna de Caimanero	406 919	773 728	723 087	956 071	770 257	1119 397
5.- Marisma - Las Cabras	191 812	185 867	453 992	153 312	195 608	328 113
6.- Escuinapa	671 378	803 773	673 935	289 398	996 776	678 980
S U M A :	1593 439	2374 422	2727 029	1649 772	2499 738	2489 069

FUENTE : Oficina de Pesca ; de Rosario, Escuinapa y Mazatlán,
Delegación Federal de Pesca.

Especie	Temporada	Producción (tons.)
Camarón (<u>Penaeus vannamei</u>)	1978 - 1979	1.9
(P. <u>stylirostris</u>)(P. <u>californiensis</u>)	1979 - 1980	0.5
Ostión (<u>Crassostrea corteziensis</u>)	1978 - 1979	6.0
	1979 - 1980	8.0
Escama :		
Lisa (<u>Mugil sp.</u>)		
Robalo (<u>Centropomus sp.</u>)		no hay datos registrados.
Chibuiles (<u>Arius sp.</u>)		

TABLA 3 .- Producción de especies comerciales en el estero El Verde temporada 1978- 1980.

TABLA 4. Temperatura media ambiental °C 1979 - 1980
En el Quelite, Sin.

1979	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	19	19.5	20.1	20.6	23.7	27.2	29	29.2	28.2	27.1	21.3	20.5
1980												
	19.6	21.3	21.7	21.6	23.8	27.7	29.3	29.3	28.1	27.1	23.4	21.5

TABLA 5. Relación entre la vegetación litoral, el tipo de sustrato y el área de inundación en el estero - El Verde, Sin.

Especie	Tipo de sustrato	Relación con el área de inundación
Manglares (<u>Laguncularia racemosa</u>)	arcilloso	dentro del área
Pastos pantanosos :		
(<u>Spartina sp.</u>)	arcilloso	fuera del área
(<u>Phragmites sp.</u>)	arcilloso - arenoso	dentro del área
Halofitas :		
(<u>Salicornia sp.</u>)	arcilloso-arenoso	fuera del área
(<u>Batis maritima</u>)	arcilloso-arenoso	fuera del área

Fecha	Est.	Temp °C	Salin o/oo	Prof. m	Clorofila a mg/m ³	C.organ. en sed. mg/g	NO ₃ μM ³	PO ₄ ⁻³ μM ⁴	Fosf.total	NO ₂ μM ²
17/IV/79	1	24.2		1.50						
"	2	24.7	13.38	2.90	-3.01	2.3	2.5	1.6	5.4	0.18
"	3	25.5		2.00						
"	4	25.6	13.45	1.50	6.03	1.37	0.85	1.9	3.6	0.06
"	5	26.2		0.90						
"	6	27.3	13.0	0.75	5.68	0.98	5.17	2.9	3.7	0.6
"	7	27.1		0.80						
"	8	28.0	14.3	0.20	4.31	0.73	1.14	2.2	2.4	0.12
"	9	27.9		0.50						
"	10	27.2	14.08	0.50	3.05	0.06	1.86	2.3	2.6	0.12
5/V/79	1	26.1		1.50						
"	2	26.8	14.3	2.80	7.35	2.42	0.24	3.35	6.2	0.07
"	3	27.6		1.70						
"	4	27.7	14.3	1.00	8.0	1.8	0.05	2.06	4.2	0.05
"	5	28.5		1.20						
"	6	29.6		0.50						
"	7	29.2	14.5	0.50	7.05	1.17	2.0	3.9	4.1	0.25
"	8	30.0		0.30						
"	9	29.9	14.7	0.50	3.19	1.1	0.6	2.9	3.5	0.15
"	10	29.4	15.07	0.50	3.89	0.085	1.28	2.7	2.7	0.15

Tabla 6 Resultados de los parámetros registrados durante un ciclo anual en el estero El Verde.
(para explicación ver texto).

Fecha	Est.	Temp. °C	Salin. o/oo	Prof. m	Clorofila a mg/m ³	C.organic. en sed mg/g	NO ₃ μM	PO ₄ ⁻³ μM	Fosf. total	NO ₂ μM
5/VI/79	1	27.3		1.50						
"	2	28.2	16.5	1.90	20.25	2.55	0.93	2.3	4.3	0.12
"	3	28.0		1.70						
"	4	28.2	16.5	1.40	11.26	2.26	2.48	3.2	4.2	0.53
"	5	27.4		1.20						
"	6	26.7		0.70						
"	7	26.8	15.7	0.60	7.2	2.19	4.71	4.6	5.4	0.9
"	8	26.8		0.50						
"	9	26.5	15.9	0.60	4.35	1.72	0.72	2.8	3.3	0.08
"	10	25.7	16.35	0.60	4.5	0.18	0.39	3.1	3.8	0.06
12/VII/79	1	32.5		1.40						
"	2	32.7	20.6	2.70	16.9	1.24	4.9	4.2	4.5	0.07
"	3	33.5		1.70						
"	4	33.7	20.4	1.40	10.7	1.37	4.0	5.0	5.2	0.09
"	5	35.3		1.10						
"	6	32.7		0.50						
"	7	32.4	20.3	1.20	13.1	2.0	6.0	3.8	4.0	0.18
"	8									
"	9	32.5	17.49	0.40	7.65	1.24	1.5	4.4	4.2	0.11
"	10	32.5	21.41	0.20	6.97	0.08	0.74	5.4	5.7	0.34

Fecha	Est.	Temp. °C	Salin. o/oo	Prof. (m)	Clorof. a mg/m ³	C. Organ. en sedimen. mg/g	NO ₃ ⁻ µM	PO ₄ ⁻³ µg-at/lt.	Fosf. tot.	NO ₂
13/VIII/79	1	31.0		1.10						
"	2	32.0	32.25	2.20	33.78	3.2	0.8	0.01	2.8	0.19
"	3	32.0		1.70						
"	4	32.2	33.5	1.25	26.8	2.35	0.99	0.17	2.6	0.19
"	5	32.0		1.15						
"	6	31.0		0.40						
"	7	30.5	34.7	1.50	13.98	2.12	1.5	0.77	2.1	0.17
"	8	33.5	32.5	0.40	14.48	1.5	0.52	1.07	1.0	0.09
"	9	33.0		0.35						
"	10	32.5	34.49	0.30	16.02	0.68	0.18	0.01	0.9	0.19
14/IX/79	1	26.4		1.40						
"	2	27.0	0.9	2.96	6.6	2.7	5.8	1.35	3.0	1.3
"	3	26.8		2.00						
"	4	26.8	2.2	1.40	5.36	1.94	6.95	2.08	3.3	1.6
"	5	26.8		1.20						
"	6	28.2	0.3	1.06	5.6	1.3	25	9.3	2.6	1.12
"	7	28.2		1.00						
"	8	25.8		0.90						
"	9	25.8	1.37	0.96	3.4	1.21	27.7	1.8	2.8	0.9
"	10	26.0	2.00	0.37	3.43	0.11	17.9	0.92	1.2	0.84

Fecha	Est.	Temp. °C	Salin. o/oo	Prof. m	Clorof. a mg/m ³	C.Organ. en sedim. mg/g	NO ₃ ⁻ µM	PO ₄ ⁻³ µM	Fosf. tot.	NO ₂
3/X/79	1	32.0		1.30						
"	2	30.0	15.5	2.72	30.2	2.67	0.11	0.95	1.5	0.19
"	3	33.5		1.80						
"	4	34.0	19.4	1.00	23.96	2.0	0.04	1.84	2.4	0.14
"	5	34.5		1.05						
"	6	35.0		0.60						
"	7	31.0	9.5	1.20	7.94	1.41	1.2	2.05	2.5	0.25
"	8	32.0		0.65						
"	9	32.0	21.5	0.80	9.65	1.27	0.3	0.92	1.7	0.24
"	10	31.0	23.5	0.85	3.6	0.40	0.09	0.73	1.4	0.19
19/XI/79	1	23.7		1.50						
"	2	23.7	23.5	2.35	8.32	3.27	0.9	1.44	3.1	0.2
"	3	24.5		1.75						
"	4	24.5	23.4	1.00	17.78	2.26	0.29	1.41	3.9	0.16
"	5	24.3		0.95						
"	6	26.0		0.45						
"	7	24.2	18.6	1.34	6.22	1.47	0.22	2.33	4.7	0.2
"	8	25.8		0.58						
"	9	25.6	24.4	0.80	3.77	1.3	1.28	2.51	4.1	0.17
"	10	24.4	21.305	0.43	3.36	0.3	0.73	2.72	4.1	0.10

Fecha	Est.	Temp. °C	Salin. o/oo	Prof. m	Clorof.a mg/m ³	C.org. en sedim.µM mg/g.	NO ₃ ⁻ µM	PO ₄ ⁻³ µM	Fosf.Total	NO ₂ µM
6/XII/79	1									
"	2	21.0	24.21	2.75	7.9	1.87	1.22	1.38	2.8	0.1
"	3	21.2		1.65						
"	4	22.0	24	1.20	10.36	1.6	1.0	1.75	3.1	0.3
"	5	22.4		1.10						
"	6	25.0		0.70						
"	7	23.0	19.5	1.00	11.02	0.73	1.9	3.61	6.3	0.4
"	8	24.0		0.70						
"	9	23.8	24.3	0.70	2.7	0.4	0.65	2.6	4.3	0.2
"	10	24.0	21.272	0.35	3.13	0.21	0.41	3.43	5.0	0.11
7/I/80	1	20.5		1.35						
"	2	20.5	24.2	2.90	6.47	2.5	2.1	1.26	1.6	0.17
"	3	20.5		1.80						
"	4	20.5	24	1.00	13.48	2.0	1.53	1.04	1.5	0.26
"	5	20.0		1.00						
"	6	22.0		0.50						
"	7	21.0	20.5	0.30	8.35	1.4	1.6	2.51	3.8	0.20
"	8	21.0		0.75						
"	9	21.0	25.2	1.05	4.39	1.12	0.22	1.6	2.0	0.01
"	10	21.0	23.494	0.50	2.80	0.35	0.20	2.17	2.4	0.03

Fecha	Est.	Temp. °C	Salin. o/oo	Prof. mts.	Clorof. a mg/m ³	C.org. en sedim. mg/g.	NO ₃ ⁻ µM	PO ₄ ⁻³ µM	Posf. total	NO ₂
4/II/80	1	23.0		1.5						
"	2	23.0	24.6	2.7	4.72	2.24	1.2	0.54	2.0	0.23
"	3	23.0		1.85						
"	4	24.0	24.3	1.13	10.2	1.8	2.37	0.66	2.8	0.65
"	5	23.5		1.0						
"	6	26.5		0.7						
"	7	24.0	21.5	0.6	9.88	0.52	0.4	1.55	3.0	0.28
"	8	26.0		0.65						
"	9	25.0	2.6	0.65	4.39	0.6	0.14	0.81	1.7	0.08
"	10	25.0	23.32	0.35	5.35	0.11	0.45	1.51	2.6	0.05
3/III/80	1	24.5		1.25						
"	2	24.5	25.7	2.80	5.14	2.85	3.3	0.82	1.1	0.76
"	3	24.2		1.90						
"	4	24.8	25.5	1.20	7.8	1.95	2.33	1.6	1.9	0.36
"	5	24.9		0.90						
"	6	26.5		0.70						
"	7	25.5	24	0.30	8.3	1.0	3.7	1.68	2.0	0.21
"	8	25.5		0.50						
"	9	25.5	26.7	0.70	4.55	0.7	1.26	1.62	1.9	0.04
"	10	26.0	25.03	0.35	8.27	0.11	0.65	2.071	2.3	0.07

TABLA 7 . Descarga del Río Quelite en el estero El Verde

(x 10³ m³)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
JUN	100	0	0	0	1	0	0
JUL	225	6817	58616	35116	342	3433	7030
AGS	35225	15481	71087	22653	32756	7448	10911
SEP	35393	42837	52474	5665	25455	9298	8925
OCT	4231	5138	9746	10308	22090	1945	330
NOV	0	0	0	0	0	145	49
TOTAL	75174	70273	191923	73742	80644	22269	27245

FUENTE : Secretaría de Recursos Hidraulicos.

(Las cifras corresponden al volumen descargado al termino de cada mes).

TABLA 8. Media, Varianza y Desviación estandar de la salinidad, concentración de nitratos, fosfatos y clorofila a. Coeficientes de correlación de nitratos vs. salinidad, fosfatos vs. salinidad, nitratos vs. clorofila a , y fosfatos vs. clorofila a

Estación	Valores promedio				Desviación estandar				Varianza				Coeficiente de correlación			
	S o/oo	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	Clor.a	S o/oo	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	Clorof.a	S o/oo	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	clorof.a	NO ₃ Vs S o/oo	PO ₄ Vs S o/oo	NO ₃ Vs Clor.a	PO ₄ Vs Clor.a
1-2	19.62	2.0	1.51	12.15	8.1	1.82	1.07	10.38	60.22	3.04	1.05	98.8	-0.43	-0.31	-0.33	-0.11
3-4-5	20.08	1.9	1.89	12.64	7.8	1.9	1.24	6.83	56.62	3.58	1.41	42.9	-0.53	-0.40	-0.47	-0.35
6-7	17.63	4.43	2.66	8.7	8.3	6.7	1.12	2.77	64.29	41.6	1.16	7.06	-0.66	-0.35	-0.33	-0.25
3-9	20.33	3.0	2.1	5.57	8.1	7.8	1.02	3.42	61.03	55.6	0.96	10.73	-0.74	-0.35	-0.21	-0.28
10	18.19	2.07	2.25	5.37	9.4	5.0	1.42	3.75	82	23	1.84	12.9	-0.55	-0.14	-0.19	-0.32

TABLA 9 . Cocientes de clorofila a sobre salinidad
 durante la epoca de sequia en el estero -
 El Verde , Sin.

Fecha	17/IV/79		5/V/78		5/VI/79		7/I/80		4/II/80		3/III/80	
Estaciones	$\frac{\text{Clor.a}}{\text{S}^{\circ}/\text{oo}}$	S ^o /oo										
1-2	0.225	13.38	0.514	14.3	1.220	16.5	0.209	24.2	0.191	24.6	0.200	25.7
3-4-5	0.448	13.45	0.560	14.3	0.682	16.5	0.445	24.0	0.419	24.3	0.306	25.5
6-7	0.437	13.00	0.486	14.5	0.458	16.5	0.407	20.5	0.459	21.5	0.445	24.0
8-9	0.301	14.3	0.217	14.7	0.273	15.7	0.174	25.2	0.203	26.0	0.170	26.7
10	0.216	14.08	0.258	15.0	0.275	15.9	0.119	23.4	0.229	23.3	0.330	25.0

Periodo de lluvias

B I B L I O G R A F I A

- Aller, R.R. 1977. The influence of macrobenthos en Chemical diagenesis of marine sediments. Ph. D. Thesis Yale University New Haven CT. p 600.
- Brewer p.g. and J.P. Riley (1965). The automatic determination of nitrate in sea water. Deep Sea Res. 1965 12 765-772.
- Carvit D.E. and Goodgat S. (1954). Sorption reactions and some ecological implications. Deep-sea Res., 224-43
- Carpenter E.J. and R.R.L. Guillard (1970). Intraspecific differences in nitrate half-saturation constant for three species of marine phytoplankton. Ecology 52 : 183- 185.
- Caperon J. (1968). Population growth response of Isochysis galbana to nitrate variation at limiting concentration . Ecology 49 : 866 - 872.
- Castro C.D. (en prensa) Informe sobre cultivo de Ostión, realizado en la Barra de Teacapan, Sin. comprendido entre Junio 1975 a Diciembre 1980. Inst. Nal. Investigaciones Pesqueras. Mazatlán, Sin.
- CIFSA. Consultores 1976. Programa de Desarrollo Pesquero . Sria. de Programación y Presupuesto. México. D.F.
- Copeland B.J. , Hobbic J.E. and Harrison W.G. 1975. Sources and fates of Nutrients of the Pamlico River estuary North Carolina in Estuarine Research Vol 1 ed. by Croinil..E. Academic Press, London.

- Croini, L. E. (ed.) 1975. Estuarine Research Vol. 1 Academic Press. Inc. London pp 3-5.
- Chan G.R. (1980) Composición y Abundancia de la Ictiofauna del estero El Verde, Sinaloa. Tesis Profesional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN.
- Chapman V.J. (1976) Coastal Vegetation. Pergamon Press. - London pp 121- 149.
- Dudgale R.C. (1976). Nutrient Limitation in the sea; Dynamics, identification, and significance. Limn. Oceanogr. 12 : 685 - 695.
- Gilmartin M. and Revelante N. (1978). The Phytoplankton characteristics of the Barrier Island Lagoons of the Gulf of California Estuarine and Coastal Marine Science 1978 7 , 29-47.
- Green J. 1978. The Biology of Estuarine Animals. Sidwick and Jackson. London pp 335-347.
- Hendrickx M.E. and van der Heiden (in press) Memorias del Simposio El Golfo de California, Origen, Evolución, Aguas, Vida marina y recursos. UNAM, Mazatlán, México.
- Hendrickx M.E.: (in prep) Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, México. I. The decapod crustaceans of estero El Verde.
- Koeppe W. 1948. Climatología trad. P.R. Hendrichs. Fondo de cultura Economica. México.
- Lankford, R. (1948) Coastal Lagoons of México, Their Origin Clasification. Estuarine Process Vol.II Academic Press Inc. N.Y. 182-215 pp.

- Maldonado A.S. et. al. 1981. Medición de algunos parámetros Físico-químicos y biológicos en el Canal de navegación y zona adyacente a la Bahía de Mazatlán Tesis Profesional. UAS. Mazatlán , Sin.
- Mee L. D. 1977. The Chemical and Hydrography of some coastal Lagoons-Pacific Coast of México. Tesis de Doctorado. University of Liverpool.
- Mcclusky D.S. 1971. Ecology of Estuaries. Heinemann Education Books Ltd. London.
- Nixon S.W., C.A. Oviatt and S.S. Hale 1976. Nitrogen regeneration and the metabolism of coastal marine bottom communities, 269-283. In J.M. Anderson and Macfadyen (eds.) The role of Terrestrial and Aquatic Organism in Decomposition Processes Blackwell Scientific Pub. London.
- Nelson T.C. (1974) Some contribution from the land in determining conditions of life in the sea. Ecol. Monogram 17, 337-46.
- Pitchard D.W. (1976) What is an Estuary ? in lauff , G.H. ed. Estuaries A.A.A.S. pub. 83 Washington, D.C. 3-5
- Pheleger F.B. 1969. Lagunas costeras un simposium . Mem. Snp. Intern. Lagunas Costeras UNAM-UNESCO nov. 1977, México D.F.
- Rendon et. al. (en prensa). El cultivo de ostión Crassostrea corteziensis en el Estero de Urías. Tesis Profesional. Escuela Ciencias del Mar. UAS. Mazatlán, Sin.

- Rochford (1951) Studies in Australian estuarine hydrology
Introductory and comparative feature Aust. J. mar
freswat. Res 2 , 1-116
- Ryther J. Dand Kramer D.D. (1961) . Relative iron require
ment of some coastal and offshore plankton algae.
Ecology 42, 444-6.
- Sinaloa en Cifras (1978). Dirección de Promoción y Comu-
nicación del Gobierno del Estado de Sinaloa pag. -
111.
- S.O.P. Secretaría de Obras Publicas, Mapa del Estado de -
Sinaloa elaborado por la Dirección General de Pro-
gramación. México.
- Strickland J.D.H. & Parson T.R. (1972). A Practical Handbook
of sea Water Analysis. Bulletin 167 (second edi-
tion) Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Traversy W.J. 1971. Phosphorus total. In. : Methods for -
Chemical Analysis division. Inland water Branch -
Department of Fisheries and Forestry. Ottawa, Canada
141 -143.