



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

# FALLA DE ORIGEN

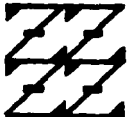
BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LA FAMILIA  
ATHERINIDAE (OSTEICHTHYES) DE LA  
LAGUNA DE PUEBLO VIEJO, VERACRUZ

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :

**MARIA DE LOURDES SALAZAR CORONA**

U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A



LO VIMOS EN  
DE NUESTRA DEFENSA

DIRECTOR: M. en C. MANUEL A. CASTILLO RIVERA

MEXICO. D.F.

1995

32  
24



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.

**Con respeto y cariño a mis padres,  
Rosa y Manuel, por su apoyo en todo momento,  
teniendo la satisfacción de haber correspondido a su confianza.**

**A mis hermanos, Manolo y Susana,  
por su comprensión y tolerancia en etapas difíciles,  
mi eterno afecto.**

**A mi Tía María, con agrado,  
por su constante interés en mi desarrollo.**

**Con profunda adoración a Luis, mi novio,  
por su motivación, paciencia y por ser ejemplo de superación.**

**A mis amigos y maestros  
por todo lo que disfrute junto a ellos.**

La presente tesis de desarrollo en el Laboratorio de Peces del Departamento de Biología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, dentro del Proyecto de Investigación "Estudio de los Peces de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz". Las diferentes fases de este proyecto fueron financiadas por la Universidad Autónoma Metropolitana, por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica -DGICSA-, Secretaría de Educación Pública -SEP- (Registro DGICSA No.: 890325, Convenio No.: C89-01-0216; Registro DGICSA No. : 900835, Registro DGICSA No.: 911581, Anexo de Ejecución: 91-01-09-002-778) y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- (Convenio No. D0254-N9201).

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCION</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO</b> .....	6
<b>OBJETIVOS</b> .....	8
<b>MATERIAL Y METODO</b>	
Fase de Campo.....	9
Fase de Laboratorio.....	10
Fase de Gabinete.....	10
<b>RESULTADOS</b>	
Material de estudio .....	14
Distribución y Abundancia .....	14
Variación temporal.....	14
Variación espacial.....	19
Influencia de los parámetros ambientales.....	20
Aspectos Reproductivos	
Proporciones sexuales .....	21
Índice Gonadosomático .....	24
Fecundidad .....	25
Aspectos de Desarrollo	
Relación peso-longitud .....	29
Condición .....	32
Composición de tallas .....	34
Determinación de grupos de edad .....	39
Alimentación	
Patrones tróficos de las especies .....	43
Patrones temporales .....	43
Patrones espaciales .....	53
Patrones por talla .....	54
<b>DISCUSION DE RESULTADOS</b>	
Distribución y Abundancia .....	61
Aspectos reproductivos .....	63
Aspectos de Desarrollo.....	66
Alimentación .....	68
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	72
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	79

## RESUMEN

Se evaluaron algunos aspectos de la Biología y Ecología de dos especies de la familia Atherinidae en la laguna de Pueblo Viejo. Se analizó un total de 3667 organismos, (en donde 2893 pertenecen a *M. martinica* y 774 a *M. beryllina*) producto de 216 muestreos con chinchorro durante el día y 144 en ciclos de 24 horas. Membras martinica fue más abundante en época de lluvias y *M. beryllina* en secas. Ambas especies tuvieron mayor actividad en periodos de penumbra y se encontraron en mayor número en localidades con vegetación sumergida cercanas a la boca de la laguna. La proporción sexual total de las especies fue a favor de las hembras (1:1.09 para *M. martinica* y 1:1.09 para *M. beryllina*). Para las dos especies se registraron dos periodos de reproducción, donde *M. martinica* muestra un índice gonadosomático alto en enero-febrero y otro menor en mayo-julio. Lo mismo ocurre con *M. beryllina* en diciembre-enero y agosto-septiembre. La máxima fecundidad alcanzada por *M. martinica* fue de 2050 y por *M. beryllina* de 1397. En ambas especies la fecundidad aumenta con la talla. Las hembras de las dos especies presentaron la mayor condición. Los hábitos alimenticios fueron relacionados con la localidad, hora del día y talla de los peces. El análisis de discriminantes mostró diferencias inter e intraespecíficas en la dieta de las especies. Ambas especies consumen crustáceos, insectos y materia orgánica. Las diferencias estuvieron dadas por que *M. martinica* consume, además, copépodos y larvas de crustáceos y *M. beryllina*, peracáridos, huevecillos de peces y restos de peces en estado larvario. Durante el día las especies se alimentan de copépodos y materia orgánica, en la noche de peracáridos y en la penumbra de insectos. Especialmente, ambas especies consumieron mayor diversidad de grupos tróficos en las localidades con vegetación sumergida. Los peces de tallas pequeñas se alimentaron fundamentalmente de copépodos y materia orgánica, mientras que los más grandes consumieron peracáridos, insectos y poliquetos.

## INTRODUCCION

La zona costera es un amplio espacio de interacciones del mar, aguas epicontinentales y atmósfera, además de la influencia del hombre. Los estuarios y lagunas que forman parte de la zona costera constituyen un elevado porcentaje de las costas del mundo (Yáñez-Arancibia, 1986).

En la República Mexicana se cuenta con 10 000 km de litoral, de éste, 1,6 millones de hectáreas pertenecen a superficies estuarinas, de las cuales 12,500 km<sup>2</sup> son lagunas costeras, lo que representa el 30-35% del territorio mexicano (Contreras, 1985b; Yáñez-Arancibia, 1986).

Las lagunas costeras generalmente se diferencian de los estuarios sobre bases geomorfológicas. Un estuario es considerado como la boca de un río, mientras que la laguna costera es un embahamiento separado del mar por islas de barrera (Yáñez-Arancibia, 1986).

Pritchard (1967) define estuario como "cuerpo de agua costero semicerrado con una conexión libre con el mar, dentro del cual el agua marina se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre". Otra definición es la de Fairbridge (1980), que define a un estuario como "un brazo de mar que se extiende dentro de un río tan lejos como lo permite el límite superior de la marea, estando generalmente dividido en tres sectores: a) estuario bajo o marino libremente conectado con el mar abierto, b) estuario medio sujeto a fuerte mezcla de agua de mar con agua dulce, y c) estuario superior o fluvial caracterizado por el agua dulce pero sensible a la acción diaria de la marea".

Las lagunas costeras son cuerpos acuáticos litorales que tienen en su mayoría comunicación permanente o efímera con el mar, y son el encuentro de dos masas de agua con diferentes características, lo que causa fenómenos peculiares en su comportamiento físico-químico y biológico con las consecuentes pautas ecológicas (Contreras, 1985b).

El concepto frecuentemente utilizado es el planteado por Lankford (1977), que define a una laguna costera como "una depresión de la zona costera por debajo del promedio mayor de las mareas más altas, teniendo una comunicación permanente o efímera con el mar pero protegida de las fuerzas del mar por algún tipo de barrera".

Los estuarios y lagunas costeras son áreas que proporcionan protección a organismos juveniles, refugio para adultos en reproducción y gran disponibilidad de alimento. Al mismo tiempo, los peces de lagunas costeras juegan un papel importante en el balance energético de esos sistemas biológicos y en la progresión natural del ambiente. Estos organismos transforman energía desde fuentes primarias, la conducen a través de la trama trófica, pueden intercambiarla con ecosistemas vecinos y almacenarla dentro del mismo ecosistema, funcionando así como agentes de regulación energética (Yáñez-Arancibia, 1975; 1985).

Lo anterior determina que la ictiología lagunar sea uno de los aspectos más importantes dentro de los estudios ecológicos y biológicos pesqueros que pretendan evaluar y proponer una correcta administración de los recursos bióticos.

Se aprecia una evidente carencia de trabajo experimental *in situ* en ecología de peces en estuarios y lagunas costeras, principalmente del Golfo de México. Sólo unos cuantos trabajos se refieren a sistemas lagunares, estando la mayoría orientados al aspecto taxonómico y pesquero de determinadas especies de

importancia económica, pero el interés orientado hacia las investigaciones ecológicas sólo se manifiesta en determinados estudios (Yáñez-Arancibia, 1975; 1985).

Así, si se quiere mejorar el control y la conservación de los recursos alimenticios en las zonas costeras, es importante incrementar la comprensión de los mecanismos básicos que controlan la ecología de los peces estuarinos.

Las lagunas costeras conforman ecosistemas con una fuerte productividad potencial. La producción de fitoplancton en un sistema estuarino puede ser tan alto como  $1,800 \text{ g O}_2/\text{m}^2/\text{año}$  y la producción de los manglares por defoliación puede variar entre 8 y 18  $\text{ton}/\text{Ha}/\text{año}$ . La literatura indica valores de biomasa de fitoplancton de 388  $\text{kg}/\text{ha}$  en verano, 667  $\text{kg}/\text{ha}$  en otoño y 433  $\text{kg}/\text{ha}$  en invierno-primavera para lagunas costeras en el Pacífico de México. En estuarios del noroeste y costas tropicales del sur del Golfo de México se señala una biomasa de 56-316  $\text{kg}/\text{ha}$  y 213  $\text{kg}/\text{ha}$ , respectivamente (Yáñez-Arancibia, 1986).

Más del 90% de las capturas pesqueras provienen de la plataforma continental y de regiones de surgencias que constituyen sólo el 10% del mundo oceánico. Las aves migratorias utilizan intensamente esta zona y algunas otras pasan en ella casi toda su vida. También algunas de estas zonas son santuarios para algunos organismos en peligro de extinción (Yáñez-Arancibia, 1986).

En algunos estudios sobre la ictiofauna de las lagunas costeras del Golfo de México, principalmente del estado de Veracruz, se han registrado 76 familias, 178 géneros y 318 especies (Reséndez-Medina y Kobelkowsky, 1991). Para el presente estudio la familia de interés es la de los aterínidos.

La familia Atherinidae está constituida por especies en su mayoría de aguas tropicales, tanto dulceacuícolas como marinas; muchas con importancia económica, como las del género *Chirostoma* de la meseta central del antiplano mexicano (Flores-Coto, 1983).

Se han reportado 17 especies de aterínidos para el área 31 de pesquerías de la FAO (que comprende el Golfo de México), y que incluye las especies marinas y estuarinas, sin contar las dulceacuícolas (Fischer, 1978). Estas especies se encuentran en aguas relativamente poco profundas a lo largo de los márgenes de las bahías.

Entre ellas se encuentran las especies *Menidia beryllina* (Cope) que está limitada a costas y/o riveras, desde Massachusetts hasta el Sureste de México, localizada en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua, La Grande y Términos; *Membras martinica* (Valenciennes) que incluye a *M. vagrans* (Goode y Bean), va desde las porciones más salinas de las bahías y fuera del Golfo de México, de New York hasta México, reportada en Pueblo Viejo, Laguna Madre, Lagunas de Tamiahua, Alvarado y Mandinga; *Atherinomorus stipes* en Laguna de Términos; *Archomenidia sallei* en Zontecomapan; y *Thyrinops* sp en Alvarado, todas ellas sin importancia económica determinada actualmente (Flores-Coto, 1983; Hoes and Moore, 1977; Kobelkowsky, 1991; Reséndez-Medina y Kobelkowsky, 1991; Fischer, 1978). *Menidia beryllina* y *Membras martinica* son las especies a analizar en el presente trabajo.

Castro (1978) señala que las especies que en conjunto componen esta familia, muestran gran semejanza tanto morfológica como de comportamiento, generando un mal entendido que ha llevado a varios investigadores a describir especies y aún géneros nuevos. Comenta también que Briggs cometió un error al mencionar como subespecie de *M. martinica* a *M. vagrans*, causando confusión en la literatura



ictiológica. De acuerdo con Fischer (1978), *M. martinica* sólo difiere de *M. vagrans* por el número de radios en la aleta anal. Así, la primera especie cuenta con 19-21 radios y la segunda con 15-18 radios.

En relación a lo anterior, el Dr. Barry Chernoff (comentario personal) señala a este problema taxonómico como una sinonimia, por lo que *M. martinica* queda como única especie del género presente en el área.

## ANTECEDENTES

Existen diversos estudios sobre la fauna acuática de algunas lagunas costeras del Golfo de México, como son: Términos, El Carmen, El Pargo y Bocas de Puerto Real (Yáñez-Arancibia, *et. al.*, 1985a; 1985b; 1985c), Bahía Apalache (Livingston, 1985; Stoner y Livingston, 1984), Tamiahua, Pueblo viejo, Tampamachoco, Grande, La Mancha, Mandinga, Alvarado, Zontecomapan, Laguna Madre, Mecoacan y del Ostión; sitios en los se han realizado comparaciones ictiofaunísticas, investigaciones sobre ecología, biología y taxonomía (Castillo-Rivera, *et al.*, 1988; Contreras, 1985a; Kobelkowsky, 1991; Reséndez-Medina, 1991).

En particular, para la laguna de Pueblo Viejo, destacan las investigaciones de García (1972), que realizó un trabajo de ostricultura; De la Lanza y Cantú (1986), que cuantificaron clorofilas de este sistema. Castillo-Rivera (1995) reporta los aspectos ecológicos de la ictiofauna de la laguna. Se han evaluado también algunos aspectos biológicos de anchoa, dos especies de lachas y de los gerreidos de esta zona (Castillo-Rivera *et al.*, 1994; Castillo-Rivera y Zamayoa, 1994; Iniesta y Moreno, 1991; Montiel, 1994).

Concretamente, para la familia de los aterinidos se tienen algunos trabajos. Korth y Fitzsimons (1987) hicieron una comparación de complementos cromosómicos de *L. sicculus*, *M. martinica* y *M. beryllina*, y examinaron por diferencias cromosómicas a las subespecies de *L. sicculus*. Lo relevante del cariotipo es con base en la reciente sinonimia de *M. beryllina* y *M. audens*. En un estudio realizado por Chernoff, *et. al* (1981), se señala que *M. audens*, *M. beryllina atrimentis* y *M. peninsulæ atrimentis* son sinonimias de *M. beryllina*, y que *M. peninsulæ* es una especie diferente.

Por otro lado, en los canales del pantano de St Marks, Florida, *M. beryllina* ocupa el cuarto lugar con 10.1% en número y 6.5% en biomasa (Subrahmanyam, 1985).

En el estuario St Marks, en la bahía Apalachee, en el río East, Florida; en el estuario Cape Fear, Carolina del Norte y en la Bahía Chesapeake, Virginia, *M. beryllina* y *M. martinica* se registraron entre las especies más importantes de esos sistemas (Subrahmanyam, 1985; Subrahmanyam y Coultas, 1980; Weinstein, 1985).

Particularmente para la laguna de Pueblo Viejo, Castillo-Rivera (1995) señala que *M. martinica* ocupa el segundo lugar en número, con un alto índice de importancia relativa temporal.

Hoese y Moore (1977) encontró, en Florida y Texas, que *M. beryllina* ocurre generalmente a salinidades menores de 19 ‰ y *M. peninsulæ* a mayores de 15 ‰. Castro (1978) señala que la presencia de *M. vagrans* en aguas completamente dulces del Río San Juan N.L. corrobora los hábitos eurihalinos.

Weinstein (1985) evaluó las abundancias de *M. martinica* y *M. beryllina*, entre otras especies, en varios estuarios templados-cálidos y tropicales para describir los patrones de utilización del hábitat por la ictiofauna residente de esas zonas.

Subrahmanyam y Coultas (1980) al determinar la causas de cambios temporales en las abundancias de especies en los pantanos de St Mark y Wakulla, Florida, encontraron que *M. beryllina* ocupó el primer lugar en frecuencia, el tercero en importancia biológica, el sexto en peso y el octavo en número, de un total de 55 especies.

Middaugh y Hemmer (1992) estudiaron la ecología reproductiva de *M. beryllina* en la Bahía Blackwater, Florida, y encontraron que el patrón reproductivo se mostró como una estrategia con un rápido crecimiento de juveniles, maduración sexual a temprana edad, alta fecundidad y múltiples desoves. Comparando aspectos reproductivos de poblaciones de *M. beryllina* en laboratorio y poblaciones silvestres de Bahía Blackwater, Sherrill y Middaugh (1993), demuestran que la diaria sincronización del desove en laboratorio y en campo está relacionada con las altas mareas de día que ocurren entre las nueve y catorce horas, y comprueban que esta especie desova en un ciclo semilunar y no en un ciclo de mareas ecuatorial.

La ecología reproductiva de otro aterínido del género *Menidia*, *M. menidia*, fue estudiada por Middaugh (1981) en el estuario North Edisto de Carolina del Sur y encontró que los desoves ocurren sólo durante el día, coincidiendo con el periodo de alta marea, dándose el máximo índice de desove en luna llena y nueva. –

Otro estudio realizado por Letcher Y Bengtson (1993) sobre los efectos de la disponibilidad de alimento en el crecimiento de alevines de *M. beryllina* y *M. menidia* señala que las diferentes tasas de crecimiento de ambas especies, a lo largo de diferentes periodos de desove, están basados en el reparto de recursos en las dos especies en las aguas de Islan Rhode. Mencionan que *M. beryllina* esta mejor adaptada a condiciones de baja disponibilidad de alimento durante el verano. Sus resultados proveen información para calcular el posible gasto de energía al momento de la alimentación, y también proporciona referencias sobre la toxicología acuática en la que se encuentra el organismo. Se han desarrollado pruebas de estres para detectar diferencias entre tratamientos nutricionales con larvas de *M. beryllina* (Ashrar, et. al. 1992).

Castillo-Rivera (1995) menciona que *M. martinica* y *M. beryllina* son de las especies con mayor amplitud de nicho trófico en la laguna de Pueblo Viejo, mostrando una considerable importancia relativa total.

Como se puede observar, la mayor parte de los antecedentes son de *M. beryllina*, especie menos importante de las dos analizadas en el presente estudio. Esto se debe a que *M. martinica* no se distribuye tan al norte como *M. beryllina*, y los trabajos revisados se realizaron desde Florida hasta New York. Por lo tanto, lo que le da mayor relevancia a la presente investigación es la información obtenida para *M. martinica*.

## AREA DE ESTUDIO

La laguna de Pueblo Viejo se localiza en el municipio de Villa Cuauhtémoc al norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 22°05' y 22°13' latitud norte y meridianos 97°50' y 97°57' longitud oeste (figura 1). Al norte limita con el río Pánuco, el cual se comunica mediante un canal situado en su parte noreste; el este limita con Cd. Cuauhtémoc y Tampico Alto (Contreras, 1985b). Al sur se localizan los esteros La puerca y Tamacuil, al noreste están los poblados de Anáhuac y Villa Cuauhtémoc, y al noroeste esta comunicado con la laguna Paso de las Piedras (De la Lanza y Cantó, 1986).

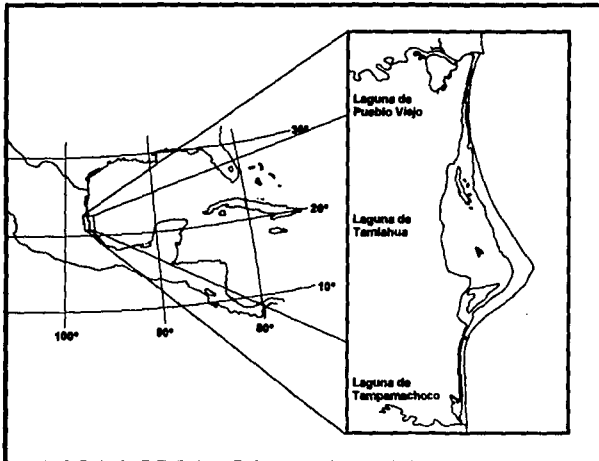


Figura 1.- Ubicación geográfica de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

La laguna esta en la parte oriental de la cuenca de Tampico-Misantla, que tiene como límites geológicos al norte el extremo sur de la cuenca del balsas y la Sierra de San Carlos, por el este la línea de costa, al sur el macizo granítico de Tezuitlan, y por el oeste los pliegues del geosinclinal Mexicano, que constituyen el frente de la Sierra Madre Oriental (Contreras, 1985).

La laguna tiene aproximadamente 88.7 km<sup>2</sup> de superficie (9 100 has); a lo largo en sentido norte-sur mide 13.5 km y una anchura mayor en sentido este-oeste de 11 km (Castillo-Rivera, 1995). En su interior existen varias islas de tamaño pequeño y sobresale la Isleta Grande, con 1 km de largo y 0.2 km de ancho (Contreras, 1985).

El clima, de acuerdo a García (1988), es Aw (e)w que corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano. Presenta dos máximos de lluvias separadas por dos estaciones de secas, una larga en la mitad fría del año y otra corta en la temporada de lluvias; se considera extremoso por su alta oscilación anual de temperaturas medias mensuales, entre 7 y 14 °C. Se observa una precipitación media anual de 98.7 °C, con un mínimo promedio de 16 mm y una máxima de 266.5 mm.

Otros fenómenos meteorológicos que se presentan en la laguna son la penetración de los vientos alisios entre junio y julio; a partir de septiembre se generan ciclones hasta el mes de noviembre que es cuando se inician los nortes, los cuales terminan en primavera. De ahí que el comportamiento de la laguna muestre tres épocas: de "nortes" de noviembre a febrero, de "secas" de marzo a junio y de "lluvias" de julio a octubre (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993).

El cuerpo de agua es clasificado por su origen como una depresión delta con barreras, perteneciente al tipo de sedimentación terrígena diferencial. Se compone básicamente de sedimentos arcillosos (vertisoles pélicos, rendzinas y regozoles calcáricos) combinados en su mayor proporción por carbonatos, sodio y residuos de material orgánico. Su suelo está formado por aporte de sedimento fino y por intemperismo que origina alteraciones en los componentes mineralógicos (Lankford, 1977).

En la laguna de Pueblo Viejo se presentan, por orden de abundancia, el mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle rojo (*Rizophora mangle*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*). Esta última especie se encuentra restringida a una pequeña área al este del sistema. Detrás del mangle, el matorral espinoso se hace abundante, dominando mezquites y huizaches, comizuelo, tenaza y retama. Incluso, esta última se encuentra mezclada con el manglar. Además, se encuentran varias especies de zacate (Castillo-Rivera, 1995).

Dentro del fitoplancton, se registran algunas especies de diatomeas y cianofitas, siendo las primeras las más abundantes (Castillo-Rivera, 1995). En el sistema se presentan dos pulsos máximos de productividad, que coinciden tanto con clorofilas como con células fitoplanctónicas; uno es durante marzo-abril y el otro en septiembre-octubre (Cruz, 1973; Contreras, 1985a; De la Lanza y Cantú, 1986).

De acuerdo con Cruz (1973), entre el zooplancton se encuentran cladóceros, ostrácodos, rotíferos, foraminíferos y larvas de ostión. Castillo-Rivera (1995) menciona además medusas, ctenóforos, copépodos, larvas de megalopa y zoea de *Macrobrachium sp.* En el presente estudio se observó también larvas de insectos, otros organismos que se agrupan dentro de la fauna bentónica como peracáridos, anfípodos y poliquetos.

En la vegetación de fondo domina la *Ruppia maritima*, que es común en ambientes de fuerte oscilación salina; distribuyéndose al oeste, este y sur de la laguna, y siendo casi ausente al norte. Además, se encontraron macroalgas de clorofíceas y rodofíceas (Castillo-Rivera, 1995).

Esta laguna es de gran importancia ya que, junto con Tamiahua, genera el 80% de la producción total de ostión *Crassostrea virginica* (Contreras, 1985b).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Conocer algunas de los principales aspectos biológicos y ecológicos de dos especies de peces de la familia Atherinidae, *M. martinica* y *M. beryllina*, en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar la distribución y abundancia de estas especies en el área de estudio y establecer sus posibles relaciones con algunos factores ambientales.

Evaluar algunos aspectos de crecimiento (edad, composición de tallas, relación peso-longitud, condición y mortalidad) y analizar sus variaciones espaciales y estacionales.

Determinar algunos aspectos reproductivos tales como proporción sexual, índices gonadosomáticos, época reproductiva y fecundidad, analizando la influencia que tienen en estos los factores ambientales y sus variaciones espacio-temporales.

Determinar cualitativa y cuantitativamente los hábitos alimenticios de las especies y sus fluctuaciones espacio-temporales, considerando aspectos de reparto de recurso.

## MATERIAL Y METODO

### De Campo

El material biológico procesado en el presente trabajo forma parte de la colección del Laboratorio de Peces del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; y es producto de los muestreos realizados mensualmente (Ciclo I) en la laguna de Pueblo Viejo, desde mayo de 1988 hasta abril de 1989, en un total de 6 localidades, y de los ciclos nocturnales o de 24 horas (ciclo II) de cada dos meses, desde septiembre de 1989 hasta septiembre de 1990, en dos localidades (figura 2).

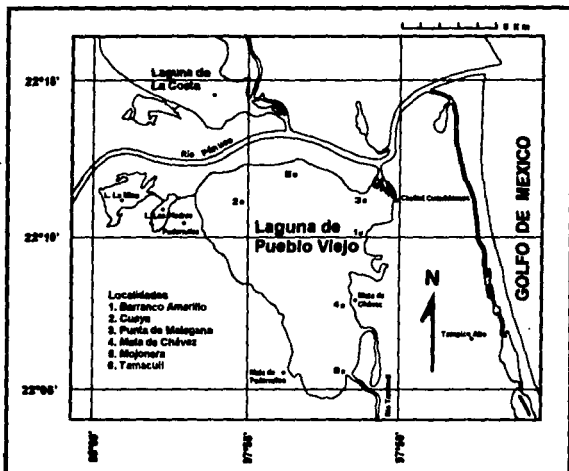


Figura 2.- Toponimia del área de estudio y localidades de colecta en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

Las localidades seleccionadas fueron Barranco Amarillo, Cuaya, Punta de Malgana, Mata de Chávez, Mojonera y Estero de Tamacuil, las cuales fueron escogidas para evaluar los diferentes tipos de hábitats de la laguna, como zonas con o sin vegetación sumergida, y áreas de influencia marina o dulceacuícola. El ciclo II se realizó sólo en dos localidades, Barranco Amarillo y Punta de Malgana.

Para optimar la captura de peces y tener una mayor representatividad de las dos especies en la laguna, se utilizó un chinchorro playero de 30 m de longitud, 1 m de ancho y luz de malla de 1 cm. Las muestras obtenidas se fijaron en formalina al 10% y se conservaron el alcohol etílico al 70% (Kobolkowsky y Castillo-Rivera, 1990; 1991).

Paralelamente se evaluó la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez y profundidad. La temperatura se midió con un termómetro de cubeta con un intervalo de  $-10^{\circ}$  a  $100^{\circ}$  C y una precisión de  $\pm 1^{\circ}$  C; salinidad con un refractómetro de campo American Optical, con un intervalo de 0 a 160 ‰. Se determinó in situ el oxígeno disuelto conforme el método de Winkler con la modificación de azida de sodio según Strickland y Parson (1968). Se evaluó la transparencia (con disco de Secchi) en cada localidad de muestreo y profundidad (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993).

Adicionalmente fue recabada la información de precipitación pluvial, considerando los promedios mensuales de 38 años de la estación del Servicio Meteorológico Nacional en ciudad Cuauhtémoc (García, 1988). Se prefirió utilizar estos promedios en lugar de los correspondientes al periodo del presente estudio (de agosto de 1987 a septiembre de 1990), dado que ambos muestran el mismo patrón, pero los últimos se encuentran incompletos.

#### • De Laboratorio

La determinación taxonómica de los organismos se realizó atendiendo a los criterios de Fischer, (1978).

Posteriormente se obtuvieron las abundancias totales y relativas de las especies, tanto en número como en peso, por cada colecta, para establecer sus posibles relaciones con algunos parámetros físicos y químicos, como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Para la evaluación espacio-temporal, se determinó la relación de la abundancia de la especie con respecto a la localidad y a la hora del día, utilizando para esto último, las muestras obtenidas en los ciclos de 24 horas.

Con un ayuda de un vernier se tomaron los siguientes datos biométricos a los organismos:

- a) Longitud patrón (LP)
- b) Peso total (PT)
- c) Peso eviscerado (PE)
- d) Peso de la gónada (PG)
- e) Peso de estómago lleno (PELL)
- f) Peso estómago vacío (PEV)

Se realizó un corte ventral desde la abertura anal hasta la cintura escapular y se dejó al descubierto las gónadas para la determinación del sexo y del número de huevecillos maduros para la evaluación de fecundidad, que es la capacidad potencial o física de reproducción (Krebs, 1985).

Con respecto a la alimentación, los tractos digestivos se diseccionaron con la ayuda de un estereoscopio y se les tomó medidas merísticas como longitud del tracto total, longitud intestino, peso del estómago lleno y vacío. Los contenidos estomacales se analizaron según el método de ocurrencia y gravimétrico (Leavastu, 1971; Hyslop, 1980; Matlock y García, 1983); y se identificaron los grupos tróficos al nivel de inferior de taxa en lo posible (Gosner, 1971; Barnes, 1977; Meglitsch, 1978).

#### De Gabinete

La relación entre la abundancia y las variables ambientales se evaluó a través de correlaciones simples, utilizando los valores mensuales de estas variables ya que en la laguna no se presenta una estratificación vertical (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993). En los casos en que los datos no cumplieron con los

supuestos de normalidad y homocedasticidad del análisis de correlación, se efectuaron transformaciones logarítmicas de cada variable  $-\log t$ - (Sokal y Rohlf, 1981)

Para evaluar si había diferencias biológicas entre diferentes grupos de datos (v.g. localidades, meses, horas) se aplicó un ANOVA. En los casos en que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, según la prueba de Bartlett, se realizaron transformaciones logarítmicas. Si aún así no se alcanza la normalidad, se recurrió a el método de Kruskal Wallis (análisis no paramétrico) (Sokal y Rohlf, 1981; Siegel, 1988).

Para la determinación de la composición y proporción sexuales se contaron cada mes el número total de machos, hembras y organismos de sexo indeterminado, con cuyos valores se calculó el porcentaje mensual y total de cada uno, además de obtener la proporción macho-hembra mensual y total. Se realizó una prueba de  $\chi^2$  para ver si existían diferencias significativas entre las frecuencias observadas y esperadas, tomando en cuenta una proporción esperada de 1:1 (Siegel, 1988; Nikolsky, 1963).

Se determinó el índice gonadosomático, el cual expresa el peso de la gónada en porcentaje con respecto al peso eviscerado del organismo, obteniéndose promedios mensuales para cada sexo.

$$\text{Índice gonadosomático} = \frac{\text{Peso de la gónada}}{\text{Peso eviscerado del organismo}} \times 100$$

(Nikolsky, 1963)

Con relación a la fecundidad, se tomó el número total de hembras con huevecillos maduros capturadas en la época reproductiva, relacionando logarítmicamente el número de éstos contra el logaritmo de la longitud patrón, de acuerdo a la ecuación propuesta por Rait (Hempel, 1979).

$$F = a(X)^b$$

donde:  $F$  = fecundidad  
 $a$  y  $b$  = constantes  
 $X$  = longitud patrón

La relación peso-longitud se obtuvo utilizando la expresión potencial (Ricker, 1975; Lagler *et al.*, 1977, y Le Cren, 1947) que funciona para la mayor parte de los peces óseos, siendo la forma más general:

$$P = a(L)^b$$

donde:  $P$  = peso eviscerado  
 $L$  = longitud patrón  
 $a$  y  $b$  = constantes de la relación

La transformación logarítmica de esta expresión es una función lineal:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

Con esta expresión se determinaron las constantes  $a$  y  $b$  usando el método de mínimos cuadrados. Esta relación se trabajó para hembras y machos, así como para el total de organismos; posteriormente se



realizaron pruebas de "t" de Student (Daniel, 1987) para verificar la igualdad de pendientes de las ecuaciones de regresión.

Se consideró la longitud patrón debido a que en el manejo de los organismos es común maltratar la aleta caudal, afectando así la medición de la longitud total; igualmente se trabajó con los valores de peso eviscerado para eliminar posibles interferencias del peso de algunos órganos como son gónadas y estómago.

Para determinar la condición de los organismos se trabajó con las constantes (a y b) provenientes de la relación peso-longitud. La ecuación a utilizar es la propuesta por Le Cren (In: Bagenal y Tesch, 1978), cuya expresión es la siguiente:

$$Kr = \frac{P}{a(L)^b}$$

donde: Kr = condición relativa del pez

a = constante

b = pendiente relativa de la relación peso-longitud

P = peso eviscerado del organismo

L = longitud patrón del organismo

Esta estimación se obtuvo para machos y hembras, así como para el total de los organismos atendiendo a los criterios propuestos por Salgado-Ugarte (1985) y Castillo-Rivera et al. (1988).

Para establecer la composición por tallas, se realizó el análisis gráfico de la distribución de frecuencias de tallas (LP) por mes durante todo el período de estudio.

Para obtener los probables grupos de edad de las especies, se utilizaron métodos indirectos tales como: el método probabilístico de Harding modificado por Cassie (1954); Bhattacharya (1967) y Pauly (1983).

La determinación de la edad de los organismos, a través de métodos indirectos, se basa en el agrupamiento de individuos de tamaños casi iguales, y que formarían grupos anuales o cohortes, los cuales dan lugar a una estructura de tamaño constituida por un conjunto de modas que generan polígonos de frecuencias de longitud (Gómez, 1994).

Estos métodos son válidos para los primeros años de vida, ya que a medida que los organismos crecen el traslape de los grupos de edad aumenta. El método de Cassie está basado en la utilización del papel de probabilidad y frecuencia de tallas, separando cada uno de los componentes de una curva multimodal asignándole una clase de edad. Amortigua las variaciones causadas por la presencia de tallas intermedias entre grupos de edad, pudiendo eliminar errores de muestreo.

Bhattacharya funda su método en la transformación logarítmica de las frecuencias de tallas y sus diferencias, obteniendo tendencias lineales que corresponden a grupos de edad. Este método es susceptible a cambios que se dan en las frecuencias de tallas por pequeñas que éstas sean.

Finalmente con el método de Pauly se intentó trazar una curva de crecimiento directamente sobre las muestras de frecuencias por clases de longitud, ordenadas a través del tiempo, correlacionando la mayoría

En cuanto a la alimentación, se aplicó un análisis de discriminantes a los diferentes grupos tróficos (variables determinantes): 1) para determinar diferencias significativas entre la dieta de las especies, y 2) para identificar qué grupos tróficos contribuyen más a diferenciar la dieta de las especies (Castillo-Rivera y Zamayoá, 1994).

Autores, como Linton et al. (1981) y Smith y Zaret (1982), han comparado y discutido los diferentes métodos bivariados para evaluar la similitud de nicho trófico, encontrando algunas desventajas en ellos. Así, en el presente trabajo se optó por un análisis multivariado - análisis de discriminantes - que percibe pequeñas diferencias entre la dieta de las especies y evalúa la significancia en la separación grupos.

La diferencia entre las dietas se evaluó con el criterio de la Lambda de Wilks, utilizando la prueba de  $X^2$  con su correspondiente prueba de significancia. La importancia de cada grupo trófico en la separación de la dieta de las especies fue medida a través de los valores estandarizados proporcionados por el análisis de discriminantes (Tatsuoka, 1988; Castillo-Rivera y Zamayoá, 1994). Dentro de las especies, este análisis se usó también para ver las diferencias por mes, hora, localidad y talla.

Para obtener la amplitud del nicho trófico se utilizó el modelo matemático de Shannon-Wiener de acuerdo con Krebs, (1989).

$$H' = - \sum_{j=1}^n P_j \log P_j$$

donde  $H'$  = índice de amplitud de nicho trófico de Shannon-Wiener

$P_j$  = proporción de individuos encontrados en uso del recurso trófico  $j$  ( $j=1,2,3,\dots,n$ )

$n$  = número total de grupos tróficos

Adicionalmente se evaluó el índice de repleción o plenitud, que indica la relación entre el peso total del contenido estomacal o de sus componentes en relación al peso del organismo, siendo uno de los mejores métodos para evaluar grado de llenado del estómago y, esto a su vez, la intensidad de alimentación (Prejs y Colomine, 1981; Hyslop, 1980; Berg, 1979).

$$I_p = \frac{P_a}{P_p} \times 100$$

donde:  $I_p$  = índice de repleción

$P_a$  = peso de contenido estomacal

$P_p$  = peso del organismo

## RESULTADOS

De el total de organismos capturados en el ciclo I, 363 ejemplares de *Membras martinica* se midieron y pesaron, ya que eran de talla muy pequeña y no se tomaron en cuenta para la biología de la especie. Para el mismo ciclo, se analizó el total de organismos capturados de *Menidia beryllina*. En el ciclo II se analizaron submuestras de organismos de ambas especies por hora, tratando de tener representadas todas las tallas.

### DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

Considerando ambos ciclos de muestreo, se colectaron 2893 organismos de *M. martinica* (3044.28 gr de peso) y 774 de *M. beryllina* (1090.232 gr de peso), dando un total de 3667 organismos con un peso total de 4134.51 gr (tabla 1)

Tabla 1.- Número y peso total de los organismos capturados de las dos especies durante ambos ciclos

Especie	CICLO I		CICLO II		TOTAL	
	número	peso (gr)	número	peso (gr)	número	peso (gr)
<i>M. martinica</i>	984	793.89	1909	2250.39	2893	3044.28
<i>M. beryllina</i>	77	72.95	697	1017.28	774	1090.23

### Variabilidad temporal

Durante ciclo I, *M. martinica* muestra dos máximos en la curva de variación de abundancia numérica, el primero en septiembre correspondiendo también con un máximo en peso (255 organismos con 218.93 gr) y el segundo en abril (213 organismos con 49.93 gr) pero sin coincidir con el segundo máximo en peso, el cual se da en diciembre (205 gr de 81 organismos). De igual manera se da un mínimo en junio tanto en peso como en número (15 organismos con 10.15 gr), el segundo mínimo en número se observa en enero (19 organismos con 42.3 gr) y el de peso en marzo (12.58 gr de 91 organismos). Así, se observa un mismo patrón en el peso y el número. No se encontraron diferencias significativas de la abundancia entre meses ni en peso ni número (ANOVA,  $p>0.05$ ) (tabla 2 y figura 3).

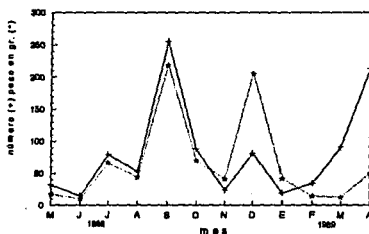
En ciclo II, el comportamiento de la variación de abundancia en peso es igual que en número, con dos máximos, uno en septiembre (710 organismos con 873.17 gr) y otro en julio (525 organismos con 518 gr). El valor mínimo es de marzo (6 organismos con 0.31 gr). Hubo diferencias significativas de la abundancia entre meses en peso y número (Kruskal-Wallis,  $p<0.05$ ) (tabla 3 y figura 5)

Esta especie muestra la máxima abundancia en la época de lluvias y la mínima en nortes, en ambos ciclos. No se encontraron diferencias significativas de la abundancia entre épocas ni en peso ni en número (ANOVA,  $p>0.05$ ).

Tabla 2.- Variación de abundancia por mes para *M. martinica* durante ciclo I.

Año	Mes	Abundancia		Abundancia relativa †	
		número	peso (gr)	número	peso
1988	may	32	17.39	3.25	2.19
	jun	15	10.15	1.52	1.28
	jul	79	66.7	8.03	8.4
	ago	53	44.06	5.38	5.55
	sep	255	218.92	25.91	27.57
	oct	88	70.37	8.94	8.86
	nov	24	41.7	2.44	5.25
	díc	81	205.69	8.23	24.91
1989	ene	19	42.3	1.93	5.33
	feb	34	14.1	3.45	1.78
	mar	91	12.58	9.25	1.58
	abr	213	49.93	21.65	6.29

Figura 3.- Abundancia en número y en peso de *M. martinica* en el ciclo I.



Para *M. beryllina*, en ciclo I, se encontraron un máximo en número y peso, en marzo (33 organismos con 20 gr). No se encontraron diferencias significativas de la abundancia entre meses ni en peso ni en número (ANOVA,  $P > 0.5$ ) (tabla 4 y figura 4).

En ciclo II, se observa que, tanto la abundancia en peso como en número muestran el mismo patrón, con un sólo máximo en mayo (437 organismos con 547.17 gr) y un mínimo en septiembre (19 organismos con 48.41 gr). Hubo diferencias significativas de la abundancia entre meses en peso y número (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (tabla 5 y figura 6).

Así, en ambos ciclos, *M. beryllina* presentó la mayor abundancia en época de secas y la mínima en lluvias. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas de la abundancia entre épocas en peso y número (ANOVA,  $p > 0.05$ ).

Tabla 3.- Variación bimensual de abundancia de *M. martinica* durante ciclo II.

Año	Mes	Abundancia		Abundancia relativa %	
		número	peso (gr)	número	peso
1989	sep	710	873.17	37.19	38.8
	nov	240	340.48	12.57	15.13
1990	ene	83	167.19	4.35	7.43
	mar	6	22.27	0.31	0.99
	may	128	107.77	6.7	4.78
	jul	525	518.17	27.5	23.02

Tabla 4.- Variación mensual de abundancia para *M. beryllina* durante ciclo I.

Año	Mes	Abundancia		Abundancia relativa %	
		número	peso (gr)	número	peso
1988	may	10	10.77	13.51	14.76
	jun	0	0	0	0
	jul	9	12.73	12.16	17.5
	ago	1	3.34	1.55	4.58
	sep	0	0	0	0
	oct	1	2.78	1.35	3.81
	nov	2	6.38	2.7	8.75
	dic	5	9.4	6.75	12.88
1989	ene	0	0	0	0
	feb	7	5.4	9.5	7.39
	mar	33	20.0	44.6	27.4
	abr	6	2.15	8.1	2.95

Tabla 5.- Variación bimensual de abundancia para *M. beryllina* durante ciclo II.

Año	Mes	Abundancia		Abundancia relativa %	
		número	peso (gr)	número	peso
1989	sep	19	48.41	2.72	4.75
	nov	41	60.57	5.88	5.95
1990	ene	20	47.3	2.87	4.65
	mar	32	23.49	4.6	2.31
	may	437	547.17	62.7	57.79
	jul	148	290.32	21.23	28.54

Figura 4.- Abundancia en número y en peso de *M. beryllae* en el ciclo I.

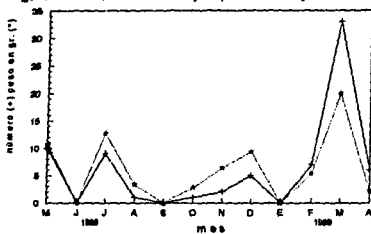


Figura 5.- Abundancia en número y en peso de *M. martinis* en el Ciclo II.

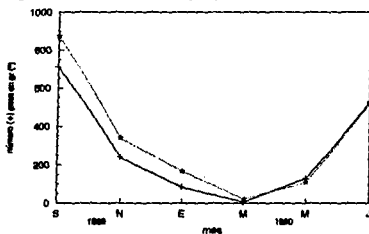
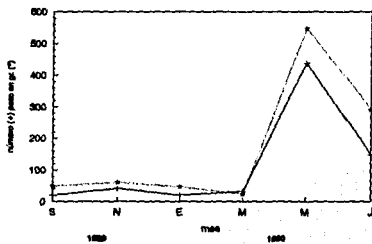


Figura 6.- Abundancia en número y en peso de *M. beryllae* en el ciclo II.



La abundancia por hora (figura 7) muestra, para *M. martinica*, dos picos durante las 24 horas, un máximo a las 6 horas (40 organismos con 47.26 gr en promedio) y otro a las 18 horas (50 organismos con 73.41 gr en promedio). Para *M. beryllina* se da sólo un pulso de las 16-18 horas (28-31 organismos con 45 gramos en promedio). Su abundancia en comparación con la de *M. martinica* fue menor. Las diferencias de la variación de la abundancia entre horas, por peso y numero, para ambas especies, no fueron significativas (Kruskal-Wallis,  $p > 0.05$ ). Los resultados de abundancia por hora se resumen en las tablas 6 y 7

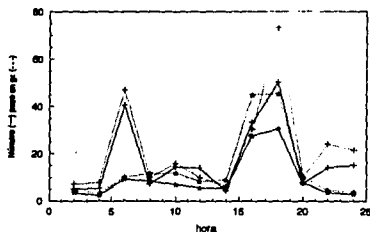
Tabla 6.- Variación de la abundancia por hora de *M. martinica* durante el ciclo II.

Hora	Sep		Nov		Ene		Mar		May		Jul	
	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso
02	13	16.5	1	2.1	2	5.6	0	0	2	1.8	15	13.4
04	14	19.9	6	7.6	1	3.3	0	0	2	4.9	9	12
06	34	48.5	81	97.2	2	5.6	0	0	2	1.7	124	129
08	18	25.4	3	4.6	5	13.1	0	0	1	0.8	17	15.8
10	76	78.1	0	0	2	5.1	1	5.4	0	0	8	7.4
12	77	48.2	0	0	5	9.5	0	0	0	0	2	2.3
14	20	29.8	1	1	2	5	2	0.2	1	1.6	0	0
16	115	75.8	0	0	13	30.9	0	0	0	0	72	76.2
18	212	331.4	13	23.2	2	4.5	0	0	13	13.6	62	67.8
20	27	39.8	7	8.7	0	0	0	0	2	3.1	10	10.8
22	54	87.1	9	14.8	1	5.1	0	0	3	5.1	18	22.3
24	50	69.6	9	15.6	0	0	0	0	2	3.5	31	40.8

Tabla 7.- Variación de la abundancia por hora de *M. beryllina* durante ciclo II

Hora	Sep		Nov		Ene		Mar		May		Jul	
	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso	num	peso
02	0	0	1	3.3	1	0.56	0	0	18	20.9	1	1.6
04	0	0	2	2.6	0	0	1	1	7	8.05	4	9.1
06	0	0	3	7.3	0	0	1	0.74	49	48.3	3	4.7
08	13	30.8	11	9.9	2	6.5	0	0	24	21.2	1	1.7
10	5	14.4	6	3.8	4	9.3	1	0.34	22	32.2	5	11.7
12	1	3.2	3	1.2	4	10.9	1	0.44	23	31.1	2	3.5
14	0	0	10	19.3	2	5.06	6	9.9	15	19.6	0	0
16	0	0	4	10.8	3	8.4	15	6.04	72	99.02	72	146
18	0	0	0	0	0	0	0	0	136	178.7	48	93.9
20	0	0	0	0	1	3.3	3	0.99	36	43.9	7	11.5
22	0	0	0	0	0	0	4	4.01	16	22.3	1	1.3
24	0	0	1	2.07	0	0	0	0	17	20.2	0	0

Figura 7.- Abundancia por hora en número y en peso de *M. martinica* (+) y *M. beryllina* (\*) en ciclo II.

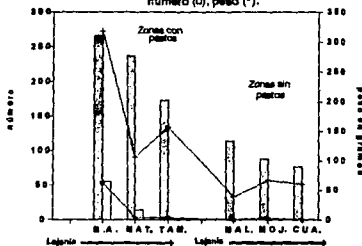


### Variabilidad espacial

En cuanto a abundancia por localidad, en Barranco Amarillo se encontró la abundancia más alta para *M. martinica* con 266 organismos que corresponde al 25.16% de la captura total. El valor mínimo se observó en Cuaya con 77 organismos que es el 7.28% del total de la captura. No hubo diferencias significativas de la abundancia entre localidades ni en peso ni número (Kruskal-Wallis,  $p > 0.05$ ).

Igualmente, para *M. beryllina*, se encontró la abundancia más alta en Barranco Amarillo con 56 organismos que equivale al 5.3% de la captura total, y la mas baja en Malagana y Cuaya con cero individuos. Estas diferencias en la abundancia entre localidades fueron significativas en peso y número (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ).

Figura 8.- Abundancia en número y peso en gramos de ambas especies por localidad en el ciclo I. *M. martinica* número (a), peso (+) y *M. beryllina* número (b), peso (\*).





En la figura 8 se puede observar como la abundancia de ambas especies es mayor en las localidades cercanas a la boca de la laguna y va disminuyendo a medida que la localidad se aleja de la misma. Del mismo modo, la abundancia de las dos especies es mayor en las localidades que cuentan con vegetación sumergida (*Ruppia maritima*) que en las que carecen de ella.

#### Relación entre la abundancia y los parámetros ambientales

Los intervalos de temperatura, salinidad, oxígeno, transparencia y profundidad a la que los organismos fueron capturados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 8.- Intervalos de parámetros ambientales en los que se capturó *M. martinica*.

Parámetro	min	media	max
temperatura (°C)	18	27.8	34
salinidad (‰)	0	11.5	33
oxígeno (ppm)	0.85	6.51	14.2
transparencia (cm)	5	31.8	80
profundidad (cm)	83	106.6	165

Tabla 9.- Intervalos de parámetros ambientales en los que se capturó *M. beryllina*.

Parámetro	min	media	max
temperatura (°C)	18	26.8	34
salinidad (‰)	0	17.6	27
oxígeno (ppm)	3.2	8.85	20
transparencia (cm)	20	31.01	70
profundidad (cm)	80	103.6	135

El análisis estadístico de la asociación de las relaciones de la abundancia en número y peso con los parámetros ambientales se realizó por medio de una correlación paramétrica. Los coeficientes de correlación se muestran en la tabla 10.

Para ninguna de las dos especies se obtuvo correlación significativa en el ciclo I. En el ciclo II, con los valores de  $r^2$ , la salinidad influyó en un 18.6% de la abundancia en número y 16.4% en peso de *M. martinica*; y la profundidad en un 12.4% en número y 8.9% en peso. Para *M. beryllina*, la salinidad explicó el 11.2% de la abundancia en número y 9.6% en peso, y la temperatura (figura 9) explicó el 9.4% de la abundancia en número y 7.2% en peso. Ambos parámetros fueron significativos con un nivel de confianza del 95%.

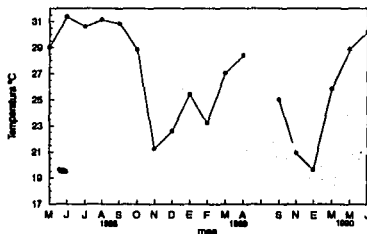
Tabla 10.- Coeficientes de correlación (r) entre la abundancia en número y peso, de ambas especies, con los parámetros ambientales.

Especie	Parámetro	Abundancia num.		Abundancia peso	
		ciclo I	ciclo II	ciclo I	ciclo II
<i>Membras martinica</i>	salinidad	-0.1059**	-0.4317*	-0.1934**	-0.4054*
	temperatura	0.0680**	0.1443**	-0.0330**	0.0357**
	oxígeno	-0.1694**	0.0164**	-0.1111**	0.0201**
	transparencia	-0.1424**	-----	-0.0992**	-----
<i>Menidia beryllina</i>	salinidad	0.1569**	0.3354*	0.0880**	0.3101*
	temperatura	-0.0502**	0.3064*	-0.0583**	0.2690*
	oxígeno	-0.0771**	-0.0383**	-0.0273**	0.0255**
	transparencia	0.0319**	-----	0.0632**	-----

\* significativo a  $p < 0.05$

\*\* no significativo

Figura 9.- Variación de temperatura en la Laguna durante el periodo de estudio



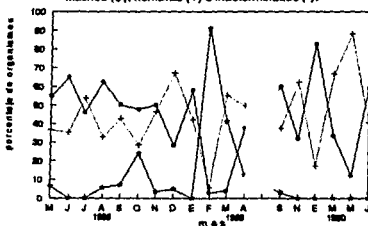
## ASPECTOS REPRODUCTIVOS

### Proporciones sexuales

Con respecto a la proporción sexual de la población íctica, se determinó el sexo a 983 ejemplares de *M. martinica* en el ciclo I resultando 401 machos, que representa el 41% de la muestra analizada, 441 hembras (45%) y 141 indeterminados (14%). En ciclo II se determinó el sexo de 254 ejemplares de los que se encontró 133 machos (53%), 118 hembras (46%) y 3 indeterminados (1%).

En la figura 10 se muestra la composición sexual por mes de *M. martinica*, registrándose tres picos. En septiembre se capturaron 127 machos, 108 hembras y 18 indeterminados, lo que representa un pulso en la gráfica; en diciembre el número de hembras es mayor que el de machos (55 y 23 organismos, respectivamente), que es el segundo pico, y el de indeterminados baja a cuatro; para abril las hembras aumentan hasta 110 organismos, los machos hasta 83 y los indeterminados a 28, siendo esto el tercer pico. En febrero se dan los valores mínimos de hembras y machos (2 y 1 organismos, respectivamente) y el máximo de indeterminados (33 organismos).

Figura 10.- Proporción mensual por sexo de *M. martinica* en el ambos ciclos.  
Machos (e), hembras (+) e indeterminados (\*).



La máxima relación macho-hembra se registró en marzo con 1:14, y la mínima fue en junio con 1:0.5 del ciclo I. En el ciclo II la máxima fue en mayo con 1:7 y la mínima en enero con 1:0.2. La proporción sexual total fue 401 machos y 441 hembras o 1:1.09 en ciclo I, y para ciclo II 133 machos y 118 hembras o 1:0.88 los cuales no fueron significativamente diferentes de la proporción 1:1 ( $X^2=1.3983$ ,  $p>0.05$ ). Las proporciones sexuales varían mensualmente pero no se aprecia un patrón (tabla 11).

Tabla 11.- Proporciones sexuales y relación macho-hembra por mes de *M. martinica*

Año	Mes	Ciclo	macho		hembra		indet		total		rel. M:R	
			no.	%	no.	%	no.	%	no.	%		
1988	may	I	17	56.6	11	36.6	2	6.6	30	100	1:0.6	
	jun		11	64.7	6	35.2	0	0	17	100	1:0.5	
	jul		36	46.1	42	53.8	0	0	78	100	1:1.2	
	ago		33	62.2	17	32.7	3	5.6	53	100	1:0.5	
	sep		127	50.1	108	42.6	18	7.1	253	100	1:0.8	
	oct		42	47.7	25	28.4	21	23.8	88	100	1:0.6	
	nov		14	50.0	13	46.4	1	3.5	28	100	1:0.9	
	dic		23	28.0	55	67.0	4	4.8	82	100	1:2.4	
	1989		ene	11	57.8	8	42.1	0	0	19	100	1:0.7
			feb	1	2.9	2	5.8	31	91.1	34	100	1:2
mar		3	3.7	44	55.0	33	41.2	80	100	1:14		
abr		83	37.5	110	49.7	28	12.6	221	100	1:1.3		
T o t a l			401	40.7	441	44.8	141	14.3	983	100	1:1.09	

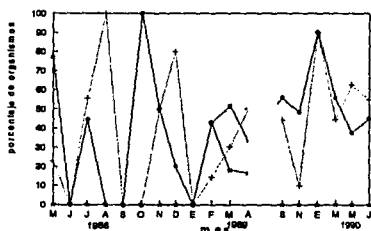
Continuación de la Tabla 11.- Proporciones sexuales y relación macho-hembra por mes de *M. martinica*

	sep	II	59	59.6	37	37.3	3	3.0	99	100	1:0.6
	nov		14	31.8	30	62.1	0	0	44	100	1:2.1
1990	ene		24	82.7	5	17.2	0	0	29	100	1:0.2
	mar		1	33.3	2	66.6	0	0	3	100	1:2
	may		3	12.0	22	88.0	0	0	25	100	1:7.3
	jul		32	59.2	22	40.7	0	0	54	100	1:0.7
T o t a l			133	52.3	118	46.4	3	1.2	254	100	1:0.88

Para *M. beryllina* se determinaron 77 organismos en ciclo I, de los cuales resultaron 39 machos, que es el 51% de la población analizada, 28 hembras (36%) y 10 indeterminados (13%). En ciclo II se trabajó con 164 organismos, en donde 88 fueron machos (54%), 76 hembras (46%) y ningún indeterminado.

En la figura 11 de composición sexual por mes, se observó tres valores máximos para hembras y 2 para machos. En julio se encontraron cinco hembras y cuatro machos; en diciembre hubo cuatro hembras y un macho, y es en marzo cuando se dan los valores más altos ya que los machos aumentaron a 17 organismos y las hembras a 10 organismos, además de que se encontró seis indeterminados. En esta especie no se observó que los indeterminados llegaran a superar, en cuanto a número, a los machos y hembras.

Figura 11.- Proporción mensual por sexo de *M. beryllina* en ambos ciclos.  
Machos (•), Hembras (+) e indeterminados (\*).



La máxima relación macho-hembra, 1:4, se registró en diciembre y la mínima fue en octubre con 1:0 del ciclo I. En el ciclo II la máxima fue en mayo con 1:1.6 y la mínima en enero con 1:0.1. La proporción sexual total fue 39 machos y 28 hembras o 1:0.74 en ciclo I, y para ciclo II 88 machos y 76 hembras o 1:0.86 los cuales no fueron significativamente diferentes de la proporción 1:1 ( $X^2=0.44551$ ,  $p>0.05$ ). Las tasas sexuales varían mensualmente pero no aprecia un patrón (tabla 12).

Tabla 12.- Proporciones sexuales y relación macho-hembra por mes de *M. beryllina*.

Año	Mes	Ciclo	macho		hembra		indet		total		rel. M:H
			no.	%	no.	%	no.	%	no.	%	
1988	may	I	10	76.9	3	23.0	0	0	13	100	1:0.3
	jun		0	0	0	0	0	0	0	100	0:0
	jul		4	44.4	5	55.5	0	0	9	100	1:1.3
	ago		0	0	1	100.0	0	0	1	100	0:1
	sep		0	0	0	0	0	0	0	100	0:0
	oct		1	100	0	0	0	0	1	100	1:0
	nov		1	50.0	1	50.0	0	0	2	100	1:1
	dic		1	20.0	4	80.0	0	0	5	100	1:4
1989	ene		0	0	0	0	0	0	0	0	0:0
	feb		3	42.8	1	14.2	3	42.8	7	100	1:0.3
	mar		17	51.5	10	30.3	6	18.1	33	100	1:0.6
	abr		2	33.3	3	50.0	1	16.6	6	100	1:1.5
T o t a l			39	50.6	28	36.3	10	1.2	77	100	1:0.74
1990	sep	II	33	55.9	26	44.0	0	0	59	100	1:0.8
	nov		15	48.3	16	9.8	0	0	31	100	1:1.2
	ene		10	90.0	1	9.0	0	0	11	100	1:0.1
	mar		15	55.5	12	44.4	0	0	27	100	1:0.8
	may		6	37.5	10	62.5	0	0	16	100	1:1.6
jul	9	45.0	11	55.0	0	0	20	100	1:1.2		
T o t a l			88	53.6	76	46.3	0	0	164	100	1:0.86

### Índice gonadosomático

Los índices gonadosomáticos para las hembras de *M. martinica* alcanzaron valores altos en los meses de febrero y julio (7.5% y 4.9%, respectivamente) y valores bajos de octubre a diciembre, siendo el mínimo en noviembre con un valor de 0.3%. Los machos presentaron el mismo patrón pero con valores mucho más bajos y recorridos un mes, mostrando los máximos en marzo y agosto (1.4 y 0.99, respectivamente) y el mínimo en noviembre con un valor de 0.07. En el ciclo II, la variación del índice gonadosomático siguió un comportamiento similar al de ciclo I. Las diferencias de los índices gonadosomáticos entre mes y entre sexos fueron significativas (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (figura 12).

Para las hembras de *M. beryllina* se observan también dos picos, uno en septiembre (índice gonadosomático de 12.82%) y el otro, más alto, a finales e inicios del año. Los machos presentaron valores más bajos e igual comportamiento, mostrando en enero un máximo de 5.1%. Los valores mínimos de ambos sexos fueron en abril, con un valor de 0.26% para machos y 0.6% para hembras. Las diferencias de los índices gonadosomáticos entre mes y entre sexos fueron significativas (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (figura 13).

Figura 12.- Variación del índice gonadosomático de *M. martinica* en ambos ciclos. Machos (+), Hembras (\*).

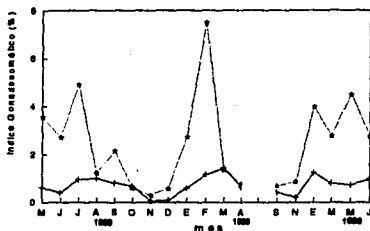
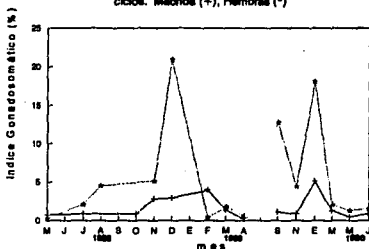


Figura 13.- Variación del índice gonadosomático de *M. berghii* en ambos ciclos. Machos (+), Hembras (\*).



## Fecundidad

La fecundidad fue determinada para 159 hembras (29.72% de la población total de hembras que ya poseían huevos maduros) de *M. martinica* de 30 mm a 85 mm de longitud patrón y 0.32 gr a 7.15 gr de peso, y se encontró que el número de huevos osciló entre 60 y 2050 con una media de 305 y desviación standard de 302.16. En las siguientes dos tablas, ciclo I y ciclo II respectivamente, se observa el número de huevos maduros encontrados en determinados intervalos de tallas de *M. martinica*.

	Intervalo de talla	No. total hembras	No. hembras c/huevos	media	mediana	min.	max.
Chic.	24.55-31.8	97	2	117.5	117.5	61	174
	31.86-39.1	62	30	156.53	140.5	73	432
Med.	39.16-46.4	76	46	222.32	229.5	86	384
	46.46-53.7	61	34	249.41	246	94	407
	53.76-61.0	10	3	246	297	100	342
	61.60-68.3	17	1	578	578	578	578
Grand.	68.36-75.6	21	5	627.8	555	220	1200
	75.66-82.9	3	1	1516	1516	1516	1516

	Intervalo de talla	No. total hembras	No. hembras c/huevos	media	mediana	min.	max.
Chic.	31.86-39.1	10	3	189.3	130	66	372
Med.	39.16-46.4	23	9	145.3	150	46	207
	46.46-53.7	36	10	272.8	256.5	160	569
	53.76-61.0	24	8	308	283	181	474
	61.60-68.3	7	5	367.6	400	236	425
Grand.	68.36-75.6	-	-	-	-	-	-
	75.66-82.9	2	2	1165	1165	280	2050

En relación a la variabilidad de la fecundidad mensual, en la figura 14 se observa los valores máximos de febrero y marzo de 1989, siendo el más alto en marzo con una media de 1200, cabe aclarar que el número de organismos correspondientes a estos meses es bajo (2 y 1, respectivamente). La fecundidad más baja se registró en abril 89 con un valor de 99.5 (2 organismos) y en noviembre 88 no se encontró hembras maduras. En marzo 90 (ciclo II) se da un valor de 1300, aunque de un sólo organismo, que coincide con el pico de marzo 89.

La relación fecundidad-longitud y fecundidad-peso para *M. martinica* se realizó con dos muestreos, una del mes de julio 1988 y otra de enero a marzo 89 (los tres últimos meses se analizaron conjuntamente porque el número hembras maduras se redujo) por tener mayor número de huevos maduros (figura 14). Los resultados se muestran en la tabla 13.

Figura 14.- Relación del índice gonadosométrico, No. huevos maduros y No. de indeterminados de *M. martinica*.

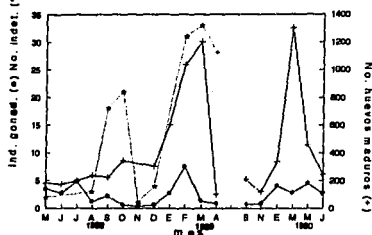


Tabla 13.- Coeficientes de la regresión de fecundidad-longitud (modelo potencial) y fecundidad-peso (modelo lineal) de *M. martinica*, con un nivel de confianza del 95%.

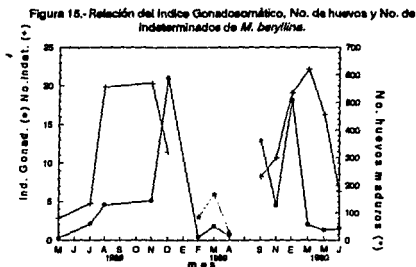
	Fecundidad-Longitud		Fecundidad-Peso	
	julio 88	ene-feb-mar 89	julio 88	ene-feb-mar 89
n	40	6	40	6
a	0.438	0.491	0.275	3.027
b	0.182	0.172	2.78E-3	2.25E-3
r	0.622	0.846	0.726	0.841
r <sup>2</sup>	38.69	71.68	52.76	70.81
α	<0.001	0.033	<0.001	0.035

Se tomaron 40 hembras para el análisis de fecundidad de *M. beryllina*, esta submuestra es el 45.97% de la población total de hembras capturadas, y se encontraron en un intervalo de 34.4 mm a 63.6 mm de longitud patrón y 1.13 gr a 4.78 gr de peso total. El número total de huevos maduros osciló entre 66 y 1397 con una media de 353.7 y desviación estandar de 241.04. En la siguiente tabla se puede observar el número de huevos maduros encontrados en determinados intervalos de tallas de *M. beryllina* en ambos ciclos.

	Intervalo de talla	No. total hembras	No hembras c/huevos	media	mediana	min.	max.
Chic.	31.86-39.1	8	3	118	142	66	143
Med.	39.16-46.4	19	10	266.5	270.5	80	500
	46.46-53.7	23	12	245.2	205	91	480
	53.76-61.0	11	9	464.8	453	237	801
	61.60-68.3	6	5	676.6	798	135	1397



La variación de la fecundidad por mes se muestra en la figura 15, donde se ve un máximo en noviembre 88 con un valor de 570. Se observa otro pico en marzo 90 (ciclo II) con un valor de 620. En el mes de mayo 88 se registra el valor mínimo de 80. Estos meses cuentan sólo con un organismo.



La relación fecundidad-longitud patrón y fecundidad-peso total para *M. beryllina* se realizó con el mes de enero 90 (ciclo II) por tener mayor número de huevos maduros y número de hembras maduras. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14.- Coeficientes de la regresión de fecundidad-long.patrón (modelo potencial) y fecundidad-peso (modelo lineal) total de *M. beryllina* con un nivel de confianza del 95%, del mes de enero 90.

	Fecundidad-Longitud Patrón	Fecundidad-Peso Total
n	10	10
a	0.562	1.79
b	0.075	2.19E-3
r	0.308	0.491
r <sup>2</sup>	9.53	24.17
$\alpha$	0.385	0.148

Tabla 15.- Cuadro comparativo de épocas reproductivas y modalidades de *M. beryllina* en diferentes estudios (referencias tomadas de Middaugh y Hemmer, 1992).

Lugar de estudio	Epoca de reproducción	Modalidad	Temperatura °C	Salinidad ‰
Pattaquamscutt R., Rhode Island	jun-jul	unimodal	17-28	5-16
Carmans R., New York	abr-jul	unimodal	15-27	0-15
Cattus Island, New Jersey	may-jul	bimodal	15-28	5-11
Blackwater Bay, Florida	mar-sep	bimodal	14-29	0-6
Copano Bay, Texas	feb-ago	bimodal	16-30	4-18
Lake Texoma, Oklahoma	mar-jul	unimodal	15-30	-
Pueblo Viejo, Veracruz ... (presente estudio)				
<i>M. martinica</i>	ene-feb y may-jul	bimodal	28-30	0.5-23
<i>M. beryllina</i>	dic-ene y jul-ago	bimodal	27-31	10-20

## ASPECTOS DE CRECIMIENTO

### Relación peso-longitud

Para obtener la relación peso-longitud de la especie *M. martinica* se considero un total de 913 organismos, de los cuales 387 fueron machos, 421 hembras y 105 de sexo indeterminado. La relación se trabajó sólo para hembras y machos ya que los indeterminados tuvieron poca frecuencia, quedando las ecuaciones como sigue:

Tabla 16.- Ecuaciones de la relación peso eviscerado-longitud patrón para *M. martinica*.

Sexo	No.org	Expresión Potencial
machos	387	$W = 3.3791E-6 L^{3.28339}$
hembras	421	$W = 3.2459E-6 L^{3.27775}$
general	913	$W = 6.1020E-6 L^{3.10841}$

El análisis de varianza para la correlación general fue significativa ( $p < 0.05$ ) con un coeficiente de correlación de 0.961 (figuras 16,17,18).

En la determinación de la relación peso-longitud de *M. beryllina* se utilizaron 232 organismos (124 machos, 103 hembras y 5 indeterminados). Las ecuaciones se muestran en la tabla 17.

Figura 16.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud general de M. martinica

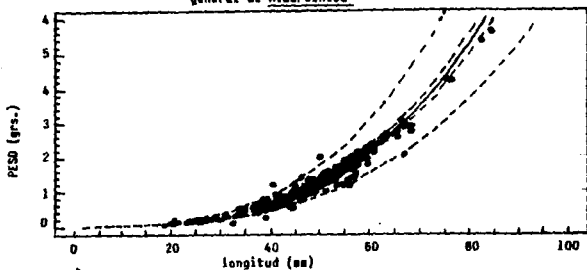


Figura 17.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud de las hembras de M. martinica

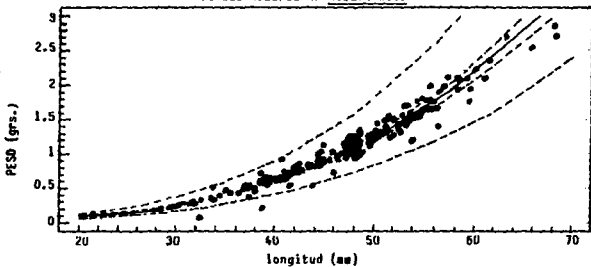


Figura 18.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud de los machos de M. martinica

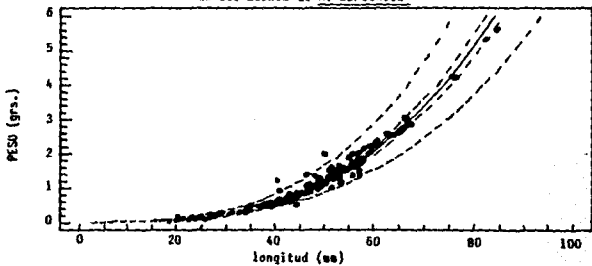


Figura 19.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud general de N.beryllina

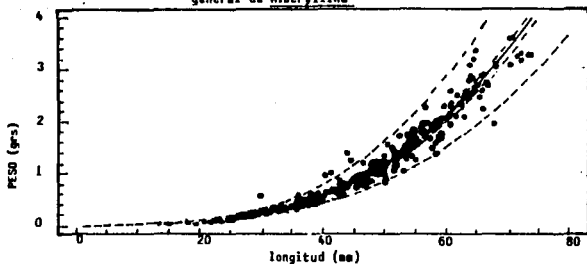


Figura 20.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud de hebras de N. beryllina

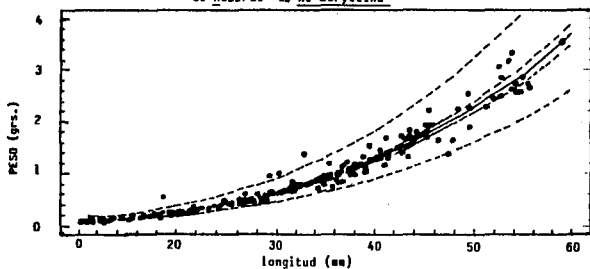


Figura 21.- Curva de ajuste de regresión de peso-longitud de los machos de N. beryllina

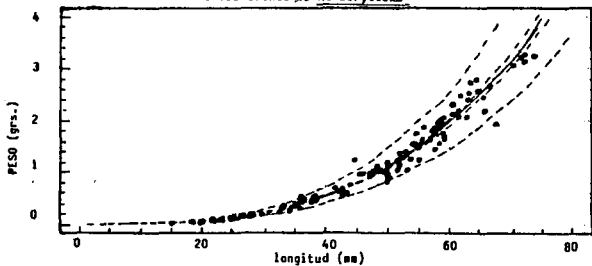


Tabla 17.- Ecuaciones de la relación peso eviscerado - longitud patrón para *M. beryllina*.

Sexo	Número de org.	Expresión	Potencial
machos	124	$W = 4.2009E-6$	$L^3.21056$
hembras	103	$W = 4.38772-6$	$L^3.177$
general	232	$W = 4.5645E-6$	$L^3.17918$

El análisis de varianza para la correlación general fue significativa ( $p < 0.05$ ) con un coeficiente de correlación 0.989 (figura 19, 20 y 21).

Cabe hacer notar que, aparte de usar el peso eviscerado para la relación peso-longitud, se utilizó también el peso total y al no encontrarse diferencias significativas entre ambas relaciones se prefirió usar el peso eviscerado ya que est, no se ve influenciado por el tamaño de las gónadas y grado de llenado del estómago.

Se efectuó también una prueba de "t" de Student para evaluar si existían diferencias significativas entre las pendientes de machos y hembras obtenidas. Los resultados, con un 95% de confianza, indicaron que no hay diferencias entre las pendientes de ambos sexos de las dos especies (tabla 18).

Tabla 18.- Prueba de hipótesis para comparar las pendientes de la relación peso-longitud de machos y hembras.

<i>Membras martinica</i>	$H_0 : b_m = b_h$	$t_c = 1.4410$	$1.4410 < 1.645$
	$H_a : b_m \neq b_h$	$t_t = 1.645$	por lo que no se rechaza $H_0$ .
<i>Menidia beryllina</i>	$H_0 : b_m = b_h$	$t_c = 0.6011$	$0.6011 < 1.657$
	$H_a : b_m \neq b_h$	$t_t = 1.657$	por lo que no se rechaza $H_0$ .

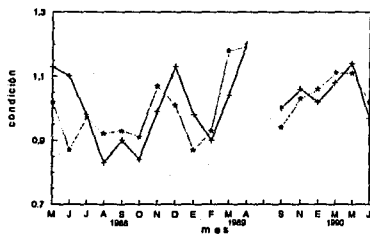
### Factor de Condición

Los valores de factor de condición relativo por sexo muestran un comportamiento similar en ambos sexos de las dos especies. *Membras martinica* con dos máximos, uno en nov-dic (1.01 hembras, 1.12 machos) y otro en marzo-abril (1.18 hembras, 1.2 machos). Los valores mínimos fueron en junio-agosto (0.86 hembras, 0.82 machos) y en enero-febrero (0.87 hembras, 0.9 machos). En esta especie los organismos indeterminados fueron los que tuvieron la condición más alta, seguidos por las hembras y por último los machos. Las diferencias que se encontraron fueron significativas (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (tabla 19 y figura 22).

Tabla 19.- Variación mensual de la condición relativa en los dos ciclos para *M. martinica* y *M. beryllina*.

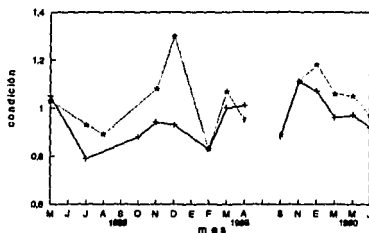
Año Mes	<i>M. martinica</i>			<i>M. beryllina</i>				
	machos	hembras	total	machos	hembras	total		
88	may	1.13	1.02	1.09	1.05	1.03	1.049	
	jun	1.1	0.87	1.02				
	jul	0.98	0.97	0.97	0.79	0.93	0.87	
	ago	0.83	0.92	0.86		0.89	0.89	
	sep	0.9	0.93	0.92				
	oct	0.84	0.91	0.88	0.88		0.88	
	nov	0.99	1.07	1.04	0.94	1.08	1.01	
	dic	1.13	1.01	1.05	0.93	1.3	1.22	
	89	ene	0.98	0.87	0.93			
		feb	0.9	0.93	1.04	0.83	0.83	0.83
		mar	1.04	1.18	1.16	1	1.07	1.01
		abr	1.2	1.19	1.2	1.01	0.95	0.96
sep		1	0.94	0.98	0.88	0.89	0.88	
nov		1.06	1.03	1.04	1.11	1.11	1.11	
90	ene	1.02	1.06	1.03	1.07	0.18	1.13	
	mar	1.08	1.11	1.1	0.96	1.06	0.99	
	may	1.14	1.11	1.12	0.97	1.05	1	
	jul	0.97	1.02	0.99	0.92	0.97	0.94	
Total	0.997	1.037	1.017	0.98	1.061	1.02		

Figura 22.- Variación mensual de la condición relativa de *M. martinica* en ambos ciclos. Machos (+) y Hembras (\*).



En *M. beryllina* se observó un máximo en diciembre-enero (0.94 machos, 1.3 hembras), los mínimos se presentaron en julio (0.8 machos, 0.9 hembras) y en febrero (0.82 para ambos sexos). En esta especie las hembras tuvieron la condición más alta, después los indeterminados y al final los machos. Se encontró que hubo diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (tabla 19 y figura 23).

Figura 23.- Variación mensual de la condición relativa de *M. beryllina* en ambos sexos. Machos (+) y Hembras (\*).



### Composición de tallas

En lo que respecta a la composición de tallas, en la distribución frecuencial de los organismos de la especie *M. martinica*, se puede apreciar que el intervalo total de longitud fue de 8.9 mm a 90.15 mm con un valor promedio de 40.62 mm (figura 24).

Se puede apreciar en el histograma de frecuencias por sexo (figura 25) que las hembras fueron de tallas ligeramente más pequeñas que los machos. La talla mínima para hembras fue de 11.3 mm y para machos fue de 17.8 mm, en tanto que la talla máxima para hembras resultó de 84.5 mm y para machos de 90.15 mm.

Algunos organismos de tallas entre 9.8 mm y 50 mm se consideraron como indeterminados ya que no se logró identificar su sexo. Las tallas mínimas se registraron en abril en un intervalo de 8.9 mm a 14.8 mm y las mayores se presentaron en diciembre en intervalo de 80.6 mm a 90.15 mm (figura 26).

Para la otra especie, *M. beryllina*, el intervalo total de longitud fue de 10 mm a 73.6 mm con un valor promedio de 45.8 mm (figura 27). En el histograma de frecuencias por sexo (figura 28) se puede apreciar que la talla mínima de machos fue de 21.4 mm mientras en hembras fue de 15 mm. La talla máxima en macho fue de 70 mm y la de las hembras fue de 73.6 mm. Así, se puede ver que el intervalo de tallas de las hembras es más amplio que el de los machos. Los organismos de sexo indeterminado se encontraron en un intervalo de longitud pequeño (13 mm a 26.3 mm)

Las tallas menores se encontraron en el mes de febrero, en un intervalo de 13 mm a 18 mm y los valores mayores se registró en diciembre en un intervalo de 80 mm a 85 mm (figura 29).

En la distribución global de tallas de ambas especies se observa, prácticamente, una sola moda en la mayoría de los meses, excepto en el época de nortes en el caso de *M. martinica* donde se alcanzan a ver dos modas (figuras 26 y 29).

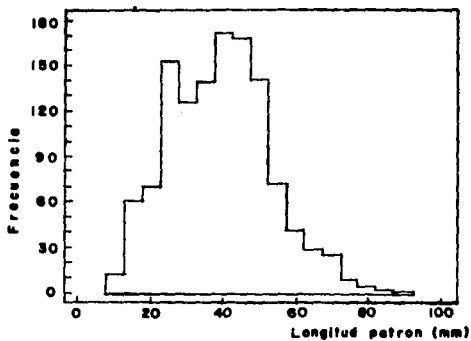


Figura 24 .- Distribucion total de las tallas de M. martinica

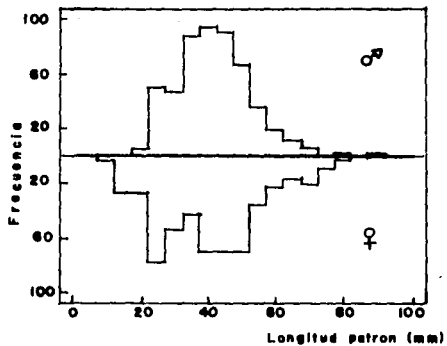
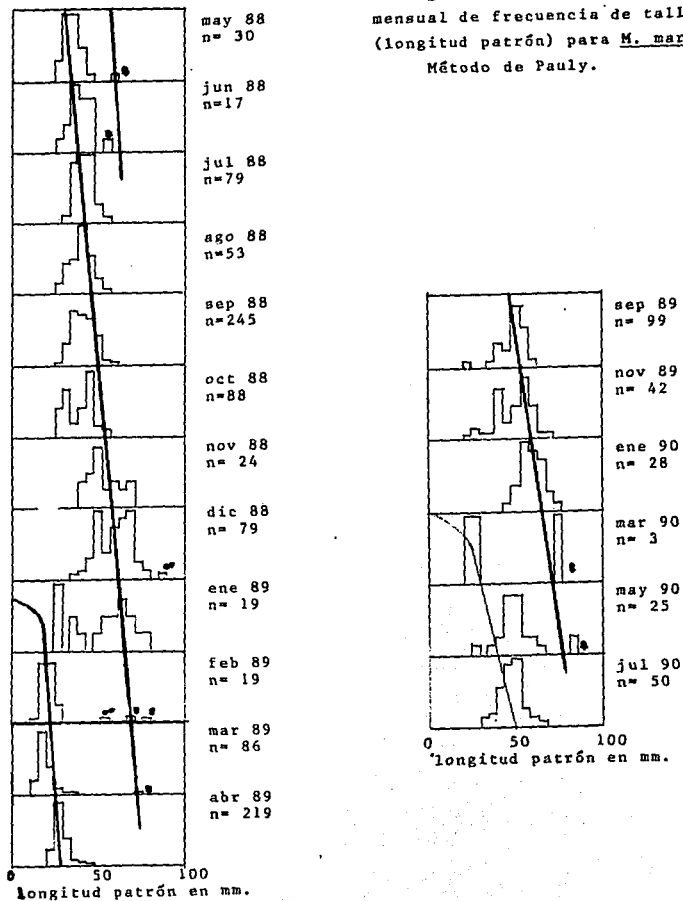


Figura 25.- Distribucion de las tallas por sexo de M. martinica



Figura 26.- Distribución mensual de frecuencia de tallas (longitud patrón) para M. marrínica Método de Pauly.



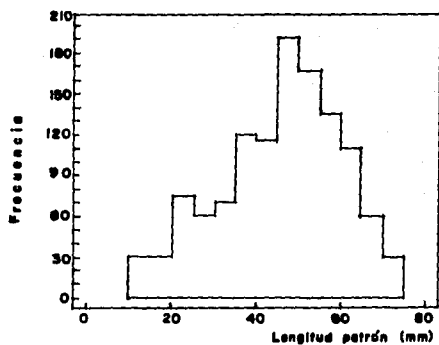


Figura 27.- Distribución de tallas totales de M. beryllina

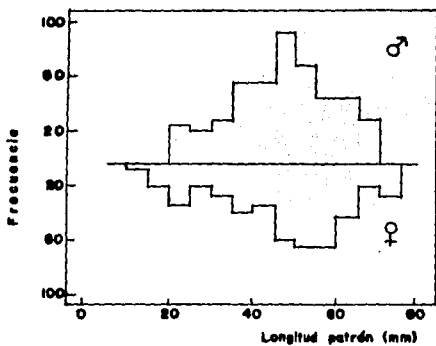


Figura 28.- Distribución de tallas por sexo de M. beryllina

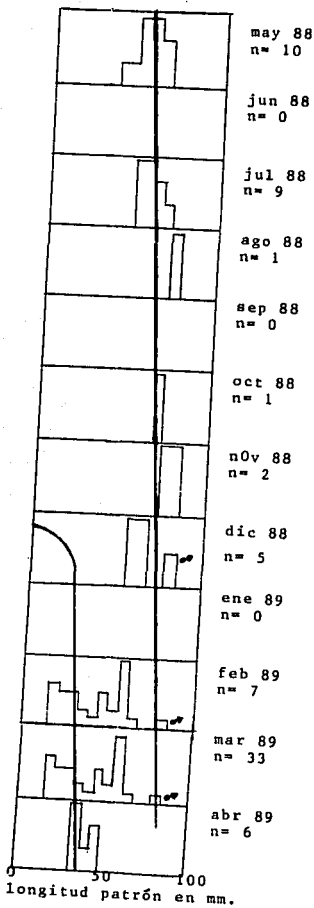
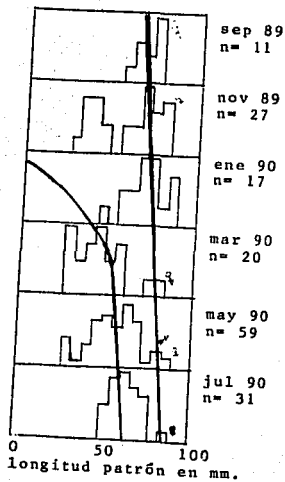


Figura 29.-Distribución mensual de frecuencia de talla (longitud patrón) para M. beryllina. Método de Pauly.



### Distribución de frecuencia de tallas

Para la determinación de las probables clases de edad por los métodos de Cassie y Batthacharya, para *M. martinica*, se utilizó la distribución de frecuencia de tallas del mes de octubre de 1988 (figuras 30 y 31) y julio de 1990 (figuras 32 y 33) ya que el primero muestra un comportamiento bimodal y en el segundo se visualiza claramente la presencia de una sola moda, además de que ambos meses tienen el mayor número de organismos capturados.

Por los métodos de Pauly (figura 26), Cassie y Batthacharya, octubre de 1988 mostró los dos modas. Julio de 1990 mostró una sola moda con los tres métodos. Los valores obtenidos se mencionan en la tabla 20.

Tabla 20.- Número de clases de edad para *M. martinica* en los meses octubre de 1988 y julio de 1990

Método	Octubre 1988		Julio 1990	
	clase de edad	Long. patrón (mm)	clase de edad	Long. patrón (mm)
Cassie	1+	26	1+	44
	2+	42		
Batthacharya	1+	26.7	1+	42.2
	2+	41		
Pauly	1+	25	1+	43
	2+	42		

En el caso de *M. beryllina*, con los métodos de Pauly (figura 29), Cassie (figura 34) y Batthacharya (figura 35), se analizó la distribución de frecuencias de tallas sólo del mes mayo de 1990 ya que durante el ciclo I se capturó un número reducido de organismos (74 en total). Con los tres métodos se determinó una moda con los valores de la tabla 21.

Tabla 21.- Número de clases de edad obtenidas para *M. beryllina* en el mes de mayo

Método	clase de edad	Long. patrón (mm)
Cassie	1+	44
Batthacharya	1+	44
Pauly	1+	42.6

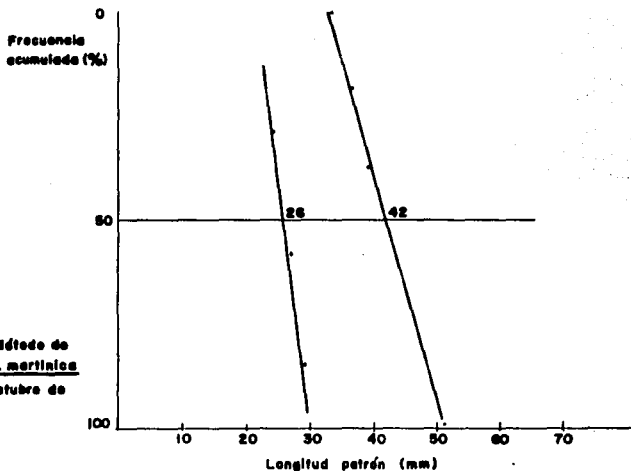


Figura 30.- Método de Cassie para M. martinica en el mes de Octubre de 1968

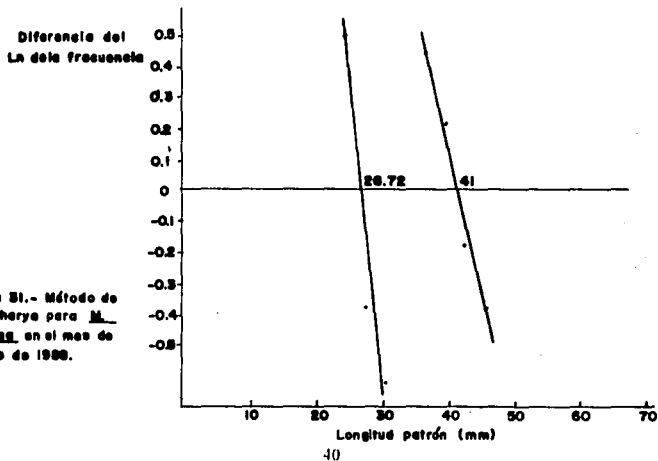


Figura 31.- Método de Bathchery para M. martinica en el mes de Octubre de 1968.

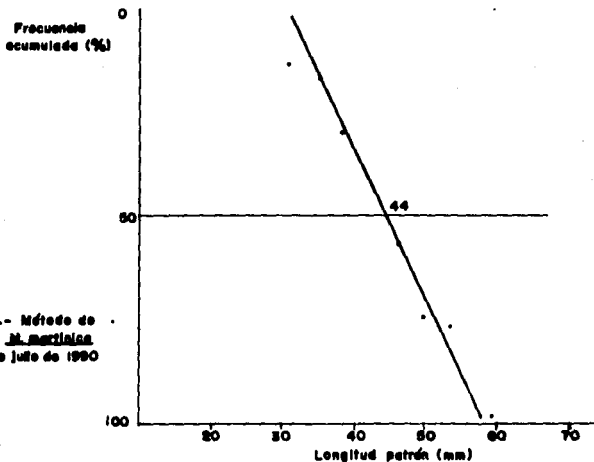


Figura 32.- Método de Cassie para *M. martinica* en el mes de julio de 1990

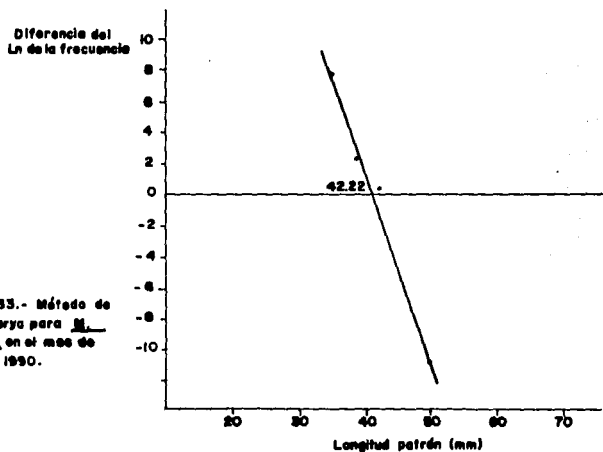


Figura 33.- Método de Bertchovsky para *M. martinica* en el mes de julio de 1990.

Frecuencia  
acumulada (%)

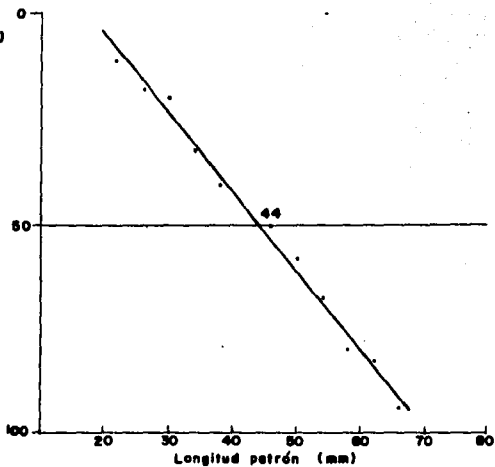


Figura 34.- Método de  
Caesio para *M. Beryllina*  
en mes de Mayo de 1990.

Diferencia del  
Ln de la frecuencia

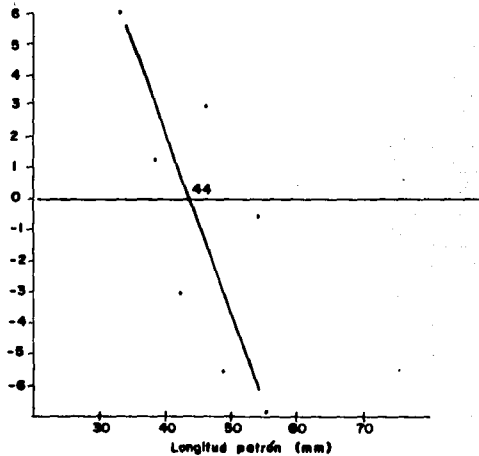


Figura 35.- Método de  
Battusharya para *M.  
Beryllina* en mes de Mayo  
de 1990.

## ALIMENTACION

### Patrones tróficos de las especies

En cuanto a la alimentación, se procesó el contenido estomacal de 803 organismos de *M. martinica* y 181 de *M. beryllina* (tabla 22), estableciéndose 20 grupos tróficos: tintínidos, poliquetos, arácnidos, ostrácodos, copépodos calanoideos, copépodos ciclopoideos, copépodos harpaticoideos, tanaidáceos, anfípodos, ortópteros, plecópteros, thysanópteros, homópteros, coleópteros, dípteros, himenópteros, huevos y restos de peces, larvas de cangrejo, restos vegetales y materia orgánica no identificada (M.O.N.I.) (tabla 23).

Tabla 22.- Número y talla (longitud patrón en mm) de peces examinados por especies y estación de muestreo.

Especie	<i>M. martinica</i>	<i>M. beryllina</i>	<i>M. martinica</i>	<i>M. beryllina</i>
	ciclo I		ciclo II	
Intervalo talla	9.8-77.7 mm	13-70mm	20-82.7mm	23.65-73.6
B.A.	204	39	185	132
Cuaya	44	-	-	-
Malagana	23	-	-	-
Mata de Chávez	127	7	-	-
Mojonera	66	2	-	-
Estero de Tamacuil	154	1	-	-
Estómagos vacíos	28	3	61	33
Total	646	52	246	165

Aunque la amplitud de nicho trófico de *M. martinica* (0.326) no mostró diferencias significativas ( $p=1$ , Kruskal-Wallis) de la de *M. beryllina* (0.301), la primera presentó preferencia por copépodos y larvas de cangrejo, y la segunda por peracáridos y peces. El análisis de discriminantes por especie, señala que estos últimos grupos tróficos contribuyen a diferenciar significativamente la dieta entre las especies ( $p<0.001$ , lambda de Wilks= 0.7747,  $X^2= 249.48$ ) y están basados en los valores estandarizados de la función discriminante (copépodos= 0.6157, larvas de cangrejo= 0.6127, peracáridos= 0.5255).

### Patrones temporales

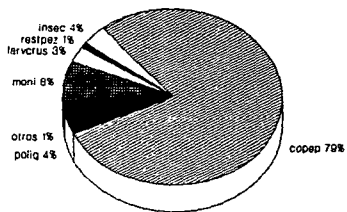
De acuerdo al análisis estacional, se puede apreciar en la época de lluvias (julio-octubre), las especies llevan un régimen alimenticio constituido principalmente de M.O.N.I., copépodos y larvas de cangrejo. Además presentaron, en poca cantidad, *M. martinica* arañas e insectos y *M. beryllina* peracáridos y peces.

En nortes (noviembre-febrero), la dieta de las dos especies mostró mayor diversidad de ítems: M.O.N.I., copépodos, restos vegetales, gran cantidad de dípteros y algunas arañas. Los ostrácodos, himenópteros y tintínidos dominaron en la alimentación de *M. martinica* y los peracáridos y peces en la de *M. beryllina*.

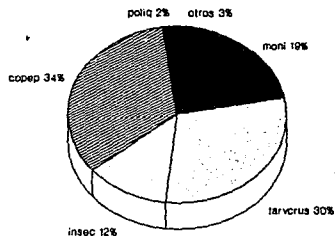


Tabla 23.- Frecuencia y abundancia relativa (%) de los grupos tróficos que consumen ambas especies.

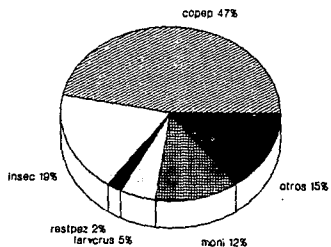
Grupos tróficos	<i>M. martinica</i>		<i>M. beryllina</i>	
	frec.	abun. rel.	frec.	abun. rel.
Filum: Protozoos				
Subfilum: Cilóforos				
Clase: Ciliados				
Subclase: Espirotricos				
Orden: Tintínidos	2.05	0.41	4.39	1.64
Filum: Anélidos				
Clase: Poliquetos				
Orden: Phyllodocida				
Familia: Nereidae	2.48	1.89	6.59	4.72
Filum: Artrópodos				
Subfilum: Quelicerados				
Clase: Arácnida				
Orden: Araneae	5.22	1.03	3.29	1.03
Subfilum: Mandibulados				
Clase: Crustácea				
Subclase: Ostrácoda	2.05	0.41	4.39	1.64
Subclase: Copépoda				
Orden: Calanoidea	28.66	20.46	18.4	12.82
Orden: Cyclopoidea	28.66	20.46	18.4	12.82
Orden: Harpacticoidea	3.6	0.97	8.24	6.09
Subclase: Malacostracea				
Superorden: Peracáridos				
Orden: Tanaidacea	1.3	0.69	11.53	8.07
Orden: Amphipoda	1.3	0.69	11.53	8.07
Clase: Insecta				
Subclase: Pterygota				
Orden: Ortóptero	2.16	0.44	0.98	0.22
Orden: Plecóptero	2.16	0.44	0.98	0.22
Orden: Tysanóptero	2.16	0.44	0.98	0.22
Orden: Homóptero	2.16	0.44	0.98	0.22
Orden: Coleóptero	2.16	0.44	0.98	0.22
Orden: Díptero	15.05	4.99	12.63	4.39
Orden: Himenóptero	16.04	4.85	13.18	6.12
Huevos y Restos de Peces	1.49	0.71	4.94	3.87
Larvas de Cangrejo	31.09	21.16	9.34	6.26
Restos Vegetales	1.49	6.71	7.69	6.26
M.O.N.I.	25.5	18.35	20.32	15.1



SECAS

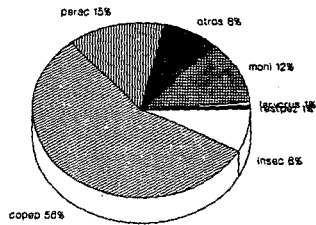


lluvias

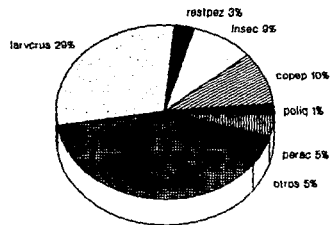


nortes

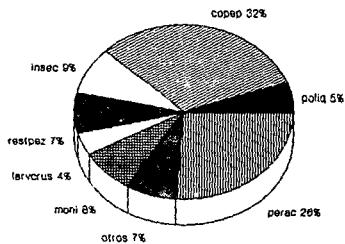
**Figura36.- Proporción por porcentaje  
de los grupos tróficos del contenido  
estomacal de *M. martinica* por época**



secas



lluvias



nortes

**Figura 37- Proporción en porcentaje de los grupos tróficos del contenido estomacal de *M. beryllina* por épocas**

En secas (marzo-junio), ambas especies consumieron peces, ostrácodos, poliquetos, copépodos (en gran cantidad) y M.O.N.I (en poca cantidad). *Membras martinica* consumió además larvas de cangrejo, y *M. beryllina* siguió alimentándose de peracáridos.

Los resultados obtenidos en el análisis por mes se representan en las tablas 24, 25 y figuras 36 y 37.

Tabla 24.- Abundancia relativa de cada grupo trófico, de acuerdo al método gravimétrico, por mes para *M. martinica*.

Gpo. Tróf.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tintínido	5.8	10.9	0.22	0.07	0.56	0	0.12	0	0.12	0	0	3
Poliqueto	1.89	0	0	2.12	15.3	0	7.26	0	0	0.07	0	0
Arácnido	2.16	0	0	0	0	0	0.28	3.6	1.23	1.18	2.97	0
Ostrácodo	5.8	10.9	0.22	0.07	0.56	0	0.12	0	0.12	0	0	3
Cop.Calan.	24.8	27.3	47.8	38.6	22.8	49	29.6	22.6	11.9	2.22	15	28
Cop.Ciclop	24.8	27.3	47.8	38.6	22.8	49	29.6	22.6	11.9	2.22	15	28
Cop. Harp.	0	0	0	0	0.75	0	0.28	0	2.21	0	0	0
Tanaidáceo	3.64	0	0	0	0.25	0	0.96	0	0.71	0	1.59	0.2
Anfípodo	3.64	0	0	0	0.25	0	0.96	0	0.71	0	1.59	0.2
Ortóptero	0.64	0	0	0.06	0	0	0.45	1	0.59	0.19	0.4	1.1
Plecóptero	0.64	0	0	0.06	0	0	0.45	1	0.59	0.19	0.4	1.1
Thysanóp.	0.64	0	0	0.06	0	0	0.45	1	0.59	0.19	0.4	1.1
Homóptero	0.64	0	0	0.06	0	0	0.45	1	0.59	0.19	0.4	1.1
Coleóptero	0.64	0	0	0.06	0	0	0.45	1	0.59	0.19	0.4	1.1
Díptero	12.8	0	0	2.42	0	0.76	1.65	7	5.99	4.09	14.6	6.5
Himenóp.	7.16	2.72	1.04	3.63	5.75	1.15	5.03	7	4.81	3.15	5.21	16
Huevo y resto de pez	7.03	0	1.34	0	1.75	0	0.28	0	0.24	0	0	1.7
Larva Crust.	0	0	1.49	11.2	0	0	4.71	2.8	26.9	85.3	21.6	0
Resto Veg.	0.81	0	0	0	0	0	2.35	0	0.12	0	4.46	0.4
M.O.N.I.	5.81	20.9	0	3.03	29.3	0	14.4	29.4	29.9	0.69	15.9	7.3

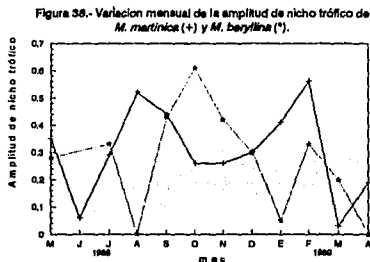
Tabla 25.- Abundancia relativa de cada grupo trófico, de acuerdo al método gravimétrico, por mes para *M. beryllina*

Gpo. Tróf.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tintínido	0	10	0	0	4.32	-	0.25	0	2.5	0	0	0
Poliqueto	0	21.3	21.5	0	2.5	-	5.51	0	0	0	0	0
Arácnido	0	0	3	0	0	-	0.89	0	0	0	2.5	0
Ostrácodo	0	10	0	0	4.32	-	0.25	0	2.5	0	0	0
Cop. Calan.	0	29.4	19.9	40	11.9	-	11	0	1.75	2.5	16.3	19
Cop. Ciclop	0	29.4	19.9	40	11.9	-	11	0	1.75	2.5	16.3	19
Cop. Harpa.	0	0	0	0	14.6	-	8.97	0	0	0	0	0

Continuación de la Tabla 25.- Abundancia relativa de cada grupo trófico, de acuerdo al método gravimétrico, por mes para *M. beryllina*

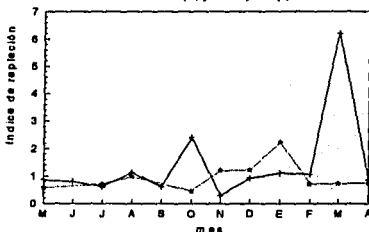
Tanaidáceo	29	0	1.9	10	8.6	-	4.35	0	5	0	4.42	19
Anfípodo	29	0	1.9	10	8.6	-	4.35	0	5	0	4.42	19
Ortóptero	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1.39	0
Plecóptero	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1.39	0
Thysanóp.	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1.39	0
Homóptero	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1.39	0
Coleóptero	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1.39	0
Díptero	0	0	2.5	0	0	-	1.92	0	1.5	0	23.4	1
Himenóp.	0.29	0	4	0	10	-	9.1	0	10	15	0.71	4
Huevo y resto de pez	28.8	0	0	0	1.92	-	0	0	11.5	0	0	0
Larva Crust	0.58	0	2	0	0	-	5.89	0	30	80	17.1	0
Resto Veg.	0	0	5	0	5.57	-	13.8	0	1.5	0	6.96	0
M.O.N.I.	12.4	0	18	0	15.8	-	22.6	100	27	0	0.71	19

En la figura 38 se observa que *M. martinica* muestra dos pulsos en la variación de la amplitud de nicho trófico, una al término de la época de nortes (febrero) con un valor de 0.56, y el otro en lluvias (agosto) con un valor de 0.52. Los valores mínimos se observaron durante la época de secas (marzo-junio) siendo estos de 0.03-0.06. *Menidia beryllina* mostró un pulso importante con un valor de 0.61 a finales del periodo de lluvias (octubre). Los valores mínimos se observaron en lluvias y nortes (agosto y enero) siendo estos de 0 y 0.05, respectivamente. La variación de la amplitud de nicho trófico entre meses, para ambas especies, mostró diferencias significativas (Kruskall-Wallis,  $p < 0.05$ ).



Con relación al índice de repleción (figura 39), *M. martinica* muestra dos pulsos, uno en la época de secas (marzo) con un valor de 6.21 y otro de 2.4 a finales del periodo de lluvias (octubre). *M. beryllina* presenta un pulso durante la época de nortes (enero) con un valor de 2.22. Ambas especies mostraron diferencias significativas en la variación del índice de repleción entre meses (Kruskall-Wallis,  $p < 0.05$ ).

Figura 39.- Variación mensual del índice de replicación de *M. martinica* (+) y *M. beryllina* (\*).



Durante los ciclos nictimerales, las dos especies prácticamente siguieron el mismo patrón de alimentación, consumiendo M.O.N.I y copéodos en cantidad considerable durante las 24 horas, larvas de crustáceos y poliquetos en el atardecer y la noche; insectos en el amanecer. Las diferencias estuvieron dadas porque *M. beryllina* consumió peracáridos durante tarde y noche en mayor cantidad que *M. martinica* (tablas 26 y 27, figuras 40 y 41).

Tabla 26.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por hora para *M. martinica*.

Gpo. Tróf.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Tintínido	0	0	0	0	0	2.34	0.41	1.32	1.01	0	0	0
Poliqueto	25	12.5	0	0	0	4.37	0	0	0	38	15.6	7.3
Arácnido	0	0	0	1.17	0	8.75	2.91	2.94	3.28	0	0	0
Ostrácodo	0	0	0	0	0	2.34	0.41	1.32	1.01	0	0	0
Cop. Calan.	10	1.25	2.4	20.6	9.6	14.2	21	36.6	29.3	4.5	0.27	1.8
Cop. Ciclop	10	1.25	2.4	20.6	9.6	14.2	21	36.6	29.3	4.5	0.27	1.8
Cop. Harp.	0	0	0.8	0	0.31	0	0	0	0.78	0	0	0
Tanaidáceo	12.5	5.62	0.2	3.52	3.12	0.46	0	0	2.73	6	5	2.7
Anfípodo	12.5	5.62	0.2	3.52	3.12	0.46	0	0	2.73	6	5	2.7
Ortóptero	0	0	0.72	1.65	0.56	0.87	0.83	0.7	0.93	0	0	1.5
Plecóptero	0	0	0.72	1.65	0.56	0.87	0.83	0.7	0.93	0	0	1.5
Thysanóp.	0	0	0.72	1.65	0.56	0.87	0.83	0.7	0.93	0	0	1.5
Homóptero	0	0	0.72	1.65	0.56	0.87	0.83	0.7	0.93	0	0	1.5
Coleóptero	0	0	0.72	1.65	0.56	0.87	0.83	0.7	0.93	0	0	1.5
Díptero	2.5	7.5	43.8	28.2	2.66	5	5	0.58	2.65	1	6.11	0
Himenóptero	2.5	13.7	13	4.11	14.4	2.81	10	4.7	6.56	1	0	10
Huevo y resto de pez	0	5	7.6	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0
Larva Crust.	0	1.25	0.8	0	15.6	0	8.75	0.58	2.5	39	28.9	26
Resto Veg.	2.5	28.7	2	0	0.62	0	0	0	0	0	5.55	3.6
M.O.N.I.	0	12.5	23.2	10	39.4	40.6	23.7	11.8	13.4	0	33.3	36

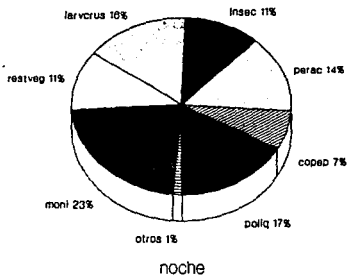
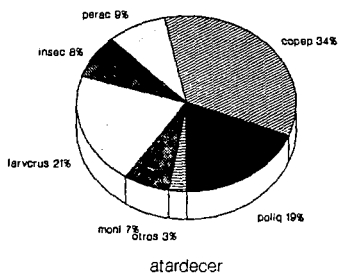
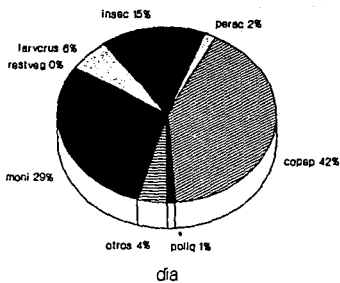
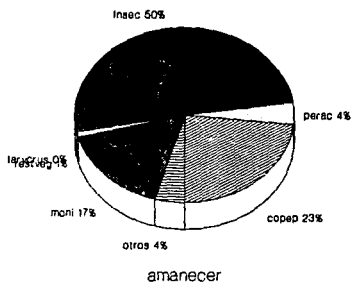


Figura 40.- Proporción en porcentaje de los grupos tróficos del contenido estomacal de N. martinica por hora.

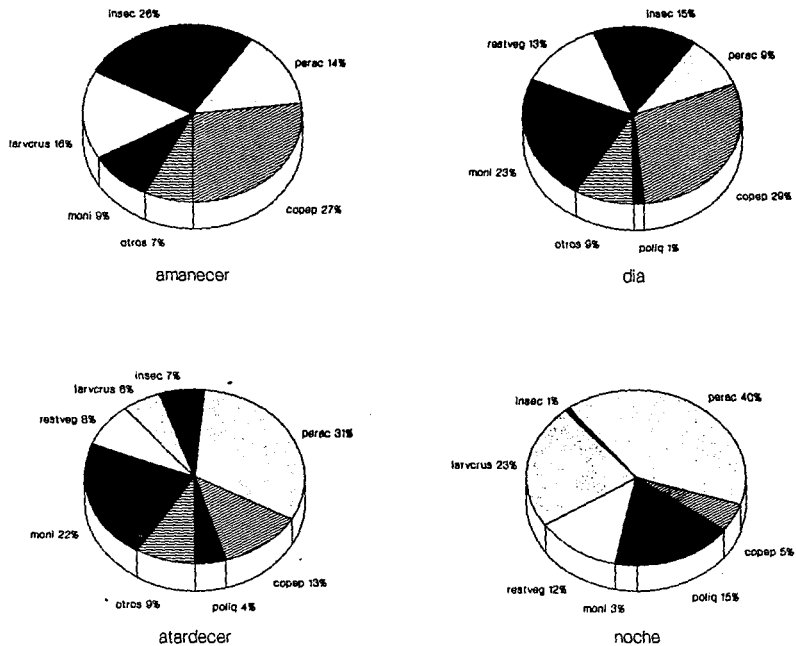


Figura 41.- Proporción en porcentaje de los grupos tróficos del contenido estomacal *M. beryllina* por hora.

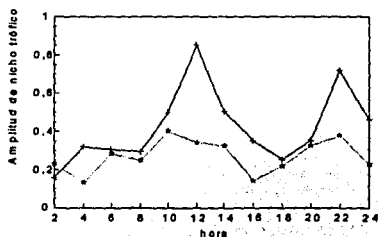


Tabla 27.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por hora para *M. beryllina*

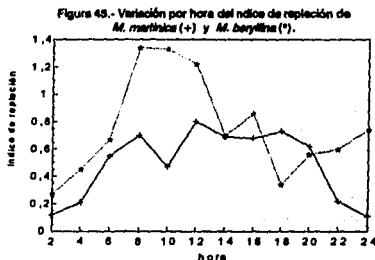
Gpo. Tróf.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Tintfnido	0	0	0	1.38	0.11	0	0.19	2.5	2.5	0	0	0
Poliqneto	0	9.09	0	0	4.52	1.33	0	0	0	8.88	32.5	17
Arácnido	0	0	0	0	0.47	3.33	6.15	0	0	2.7	0	0
Ostrácode	0	0	0	1.38	0.11	0	0.19	2.5	2.5	0	0	0
Cop. Calan.	1.25	5	0	5.58	7.61	8.83	19	11.1	2.5	0	0	0
Cop. Ciclop	1.25	5	0	5.58	7.61	8.83	19	11.1	2.5	0	0	0
Cop. Harp	0	9.09	40.9	0	0	6.66	0	17.8	4	16	0	0
Tanaidáceo	33.7	17.3	8.63	4.74	5.23	10	3.65	0	14.5	16.7	21.2	8.3
Anfípodo	33.7	17.3	8.63	4.74	5.23	10	3.65	0	14.5	16.7	21.2	8.3
Ortóptero	0	0	0.54	0.11	0.48	0	1.38	0.35	0	0	0	0
Plecóptero	0	0	0.54	0.11	0.48	0	1.38	0.35	0	0	0	0
Thysanóp.	0	0	0.54	0.11	0.48	0	1.38	0.35	0	0	0	0
Homóptero	0	0	0.54	0.11	0.48	0	1.38	0.35	0	0	0	0
Coleóptero	0	0	0.54	0.11	0.48	0	1.38	0.35	0	0	0	0
Díptero	0	0	1.81	21.4	6.42	8	6.92	0	0	0	0	0
Himenóp.	0	0	13.2	13.6	12.4	11.3	5	0	2	11.1	2.5	0
Huevo y	0	0	0	11.1	17.8	2	0	0	10	0	0	0
Larva Crust	22.5	15.4	15	16.7	0	0	0	0	1	10.5	22.5	33
Resto Veg.	7.5	9.09	0	0	5	6.66	7.69	31.8	16	0	0	33
M.O.N.I.	0	12.7	9.09	8.33	25	23	21.5	21.4	28	16	0	0

En la figura 42 se puede observar que *M. martinica* muestra dos pulsos en la variación de la amplitud de nicho trófico, uno con un valor de 0.85 a las 12 horas y otro de 0.72 a las 22 horas, y *M. beryllina* muestra también dos valores máximos, uno de 0.42 a las 10 horas y otro de 0.37 a las 22 horas. En la variabilidad de la amplitud de nicho trófico entre horas para *M. martinica* se observaron diferencias significativas (ANOVA,  $p < 0.05$ ) mientras que *M. beryllina* no mostró diferencias significativas (ANOVA,  $p > 0.05$ ).

Figura 42.- Variación por hora de la amplitud de nicho trófico para *M. martinica* (+) y *M. beryllina* (\*).



En cuanto al índice de repleción, *M. martinica* presentó valores casi constantes durante el día (0.81-74), observándose el máximo a las 12 horas (0.81). Los valores mínimos se registraron en la noche (0.21-0.1) siendo más bajo a las 24 horas. *Menidia beryllina* muestra valores altos de índice de repleción durante el amanecer y parte del día (1.35-1.22) siendo el más alto el de las 8 horas (1.35). El valor mínimo fue de 0.27 y se observó a las 2 horas (figura 43). Ambas especies mostraron diferencias significativas en la variación del índice de repleción entre horas (Kruskall-Wallis,  $p < 0.05$ ).



### Patrones espaciales

En localidades con vegetación sumergida (Barranco Amarillo, Estero de Tamacuil y Potrero Mata de Chávez) los grupos tróficos que se consumieron por ambas especies fueron larvas de cangrejo, himenópteros y dípteros, siendo *M. martinica* la especie que los consumió en mayor proporción. En las localidades sin vegetación sumergida (Cuaya, Mojonera y Malagana) se alimentaron básicamente de pescáridos, haciéndolo en mayores cantidades *M. beryllina* (tabla 28).

Tabla 28.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por localidad para ambas especies (Sp1= *M. martinica*, Sp2= *M. beryllina*).

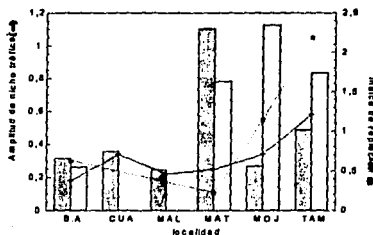
Gpo. tróf.	B.A.		La Cuaya		Malagana		M.Chavez		Mojonera		Tamacuil	
	Sp1	Sp2	Sp1	Sp2	Sp1	Sp2	Sp1	Sp2	Sp1	Sp2	Sp1	Sp2
Tintínido	0	5.38	2.71	-	0.1	-	0.07	0	0.03	0	0.12	0
Poliqueto	0	9.87	1.59	-	0	-	0.03	0	6.66	0	0	0
Arácnido	0.46	0	0	-	0	-	2.04	0	0.15	0	0.74	0
Ostrácodo	0	5.38	2.71	-	0.1	-	0.07	0	0.03	0	0.12	0
Cop. Calan	23.3	27.4	23.8	-	37.1	-	20.8	42.8	25.2	20	17.9	0
Cop. Ciclop	23.3	27.4	23.8	-	37.1	-	20.8	42.8	25.2	20	17.9	0
Cop. Harp.	0	0.51	0	-	0	-	0	0	0.15	0	4.7	0
Tanaidáceo	0	5	0.9	-	0.21	-	0	0.35	0.15	23.8	0	0
Anfípodo	0	5	0.9	-	0.21	-	0	0.35	0.15	23.8	0	0
Ortóptero	0.38	0	0.32	-	0.08	-	0.24	0	0.27	0	0.46	0

Continuación de la Tabla 28.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por localidad para ambas especies (Sp1= *M. martinica*, Sp2= *M. beryllina*).

Plecóptero	0.38	0	0.32	-	0.08	-	0.24	0	0.27	0	0.46	0
Thysanóp.	0.38	0	0.32	-	0.08	-	0.24	0	0.27	0	0.46	0
Homóptero	0.38	0	0.32	-	0.08	-	0.24	0	0.27	0	0.46	0
Coleóptero	0.38	0	0.32	-	0.08	-	0.24	0	0.27	0	0.46	0
Díptero	0.71	0.64	0.25	-	3.47	-	5.15	0	3.18	2.5	5.58	20
Himenóp.	2.07	0.64	3.63	-	6.52	-	6.73	2.14	3.48	10	4.96	40
Huevo y resto de pez	0.14	0	0.68	-	1.95	-	0.7	0	1.81	0	0	0
Larva Crust.	26.3	0	4.77	-	0	-	24.1	11.4	6.06	0	40.9	40
Resto Veg.	0	0	0.22	-	0	-	0	0	0	0	0	0
M.O.N.I.	28.8	12.3	32	-	12.6	-	18.3	0	26.4	0	4.54	0

Ambas especies mostraron mayor amplitud de nicho trófico en Estero de Tamacuil (*M. martinica*, 0.58 y *M. beryllina* 1). La variación de la amplitud de cada especie entre localidades fue significativamente diferente (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) (figura 44).

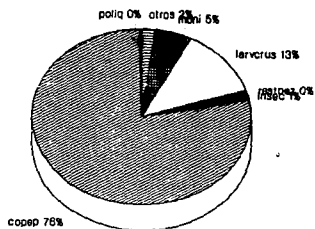
Figura 44.- Variación de la amplitud de nicho trófico y del índice de repleción por localidad para *M. martinica* (+), □ y *M. beryllina* (\*), ○.



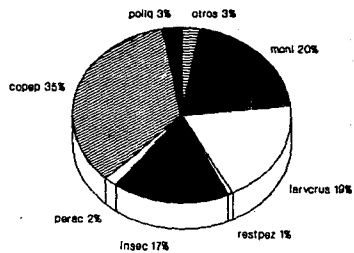
En la figura 44 se observa que los máximos valores del índice de repleción, para *M. martinica*, son Potrero Mata de Chávez (2.3) y Estero de Tamacuil (1.02). El valor mínimo se registra en Malagana (0.51). *Menidia beryllina* presenta los índices de repleción más altos en Mojonera (2.34), Estero de Tamacuil (1.7) y Potrero Mata de Chávez (1.63). El valor mínimo se encontró en Barranco Amarillo (0.54). La variación del índice de repleción presentó diferencias significativas entre localidades para ambas especies (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ).

#### Patrones de alimentación por talla

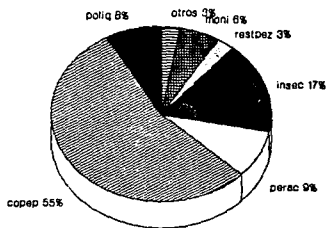
De acuerdo con la talla, se puede observar en las figuras 45 y 46 que los copépodos fueron consumidos en gran proporción por los organismos de todas las tallas de ambas especies, a excepción de los



chicos

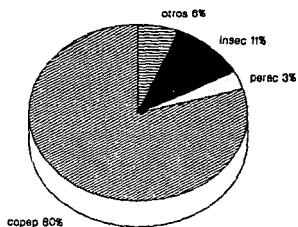


medianos

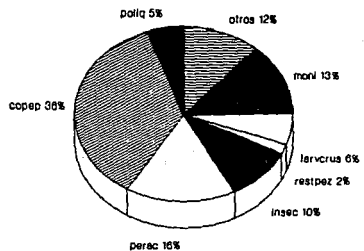


grandes

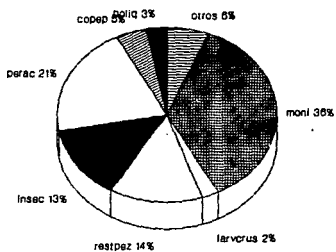
**Figura 45.- Proporción en porcentaje de los grupos tróficos del contenido estomacal de *M. martinica* por talla**



chicos



medianos



grandes

**Figura 46.- Proporción en porcentaje de los grupos tróficos del contenido estomacal de *M. beryllina* por talla**

individuos grandes de *M. beryllina*. Los insectos también fueron encontrados en las dietas de peces de todas tallas menos en los organismos pequeños de *M. martinica*. Los peracáridos fueron consumidos en mayor cantidad por peces de talla mediana y grande de *M. beryllina*. Los organismos medianos y grandes de ambas especies fueron los que se alimentaron de M.O.N.I. restos de peces y poliquetos. Otros grupos tróficos que se encontraron son himenópteros y dípteros en individuos medianos y grandes de *M. martinica*; dípteros sólo en medianos de *M. beryllina*; larvas de crustáceos en organismos pequeños y medianos de *M. martinica*, mientras que en *M. beryllina* se encontraron en poca cantidad en tallas medianas y grandes (tablas 29 y 30).

Tabla 29.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por talla para *M. martinica*.

Grupo Trófico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tintínido	0	0.1	3.75	0.03	0.03	0	0.11	0.72	2.2	1.25	0
Poliqueto	0	0	0	0.65	1.89	0.38	3.98	4.23	4	0	20
Arácnido	0	0	0	0.39	0.41	1.24	2.53	0.28	0	0	0
Ostrácodo	0	0.1	3.75	0.03	0.03	0	0.11	0.72	2.2	1.25	0
Cop. Calan.	50	49.4	34.4	21.8	13.5	37.4	17.8	17.7	28.9	27.7	26
Cop. Ciclop.	50	49.4	34.4	21.8	13.5	37.4	17.8	17.7	28.9	27.7	26
Cop. Harpact.	0	0	0	0.39	1.33	1.31	1.48	0	0	0	0
Tanaidáceo	0	0	0	0	0	0.77	0.91	2.83	2.8	0.05	10
Anfípodo	0	0	0	0	0	0.77	0.91	2.83	2.8	0.5	10
Ortóptero	0	0	0	0	0.27	0.79	0.55	0.88	0.4	0.7	0
Plecóptero	0	0	0	0	0.27	0.79	0.55	0.88	0.4	0.7	0
Thysanóptero	0	0	0	0	0.27	0.79	0.55	0.88	0.4	0.7	0
Homóptero	0	0	0	0	0.27	0.79	0.55	0.88	0.4	0.7	0
Coleóptero	0	0	0	0	0.27	0.79	0.55	0.88	0.4	0.7	0
Díptero	0	0	0	1.77	2.86	5.86	6.89	15.9	8.4	7.77	0
Himenóptero	0	0	0	3.09	2.54	6.72	7.85	6.53	4.4	16.5	8
Huevo y resto de pez	0	0.86	0	0.65	0.14	0.6	0	2.5	8.2	0	0
Larva Crust.	0	0	10.8	40.1	32.1	21.7	15.4	7.59	0	0	0
Resto Vegetal	0	0	0	0	0.48	0	0	2.5	1.6	0	0
M.O.N.I.	0	0	12.9	8.94	29.1	19.8	18.6	13.4	3.6	14	0

Intervalos de longitud (mm) de cada clase de talla para ambas especies

Pequeños	Medianos	Grandes
1 = 9.9-17.2	5 = 39.16-46.4	9 = 68.36-75.6
2 = 17.26-24.5	6 = 46.46-53.7	10 = 75.66-82.9
3 = 24.55-31.8	7 = 53.76-61	11 = 82.96-90.2
4 = 31.86-39.1	8 = 61.6-68.3	

Tabla 30.- Abundancia relativa de cada grupo trófico por talla para *M. beryllina*.

Grupo Trófico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tintínido	-	0	5	0	2.97	6.38	0	0.65	0.09	0	-
Poliqueto	-	0	0	0	3.8	2.96	7.56	6.42	5.76	0	-
Arácnido	-	0	0	0	1.42	0.74	2.43	0.59	0	0	-
Ostrácodo	-	0	5	0	2.97	6.38	0	0.65	0.09	0	-
Cop. Calan.	-	49.7	29.3	26.7	20.2	17.3	10.5	6.3	4.51	0	-
Cop. Ciclop.	-	49.7	29.3	26.7	20.2	17.3	10.5	6.3	4.51	0	-
Cop. Harpact.	-	0	28.6	0	14.3	17.8	3.24	0.23	0	0	-
Tanaidáceo	-	0.83	0	4.15	5.23	3.5	9.05	14.9	5.76	14.3	-
Anfípodo	-	0.83	0	4.15	5.23	3.5	9.05	14.9	5.76	14.3	-
Ortóptero	-	0	0	1.5	0	0	0.16	0.28	0.19	0	-
Plecóptero	-	0	0	1.5	0	0	0.16	0.28	0.19	0	-
Thysanóptero	-	0	0	1.5	0	0	0.16	0.28	0.19	0	-
Homóptero	-	0	0	1.5	0	0	0.16	0.28	0.19	0	-
Coleóptero	-	0	0	1.5	0	0	0.16	0.28	0.19	0	-
Díptero	-	0	2.85	22.5	9.28	0.74	2.24	1.42	5.76	0	-
Himenóptero	-	0	0	0	0	7.03	2.43	14	5.57	14.3	-
Huevo y resto de pez	-	0	0	0	0	3.7	2.7	1.19	14	12.8	-
Larva Crust.	-	0	0	0	0	0.74	13.8	9.04	8.84	0	-
Resto Vegetal	-	0	0	8.33	4.76	2.22	10	4.76	11.9	0	-
M.O.N.I.	-	0	0	0	9.52	9.62	15.7	17	26.3	44.3	-

Intervalos de longitud (mm) de cada clase de talla para ambas especies

Pequeños	Medianos	Grandes
1 = 9.9-17.2	5 = 39.16-46.4	9 = 68.36-75.6
2 = 17.26-24.5	6 = 46.46-53.7	10 = 75.66-82.9
3 = 24.55-31.8	7 = 53.76-61	11 = 82.96-90.2
4 = 31.86-39.1	8 = 61.6-68.3	

En la figura 47 se puede observar que la máxima amplitud para *M. martinica* fue de 0.44 y fue registrada para organismos de talla grande (61.6-68.3 mm), mientras que en *M. beryllina* la máxima amplitud (0.37) se encontró en individuos de talla mediana (46.4-53.7). La variación de la amplitud entre tallas de ambas especies no presentó diferencias significativas (ANOVA,  $p > 0.05$ ).

Ambas especies mostraron valores altos del índice de repleción en organismos de talla pequeña, específicamente de 17.26-24.5 mm para *M. beryllina* (con un valor de 2.18) y de 24.55-31.8 mm para *M. martinica* (con un valor de 4.63). En los organismos medianos y grandes los valores del índice se reducen notablemente en las dos especies. *Membras martinica* presentó diferencias significativas en la variación del índice de repleción entre tallas (Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ), mientras que *M. beryllina* no mostró diferencias (Kruskal-Wallis,  $p > 0.05$ ) (figura 48).

Figura 47.- Variación de la amplitud entre clases de tallas de *M. martinica* (+) y *M. beryllina* (\*).

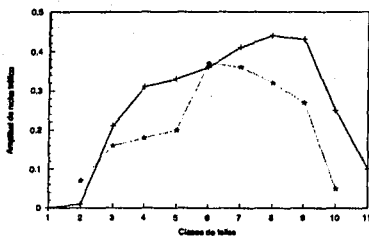
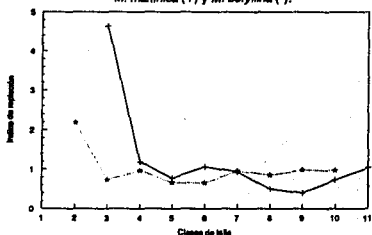


Figura 48.- Variación del índice de repleción entre clases de talla para *M. martinica* (+) y *M. beryllina* (\*).



Para comparar el grado de diferencias que existen entre las dietas de ambas especies temporal (hora, mes), espacial y por talla, en la tabla 31 se presenta la lambda de Wilks con su correspondiente nivel de probabilidad y porcentaje de variación acumulada de la dos primeras funciones discriminantes. Adicionalmente se señala hasta que función discriminante hubo diferencias significativas en cada análisis.



Tabla 31.- Cuadro comparativo de los resultados de los diferentes análisis de discriminantes aplicados a la dietas.

Función		<i>M. martinica</i>				<i>M. beryllina</i>			
		$\lambda$ de Wilks	Prob.	% acum.	signif hasta	$\lambda$ de Wilks	Prob.	% acum.	signif hasta
Mes	1	0.2261	0.000	54.33	sexta	0.1339	0.000	43.73	tercera
	2	0.4577	0.000	71	función	0.2883	0.000	70.75	función
Hora	1	0.1182	0.000	43.29	tercera	0.1680	0.000	30.24	segunda
	2	0.2630	0.000	69.37	función	0.2765	0.000	57.79	función
Local	1	0.5016	0.000	56.24	tercera	0.1855	0.000	68.38	segunda
	2	0.7236	0.000	79.93	función	0.5100	0.032	88.47	función
Talla	1	0.5196	0.000	42.85	cuarta	0.2954	0.000	50.73	segunda
	2	0.6790	0.000	68.74	función	0.5161	0.020	72.73	función
- Entre especies lambda de Wilks 0.7747 Prob 0.0000 100 % acumulado									

## DISCUSION DE RESULTADOS

Al parecer las especies analizadas en el presente estudio, *Membras martinica* y *Menidia beryllina*, no son explotadas por el hombre en la Laguna de Pueblo Viejo por lo tanto no tienen utilidad comercial a la fecha. Sin embargo, ecológicamente son muy importantes ya que constituyen parte primordial de la trama trófica, conformando a los primeros eslabones (consumidores primarios y secundarios) y son el mecanismo a través del cual la energía es transferida de pequeños invertebrados a los grandes depredadores, teniendo ya estos últimos gran interés comercial.

### DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

La máxima abundancia de *M. martinica*, tanto en peso como en número, se registró en septiembre, tanto en el ciclo de muestreos diurnos (tabla 2; figura 3) como en los muestreos de 24 horas. Este pulso coincide con un máximo de clorofila reportado por De la Lanza y Cantú (1986), también con unos de los periodos de máxima producción de la laguna reportados por Contreras (1984), y es antecedido por los periodos de lluvias de mayo a junio y de agosto a septiembre (García, 1988), lo que produce condiciones de abundante alimento en el sistema. Así se puede entender que el pulso de abundancia en septiembre obedece a una estrategia alimentaria.

Los resultados de abundancia numérica y en peso de *M. martinica* en abril (tabla 2) reflejan el reclutamiento de juveniles a la población, ya que son muchos organismos pero de poco peso lo que indica tamaño pequeño. Esto se ve apoyado con el pulso del índice gonadosomático observado en la figura 14 que presenta la época reproductiva de la especie en febrero.

El patrón de abundancia se repite para ciclo II (figura 5), aunque no se ve tan claramente puesto que el muestreo es bimensual, pero de hecho es el mismo comportamiento, alto en lluvias, baja en nortes y vuelve a aumentar en secas.

Algunos autores como Subrahmanyam y Coultas (1980), Deegan y Thompson (1985), Ross y Epperly (1985) y Wenstein (1985), reportan que *M. beryllina* es una especie que se distribuye más al norte que *M. martinica*. Aunque la primera especie tiende a ser dulceacuícola y la segunda, marina, encontramos a ambas en laguna de Pueblo Viejo.

La abundancia de *M. beryllina* es mucho menor que la de *M. martinica*, acentuándose la diferencia en el ciclo I. Esto es porque los muestreos del ciclo I se realizaban entre las 10 y las 17 horas, y en el ciclo II fueron cada dos horas, observándose que esta especie, *M. beryllina*, tiene mayor actividad en la penumbra (figura 7).

En la figura 4 se muestra la variación de la abundancia de *M. beryllina* en donde se puede observar un pulso en marzo 89, que según los valores de peso y longitud, se trata de organismos pequeños que se reclutan a la población, ya que la reproducción de la especie es alrededor de diciembre, mes en el que se registró un máximo valor del índice gonadosomático y una proporción relación macho-hembra de 1:4 (figuras 11 y 13).

Las variaciones de la abundancia en el ciclo II (figura 6), en términos generales, son iguales que en el ciclo I, es decir, el número de organismos aumenta en la época de secas debido al reclutamiento de juveniles a la población, en nortes se eleva ligeramente para reproducirse, y durante las lluvias la

abundancia decrece lo puede deberse a que al aumentar el nivel del agua *M. beryllina* se refugia en zonas pantanosas para evitar ser depredada, así lo reporta Subrahmanyam (1985) para el norte de Florida.

Respecto a las abundancias en el ciclo de 24 horas, ambas especies presentan dos pulsos al día, uno a las 6 horas y otro a las 18 horas. La disminución del número de organismos, en ambas especies, de las 8 a las 16 horas puede deberse a una menor actividad relacionada con estrategias para evitar a depredadores visuales, dado que este periodo es de mayor luminosidad (figuras 7).

En cuanto a la abundancia y distribución por localidad (figura 8) se observaron dos comportamientos interesantes:

1) ambas especies prefieren las zonas con pastos, lo que puede deberse a que ahí hay más alimento. Además, Subrahmanyam (1985) menciona que la abundancia puede estar determinada por factores como son la salinidad, alimento disponible, tipo de sustrato y depredadores. En el caso de Pueblo Viejo, los lechos de *Ruppia maritima* proveen a ambas especies de una área de alimentación, crianza de juveniles y protección contra depredadores.

2) Sus abundancias disminuyen a medida que aumenta la distancia del lugar de muestreo a la boca de la laguna. Estas localidades son Barranco Amarillo con una distancia de 4 195 m, Potrero Mata de Chávez con 8 772 y Estero de Tamacuil con 12 412 m. Las localidades sin pastos son: Malagana con 2 222 m de distancia, Mojonera con 6 197 y La Cuaya con 10 151 m (figura 8).

Este comportamiento está relacionado con un gradiente de salinidad, el cual va de mayor a menor a medida que aumenta la distancia a la boca. Leo (1980) menciona "horizontalmente, las aguas menos saladas están a la entrada del río, y las más saladas en la boca del estuario. La configuración de la zonación horizontal es determinada principalmente por la desviación causada por la entrada y salida de corrientes. En todos los estuarios del hemisferio norte, el flujo externo de agua dulce y el interno de agua marina son desviados debido a la rotación de la tierra. Como resultado la salinidad es mayor en el lado izquierdo, y el recurso alimenticio no es tan abundante".

En estudios sobre medios acuáticos, los datos de muestras biológicas y observaciones asociadas con las variables ambientales a menudo son analizadas para determinar si éstas últimas controlan la distribución espacial de las especies dentro de un área definida (Green y Vascotto, 1978).

La variación de las abundancias de *M. martinica* y *M. beryllina* no está claramente relacionadas, por lo menos directa y linealmente, con los cambios de los parámetros ambientales. Las correlaciones realizadas durante el ciclo I para ambas especies no fueron significativas; y en el ciclo II sólo la salinidad, para ambas especies y la temperatura (para *M. beryllina*) mostraron relación significativa (tabla 10) aunque con un coeficiente de correlación bajo.

El intervalo de variación de la temperatura no influye de manera significativa en la abundancia de las dos especies (figura 9), sin embargo, se alcanza a ver un incremento gradual del número de organismos durante las lluvias, lo que podría estar relacionado indirectamente con la temperatura ya que al aumentar ésta se dan las condiciones óptimas para la productividad en la laguna, favoreciendo la disponibilidad de alimento, por lo tanto, la abundancia se incrementa. Así lo mencionan también McNaughton y Wolf (1984), las condiciones climáticas pueden afectar la tasa de crecimiento de la población indirectamente, al afectar la disponibilidad de otros recursos críticos.

McNaughton y Wolf (1984) mencionan también que "si la severidad del tiempo se correlaciona con la densidad fluctuante de la población, en una forma regular, parecería que el clima podría ser un agente causal de variación en el comportamiento de una población; sin embargo, el efecto del clima se debe principalmente a su influencia sobre la disponibilidad del alimento".

Los organismos no solo se adaptan al ambiente físico en el sentido de tolerarlo sino que se sirven de las periodicidades naturales del medio físico para reglamentar sus actividades y "programar" sus vidas de modo que puedan sacar provecho de las condiciones favorables (Odum, 1987). Esto se refleja claramente en la actividad reproductiva de las dos especies analizadas en este estudio como se podrá ver más adelante.

## ASPECTOS REPRODUCTIVOS

En cuanto a la composición y proporciones sexuales, diferentes investigadores han encontrado, en otras especies, proporciones sexuales que favorecen más a un sexo que a otro. Sheridan *et al* (1984) encontró una proporción de 1.3:1 para el Cat fish (*Arius felis*); Moffett *et al* (1979, In: Sheridan *et al*, 1984) examinaron 498 organismos (*Cynoscion arenarius*) de Bahía Galveston, Texas, con una proporción de 1:1.66. Mientras que Landry y Armstrong (1980, In: Sheridan *et al*, 1984) reportaron una de 1:1.32 de 849 organismos al oeste de Louisiana. En Off Freeport, Texas, la proporción fue de 1:1.3 de 1 776 ejemplares (Shlossman y Chittenden, 1981; In: Sheridan *et al*, 1984).

Pianka (1982) menciona que Darwin especuló que las proporciones sexuales de 1:1 podría beneficiar a los grupos al minimizar la lucha intrasexual por la pareja. Otros investigadores han razonado que, puesto que un macho puede aparearse con varias hembras, podría ser ventajoso para la especie que la proporción de sexos estuviera desviada a favor de las hembras, puesto que ello aumentaría el número total de individuos producidos en la progenie.

Se dice que en equilibrio, un organismo óptimo debiera asignar exactamente la mitad de su esfuerzo reproductivo a la progenie de cada sexo, por lo tanto si cada individuo macho de cada generación procreada cuesta de producir aproximadamente tanto como un individuo hembra de la misma generación, la proporción sexual óptima es de casi 1:1, siempre que la población este en equilibrio o cerca de el, esto según Fisher, 1930 (In: Pianka, 1982).

La población de *M. martinica* presenta, para ciclo I, que la mayor parte del año los machos son más abundantes que las hembras. Pero en época de nortes, cuando la especie se reproduce, las hembras sobrepasan a los machos con una diferencia muy marcada, proporción de 1:1.4, lo que podría explicar que la proporción total de 1:1.09 favorezca ligeramente a las hembras. Esto no es significativamente diferente de la relación 1:1.

Para ciclo II, la proporción es 1:0.88 y la diferencia pudiera deberse a que en ciclo I se analizó casi la totalidad de la población (sólo se omitieron algunos individuos con tallas menores de 20 mm) y en el segundo ciclo se trabajó con submuestras de cinco organismos por hora. De todas formas la proporción no es significativamente diferente de la relación 1:1 (tabla 11 y figura 10).

El número de indeterminados de *M. martinica* es máximo en época de secas (33 org) indicando el período de reclutamiento (figura 10); se presenta otro pulso menor en lluvias ya que se registra otro

desove, menos importante que el de febrero, coincidiendo con unos de los máximos de productividad del sistema. Cabe hacer notar que, al parecer, las zonas con vegetación sumergida son el área de reclutamiento, principalmente la localidad Mata de Chávez, ya que allí fue donde se registró el mayor número de juveniles indeterminados.

Para *M. beryllina*, los machos son más abundantes que las hembras, con una proporción total de 1:0.74 para ciclo I, y para ciclo II, 1:0.86, que no fueron significativamente diferentes de la relación 1:1. Al igual que la otra especie, se observa que el número de hembras aumenta (1:4) cuando se da la época de reproducción (nortes) (tabla 12, figura 11).

Los indeterminados presentan sólo un pico en marzo (6 org), mes en el cual se da el reclutamiento, que coincide con el máximo de abundancia de la especie en ciclo I. De estos 6 individuos indeterminados, 4 se encontraron en Mata de Chávez, lo que apoya la idea de que ésta sea el área de reclutamiento. En el ciclo II no se encontraron organismos de sexo indeterminado (figura 11).

Generalmente, cuando las hembras sobrepasan en número a los machos es porque la especie presenta cuidados parentales que corren por cuenta de las hembras. En el caso de *M. martinica* y *M. beryllina*, que son especies que no presentan este tipo de cuidados, la explicación podría ser que para la producción de células sexuales tan grandes (como son los gametos femeninos), el número de hembras tiene que ser mayor durante el periodo de reproducción. La presencia de hembras provenientes de una cohorte anterior capaces de reproducirse, favorece este incremento.

En relación al índice gonadosomático (figura 12), *M. martinica* muestra dos pulsos, el más grande en enero-febrero (invierno) y el segundo en mayo-julio (verano). El primero parece ser inducido por un cambio drástico en la temperatura, como se puede ver en la figura 9, ya que de enero a febrero baja 2.16°C y de febrero a marzo sube 3.8°C. En el segundo desove también hay una variación en la temperatura, aunque no tan grande, puesto que de junio a julio y de julio a agosto las diferencias son menores a un grado centígrado.

Flores Coto (1983) reporta para la laguna de Tamiahua, que *M. vagrans* (= *M. martinica*) se reproduce todo el año, con un desove escaso en invierno-primavera en tanto verano-otoño presenta su máximo. En la Laguna de Pueblo Viejo el desove más importante es el que se registra en invierno. Esta diferencia se puede deber a que Flores Coto analizó número de huevos totales colectados, mientras que en el presente estudio el conteo de huevos se realizó por individuo.

Es claro que estos periodos reproductivos se dan de forma que el reclutamiento coincida con los pulsos productivos del sistema, ya que, como lo menciona Lagler, *et al* (1977), la existencia de plancton suficiente, precisamente durante la temporada de nacimiento de los peces es muy importante para lograr la sobrevivencia de la camada de ese año.

El reclutamiento de juveniles de *M. martinica* a la población se registra en marzo-abril. El mayor número de indeterminados se da en marzo y disminuye en abril. Revisando la distribución de tallas por mes (figura 26) se observa que los organismos indeterminados capturados en marzo son de una talla menor de 17.2 mm, y en abril la mayoría de los ejemplares están entre los 17.2 y 31.7 mm de longitud, talla a la cual se da el máximo reclutamiento y los organismos ya tienen sexo definido, lo que indica que maduran rápidamente (figura 14).

Middaugh y Hemmer (1992) reportan que *M. beryllina* se reproduce de febrero a abril en la Bahía Blackwater, Florida, con un índice gonadosomático de 12.5. Este valor es similar al que presenta *M. beryllina* en el presente estudio durante el ciclo II, en donde se muestran 2 pulsos, el de septiembre (12.82) y otro más alto en diciembre-enero (18.08), el cual coincide con el de ciclo I, donde sólo se observa un pulso de índice gonadosomático (20.94) (figura 13).

Observando la figura 29, se puede notar que la especie es escasa en la laguna durante diciembre-enero (cuando el índice gonadosomático es máximo), lo que podría deberse a que se moviliza a zonas pantanosas (Subrahmanyam, 1985). Esto explica porque en ciclo I sólo se registra un pulso ya que la muestra analizada es menor.

Los dos pulsos coinciden, al igual que *M. martinica*, con los máximos de productividad de la laguna, señalados por Contreras (1984). El índice gonadosomático más bajo se presenta en marzo-mayo que es cuando se da el reclutamiento.

En cuanto al número de huevos maduros por hembra, los valores para *M. martinica* comienzan a aumentar desde febrero, mes en el cual se da el mayor índice gonadosomático, alcanzando su máximo en marzo cuando el número de indeterminados es el más alto. En ciclo II también se observa un pulso de número de huevos por hembra en marzo. Este hecho refuerza que el desove más importante es el de febrero-marzo, ya que el de mayo-julio no coincide con el índice gonadosomático. El número mínimo de huevos por hembra es en abril, mes en el cual se da el reclutamiento (figura 14).

En el ciclo II el número de huevos por hembra de *M. beryllina* aumenta a partir de enero, valor más alto de índice gonadosomático, llegando al máximo en marzo que es cuando se registra el reclutamiento. Las variaciones no son claras en el ciclo I (figura 15) ya que los organismos capturados fueron pocos. Sólo se encontró una hembra madura en agosto y otra en noviembre 88 y ambas presentan un gran número de huevos (570 huevos).

Middaugh y Hemmer (1992) reportan 419 huevos maduros para *M. beryllina* en la Bahía Blackwater, valor aproximado al que se obtuvo en el presente estudio. Así, se observa que la especie que produce mayor cantidad de huevos por hembra es *M. martinica*.

La fecundidad de *M. martinica* (tabla 13) en julio resultó moderadamente relacionada con el peso total ( $r^2=52.76$ ,  $p=0.0002$ ) y poco relacionada con la longitud patrón ( $r^2=38.69$ ,  $p=0.0002$ ). Para los meses enero, febrero y marzo 89, principal época de reproducción, la fecundidad fue fuertemente relacionada con el peso total y la longitud patrón ( $r^2=70.81$ ,  $p=0.035$  y  $r^2=71.68$ ,  $p=0.033$  respectivamente).

Para *M. beryllina*, la fecundidad estuvo pobremente relacionada con la longitud patrón ( $r^2=9.53$ ,  $p=0.385$ ) y con el peso total ( $r^2=24.17$ ,  $p=0.148$ ) en el mes de enero 90 (tabla 14).

En la Tabla 15 se puede observar que geográficamente las poblaciones de *M. beryllina* localizadas hacia el norte tienen épocas reproductivas unimodales mientras que más al sur pueden ser uni o polimodales. En el presente estudio, *M. beryllina* y *M. martinica* presentaron dos pulsos de reproducción (comportamiento bimodal) en un intervalo de temperatura más corto para su reproducción que los reportados en el cuadro anterior.

## ASPECTOS DE DESARROLLO

El crecimiento puede ser expresado en longitud o peso. Así, resulta conveniente relacionar la longitud con el peso, y una vez obtenida esta relación peso/talla, a partir de la curva de crecimiento en talla se calcula la de crecimiento en peso. Puede ocurrir que el valor de la pendiente (b) no sea constante a lo largo de la vida del pez, caso en el cual hay que establecer dos o más ecuaciones. Los cambios del coeficiente b se producen a determinadas tallas o edades (Gómez Larrañeta, 1972).

Además de las tallas o edades, los coeficientes (pendiente y ordenada) pueden diferir entre especies, sexos, madurez, época, hora del día (debido a cambios en el llenado del estómago) (Bagenal and Tesch, 1978). Cabe destacar que para este estudio se emplearon las constantes derivadas de la relación peso-longitud (tablas 16 y 17), en el análisis del factor de condición ya que, de acuerdo a Ricker (1975), algunas diferencias dentro de la misma población pueden estar asociadas con su condición nutricional.

En ninguna de las dos especies se encontraron diferencias significativas en las que las pendientes de la relación peso-longitud entre machos y hembras, aunque se observó que las hembras alcanzan mayores tallas que los machos, lo que podría ser un fenómeno que favorezca a la reproducción. Por lo general, los machos envejecen y mueren a más temprana edad que las hembras (tabla 18) (Lagler, *et al* 1977).

En relación al factor de condición, éste es usado por los ictiólogos como un indicador de la salud de las poblaciones de peces, de tal forma que un valor mayor de 1 ocurre cuando existe probablemente suficiente alimento disponible para soportar crecimiento somático y gonadal (Moyle y Cech, 1988).

Teóricamente el factor de condición relativo con el valor de 1 representa el estado promedio de condición de una muestra determinada, a partir de la cual cada uno de los individuos puede presentar una mayor o menor condición, según sus valores individuales sean mayores o menores que la unidad (Castillo-Rivera, *et al.*, 1988).

Nikolsky (1963) sugiere que para poder entender las variaciones en la condición es necesario relacionarlas con las características biológicas de los organismos y con las condiciones ambientales en las que se encontraban.

Así mismo, Salgado-Ugarte (1985) señala que el conjunto de parámetros ambientales afectan desfavorablemente a las especies, provocando un decremento en la tasa metabólica o bien una disminución en la disponibilidad del alimento, lo cual repercute directamente en la condición de los organismos.

De acuerdo a los valores del factor de condición de ambas especies, los indeterminados de *M. martinica* fueron los organismos que tuvieron mayor condición ya que necesitan tener una buena reserva energética para crecer, les siguen las hembras porque son éstas quienes van a sufrir un mayor desgaste en la reproducción, y por último los machos. Por otro lado, las hembras de *M. beryllina* fueron las que presentaron mayor condición seguidas de los indeterminados, esto puede deberse a que la muestra de indeterminados estuvo pobremente representada y resulten valores erróneos (tabla 19).

*Membras martinica* presenta la mayor condición en nortes y secas. En época de nortes es cuando los individuos inician su período de reproducción por lo que necesitan de una excelente condición; en la época de secas coincide con el período de reclutamiento de la especie y los organismos canalizan su

energía al crecimiento somático. Entre estas dos épocas se dan los valores bajos de condición y esto es porque sobrevino el desgaste energético debido a la reproducción. En la época de lluvias, que es cuando se da un pulso de producción en el sistema, los valores del factor de condición relativo son casi 1 (figura 22).

*Menidia beryllina* tiene un comportamiento similar al de la otra especie, con dos pulsos, uno en nortes y otro en secas, sólo que en este caso la condición es mayor cuando se reproduce que cuando se da el reclutamiento, lo que podría deberse a un sesgo en los datos porque el número de individuos juveniles capturados es reducido. Entre las dos épocas, al igual que *M. martinica*, se observa la condición más baja resultado de la inversión de energía en la actividad reproductiva. En general *M. beryllina* muestra valores de condición más altos que *M. martinica* (figura 23).

Así, se puede ver que el comportamiento de ambas especies coinciden con lo que Pianka (1982) plantea en cuanto a que muchos organismos ahorran y almacenan materiales y energía durante periodos de tiempo que no sean favorables para el éxito de la reproducción; pero posteriormente los gastan en la reproducción en el momento más apropiado.

Por otro lado, en la distribución global de frecuencias de tallas de *M. martinica* se observa una sola moda (figura 24), aunque en la figura 26 se puede ver otra; la primera tiene una longitud patrón promedio de 70 mm y la segunda de 30 mm, correspondiendo esta última a los organismos juveniles, resultado de la época reproductiva de febrero, que se reclutan a la población. En este mismo período de reclutamiento se observan pocos organismos de tallas grandes, los cuales casi en su totalidad son hembras, lo que puede ser una estrategia de longevidad para favorecer una mayor fecundidad ya que al ser de tamaño más grande pueden producir un número mayor de huevos maduros. Asimismo lo mencionan Iniestra y Moreno (1991) para una población de *Anchoa mitchilli* en Pueblo Viejo.

Durante el ciclo II (figura 26) se observan las dos modas, lo que podría deberse a que este muestreo es más completo, por lo que es visible otro leve reclutamiento en el mes de septiembre, que es cuando se da uno de los pulsos productivos del sistema. En este ciclo se observa también que las pocas tallas grandes corresponden a hembras.

*Menidia beryllina* mostró una baja frecuencia a lo largo del período de estudio, sin embargo se estableció un probable grupo de tallas (figura 27) tomando en cuenta los meses que, por su tamaño de muestra, nos llevarán a resultados confiables. En la figura 29 se observa otra moda de tallas pequeñas en el mes de febrero evidenciando el período de reclutamiento. En el ciclo II, al igual que con *M. martinica*, se observan individuos juveniles derivados también de un reclutamiento en octubre, no tan importante como el de febrero.

A partir del análisis de las frecuencias de tallas se puede obtener información de la composición de las clases de tallas, los valores de las curvas poliimodales y la época de reclutamiento (Aguirre-Leon y Yáñez-Arancibia, 1982).

Para obtener los probables grupos de edad de las especies, se utilizaron los métodos indirectos tales como el método probabilístico de Harding modificado por Cassie (1954), Bhattacharya (1967) y Pauly (1983).



Con los tres métodos se determinó sólo una moda en ambas especies (tabla 20 y 21, figuras 30-35). No obstante, en el mes de octubre 88 (figura 26) para *M. martinica* y en noviembre 1989 (figura 29) para *M. beryllina* se alcanza a ver otra moda poca más pequeña. Las modas de tallas pequeñas, son producto de un leve desove durante un pulso productivo de la laguna y en su mayoría fueron hembras, lo que puede deberse a una mortalidad diferencial de los sexos durante la etapa de alevín, ya que los machos tienen una tasa de vida menor que las hembras (Pianka, 1982).

## ALIMENTACION

En relación a los hábitos alimenticios, se establecieron 20 grupos tróficos (tabla 22), de los cuales los artrópodos fueron los más comunes. Esto se ve confirmado con lo que menciona Lagler, *et al* (1977) que dentro de los animales invertebrados de mayor tamaño que sirven de alimento a los peces, tienen extraordinaria importancia los crustáceos e insectos (artrópodos) y anélidos (annelida).

Los resultados muestran que la dieta entre las dos especies fue prácticamente la misma, diferenciándose porque *M. martinica* prefirió crustáceos de talla pequeña, tales como copépodos y larvas de otros crustáceos; y *M. beryllina*, crustáceos de mayor talla como son peracaridos, entre ellos anfípodos y tanaidáceos, además de restos de peces en estado larvario.

Esta diferencia se observa en el análisis de discriminantes. Puesto que valores de lambda de Wilks cercanos a 1 indican que no hay diferencias entre los grupos analizados, y valores cercanos a 0 ocurren cuando hay diferencias grandes entre estos grupos, entonces una lambda de Wilks de 0.7747 entre especies, indica que hay una pequeña diferencia pero significativa, entre las dietas de ambas especies. Esta diferencia se puede deber a que *M. beryllina*, por ser de mayor talla que *M. martinica*, se alimente organismos de tamaño relativamente más grandes que de los que se alimenta la otra especie.

Estacionalmente (figuras 36 y 37), ambas especies presentan una progresiva utilización de recursos. En secas, se alimentaron principalmente de copépodos, lo que se puede deber a que en esa época se presenta un máximo de productividad en el sistema por lo que los copépodos son abundantes; en este mismo periodo fue cuando *M. beryllina* consumió la mayor cantidad de poliquetos ya que estos son más abundantes cuando la salinidad en estos sistemas aumenta, como lo es en época de secas (Sheridan, 1979).

En época de lluvias, existió una tendencia a consumir larvas de crustáceos y detritus, lo que es debido a que la precipitación provoca un arrastre de material alóctono a la laguna, incrementando la disponibilidad de recursos alimentarios, y por lo tanto de esos grupos tróficos.

En relación a la amplitud de nicho trófico, ambas especies mostraron los valores máximos en la época de lluvias, ya que en el sistema aumenta la cantidad de materia orgánica que sirve como alimento a una gran cantidad de organismos que consumen *M. martinica* y *M. beryllina* (figura 38). Al inicio de la época de secas se puede observar otro pulso para las dos especies, que coincide con uno de los máximos de producción de la laguna, y en el cual intervienen principalmente organismos juveniles que se reclutan a la población.

En época de secas el índice de repleción es alto debido a que los organismos juveniles se alimentan en gran cantidad para poder almacenar energía que requieren para el crecimiento somático. Los valores de

lambda de Wilks señalan que las diferencias en la dieta por época son más marcadas en *M. beryllina* que en *M. martinica* ( $0.226 > 0.133$ , respectivamente) (figura 39).

Durante un día (ciclo nictimeral), ambas especies consumieron en el amanecer una cantidad considerable de insectos, ya que éstos tienen mayor actividad en los períodos de luz diurna con una temperatura más baja y con una humedad relativa más alta (Begon, Harper y Townsend, 1990). En la noche consumieron principalmente peracáridos y poliquetos, posiblemente porque éstos últimos salen a alimentarse cuando disminuye la intensidad de luz y ambos (figura 40 y 41) ya que, como menciona Margalef (1972), los ostrácodos, anfípodos, cumáceos y poliquetos que son bentónicos durante el día pueden hallarse en el plancton, incluso en el agua superficial, durante las horas nocturnas

Durante el día, además de otros grupos tróficos, las dos especies se alimentan de copépodos y detritus en gran cantidad, por lo que la amplitud de nicho trófico fue mayor durante estas horas al igual que el índice de repleción, mostrando estómagos más llenos (figuras 42 y 43); así, se puede suponer que *M. martinica* y *M. beryllina* son predadores visuales. En noche se puede ver otro pulso en el índice de repleción, que podría deberse a que se alimentan de poliquetos y peracáridos, los cuales por su tamaño provocan estómagos muy llenos. Según los valores de la lambda de Wilks, las diferencias entre las dietas por hora fueron más marcadas en *M. martinica*.

Especialmente, en las localidades con vegetación sumergida la amplitud de nicho trófico fue mayor, al igual que el índice de repleción, lo que podría deberse a que en estas zonas se genera mayor cantidad de habitats y, por lo tanto, de especies que son consumidas por *M. martinica* y *M. beryllina*. Las diferencias entre las dietas de una zona a otra fueron más evidentes en *M. beryllina*, según los valores de lambda de Wilks, pero esto es debido a que sólo en una de las tres localidades sin pastos se encontró a esta especie, mientras que a *M. martinica* se capturó en las tres (figura 44).

Debido a que según la talla y/o edad de los peces se presentan cambios en la dieta (Livingston, 1982), se realizó un análisis por talla (figuras 45 y 46). Así, se observó que, en ambas especies, los organismos más pequeños se alimentaron prácticamente de copépodos y larvas de crustáceos en una cantidad considerable.

La amplitud de nicho trófico (figura 47) aumentó en los organismos de talla grande (*M. martinica*) y mediana (*M. beryllina*), ya que varían su dieta aunque siguen alimentándose de una gran cantidad de copépodos. En los estómagos de peces ya más grandes se encuentran cantidades considerables de insectos, peracáridos, poliquetos y restos de peces, grupos tróficos que ya son capaces de ingerir.

En la figura 48 se puede observar que los organismos pequeños, de ambas especies presentaron los valores de índice de repleción más altos ya al tener una tasa metabólica más elevada en comparación con la de los peces grandes, requieren de relativamente mayor cantidad de alimento para poder mantener la unidad de peso en sus cuerpos (Lagler, et al, 1977).

De acuerdo con los valores obtenidos a partir del análisis multivariado de discriminantes (tabla 31) se observó que las diferencias intraespecíficas fueron más marcadas que las interespecíficas, es decir, que la mayor parte de las diferencias en la alimentación ocurren dentro de la misma especie, de acuerdo al tiempo, espacio y la talla.

## CONCLUSIONES

La Familia Atherinidae está representada en la Laguna de Pueblo Viejo por dos especies *M. martinica* y *M. beryllina*, siendo la primera más abundante tanto en número como en peso, lo que podría deberse a que ésta última se distribuye a latitudes más al norte.

Ambas especies presentan dos pulsos de abundancia al año que coinciden con los pulsos de alta productividad del sistema. Así, *M. martinica* abunda en época de lluvias y *M. beryllina* en secas.

En ambos pulsos de abundancia tiene incidencia, para ambas especies, el reclutamiento de individuos juveniles a la población, siendo el más importante el que ocurre a inicios de primavera.

Las dos especies se distribuyen preferentemente en localidades con pastos porque en ellas hay mayor resguardo ante sus depredadores, disponibilidad y variedad de recursos alimenticios que en las zonas que no tienen vegetación sumergida.

Ambas especies son más activas en penumbra, *M. martinica* en el amanecer y atardecer, y *M. beryllina* en el atardecer y noche. Esto debido, probablemente, a que durante el día disminuyen su actividad para evitar que sean depredadas.

El parámetro ambiental temperatura influyó directamente en la abundancia de las dos especies al ser el factor disparador de la reproducción, e indirectamente al favorecer uno de los pulsos de producción en el sistema, generando mayor cantidad de alimento.

La proporción de sexos de *M. martinica* (1:1.09) es más próxima a la relación 1:1 que la de *M. beryllina* (1:0.86). La relación se desplaza a favor de las hembras en época de reproducción (1:1.4 y 1:4, respectivamente).

El comportamiento del índice gonadosomático en el tiempo fue semejante en machos que en hembras, lo que sugiere una maduración sexual simultánea para los dos sexos en ambas especies.

En la reproducción de las dos especies ocurren dos pulsos importantes, *M. martinica* los presenta en enero-febrero, que es el más importante, y en mayo-julio; *M. beryllina* en diciembre-enero, el de mayor intensidad, y en agosto-septiembre. El principal reclutamiento de ambas especies se registra en marzo-abril.

*Membras martinica* produce mayor cantidad de huevos maduros (60-2050) que *M. beryllina* (66-1397), por lo que su fecundidad es más alta; esto se obtuvo en un intervalo de tallas de 30 a 85 mm y 44 a 76 mm, respectivamente.

La mayor condición de ambas especies se observó en los que anteceden a los períodos de reproducción y reclutamiento.

El número de grupos probables de edad fue de 1 presentando una distribución unimodal de tallas, pero en algunos meses se observa bimodal debido a los dos desoves que ocurren en el año. Así, se podría señalar que se trata de especies anuales.

*Menidia beryllina* posee tallas más grandes que *Membras martinica*. En ambas especies las hembras son más longevas y alcanzan tallas ligeramente mayores que los machos, lo cual puede obedecer a una estrategia para favorecer la adecuación de las especies.

El contenido estomacal estuvo compuesto principalmente por tres grupos tróficos: crustáceos, insectos y materia orgánica no identificada (M.O.N.I.). Prefiriendo *M. martinica* copépodos y larvas de crustáceos; y *M. beryllina*, peracáridos (anfípodos y tanaidáceos), huevecillos y restos de peces en estado larvario.

Los hábitos alimenticios inter e intraespecíficos se correlacionan con los parámetros temporales, espaciales y por talla, obteniéndose que para la época de nortes ambas especies se alimentaron, en mayor cantidad, de peracáridos, insectos y restos de peces; en secas básicamente de copépodos, y durante las lluvias comieron larvas de crustáceos y detritus, siendo la época en la cual se presentan los valores más altos de amplitud e índice de repleción. En las horas de penumbra, ambas especies capturaron insectos; durante el día, copépodos y detritus, y en la noche, peracáridos e insectos.

Los peces de tallas pequeñas se alimentaron fundamentalmente de copépodos y larvas de crustáceos, teniendo un índice de repleción muy alto en relación a otras tallas. La amplitud de nicho trófico fue mayor en los organismos de tamaño mediano y grande. Los peces más grandes consumieron organismos también de mayor tamaño, como son insectos, peracáridos, poliquetos y restos de peces en estado larvario.

En las localidades con pastos las dos especies presentaron una mayor variabilidad de grupos tróficos en su contenido estomacal y también un índice de repleción más alto con respecto a las localidades que no mostraron vegetación sumergida.

De acuerdo a lo anterior, se observó que las diferencias de la dieta dentro de las especies son más grandes que las diferencias entre especies.

#### LITERATURA CITADA

- Aguirre-León, L. A. y A. Yáñez-Arancibia. 1982. Las mojarras de la Laguna de Términos: taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México*, 13(1):369-444.
- Ashrar, M., L. K. Simpson and A. D. Bengston. 1992. Development of salinity stress tests for larval striped bass, *Morone saxatilis*, and inland silversides, *Menidia beryllina*, used in nutritional studies. *Aquaculture*. 21-25 ay. Growing toward the 21st century. Orlando, USA.
- Bagenal, T. and F. Tesch. 1978. Age and growth. In: T. Bagenal (Ed.). *Methods for assesment of production in fresh waters*. 3rd. ed. Blacwell Sci. Pub., Oxford.
- Barnes, D. R. 1977. *Zoología de los invertebrados*. 3a Ed Interamericana. México.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigation the food of fishes, whit reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Marine Biology*. 263-273.
- Begon, M., J. L. Harper y C.R. Townsend. 1988. *Ecología; individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega, Barcelona España.
- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23:115-135.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability paper n the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 5:513-522.
- Castillo-Rivera, M.A., 1995. Aspectos ecológicos e la ictiofauna de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Castillo-Rivera, M.A., G. Moreno and R. Iniestra. 1994. Spatial, seasonal and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulide), in a tropical coastal lagoon of the México. *Southwestern Nat.*, 39(3): 263-268.
- Castillo-Rivera, M.A. y A. Kobelkowsky. 1993. Comportamiento ambiental de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Biotam*, 5(2): 11-12
- Castillo-Rivera, M.A., M.A. Pérez y A. Kobelkowsky. 1988. Estudio de la biología de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 5(10):69-84.

- Castillo-Rivera, M.A. and V. Zamayoá. 1994. Dinámica poblacional y patrones de reparto de recurso entre dos especies de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Tópicos Investigación y Posgrado*, III(3): 19-24.
- Castro, A, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, Serie Científica.
- Chernoff, B., V.J. Conner and F.C. Bryan. 1981. Systematics of the *Menidia beryllina* Complex (Pisces: Atherinidae) from the Gulf of Mexico and its tributaries. *Copeia*. (2), pp 319-336.
- Contreras, E. F. 1984. Estudios hidrobiológicos en lagunas costeras. *Ciencia*, 35:13-18
- Contreras, E. F. 1985a. Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 3(2):47-56.
- Contreras, E. F. 1985b. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México.
- Daniel, W. W. 1987. Biostatística. Base para el análisis de las ciencias de la salud Limusa. 3a ed. México.
- De la Lanza, E. G. y M. C. Cantú. 1986. Cuantificación de clorofilas y aplicación del índice de diversidad de pigmentos (D430/D665) para estimar el estado biótico de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Universidad y Ciencia*, 3(5):31-42.
- Deegan, L. L. and B.A. Thompson. 1985. The ecology of fish communities in the Mississippi River deltaic plain, Chap. 4:35-36. In: A. Yañez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Fairbridge, R.W. 1980. The estuary: Its definition and geodynamic cycle, p. 1-36. In: Olausson, E. and I. Cato (Eds.), *Chemistry and Biogeochemistry of estuaries*. Wiley-Interscience John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Fischer, W. (Ed). 1978. Species identification sheets for fishery purposes; Western Central Atlantic (fishing area 31). FAO ( Food and Agriculture Organization of the United Nations ) Fisheries Department, Rome. 5 Vols.
- Flores-Coto, C. 1983. Descripción del huevo y el desarrollo larvario de *M. vagrans* (Goode y Bean) con notas sobre su época de desove en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 10(1):238-248

- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 4a. ed., México, D.F.
- García, S.S. 1972. Dinámica de los bancos ostrícolas en relación con factores del ambiente y el control ejercido mediante obras hidráulicas en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz., México. Mem. IV Congr, Nac. Ocean. (México): 429-442.
- Gómez, J.L.M. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES-Zaragoza, UNAM. Iztapalapa, D.F.
- Gómez-Larrañeta, M. 1972. Dinámica de las poblaciones explotables de animales marinos. In: Ecología Marina. Fundación La Salle. Monografía 14 Cap 16.
- Gosner, L.K. 1971. Guide to Identification of marine and estuarine invertebrates. Wiley-Interscience. E. U.
- Green, R.H. and G.L. Vascotto. 1978. A method for the analysis of environmental factors controlling patterns of species composition in aquatic communities. *Water Research*, 12: 58- 590.
- Hoese, H.D. and R.H. Moore. 1977. Fishes of the Gulf of Mexico; Texas, Louisiana and adjacent waters. Ed. Texas University Press, USA.
- Hempel, G. 1979. Early life history of marine fish. Division of Marine Resources. University of Washington.
- Hutchinson G.E. 1981. Introducción a la ecología de poblaciones. Ed. Blume. Barcelona, España.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis- a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17:411-429.
- Iniestra, G.R. y G. Moreno. 1991. Contribución al conocimiento de aspectos biológicos y ecológicos de *Anchoa mitchilli* (Osteicties: Engraulidae) en la Laguna de Pueblo Viejo Veracruz, México. Tesis de licenciatura, ENEP-ZARAGOZA, UNAM.
- Kobelkowsky, A.D. 1991. Ictiofauna de las Lagunas Costeras del estado de Veracruz. In: Físicoquímica y biología de las lagunas costeras mexicanas. Serie Grandes temas de la Hidrobiología, UAM-I, (1):74-91.
- Kobelkowsky, D.A., M.A. Perez y M.A Castillo-Rivera. 1988. Estudio de los peces de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver., Informe de proyecto de investigación. Dpto. de Biología DCBS. UAM-I. México, D.F.
- Kobelkowsky, A.D. y M. Castillo-Rivera. 1990. Estudio de los peces de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Informe presentado a la Dirección General y Investigación Científica y Superación Académica -DGICSA- de la Secretaría de Educación Pública -SEP-. Registro DGICSA No. 890352, convenio No. C89-01-0216. Noviembre.

- Kobelkowsky, A.D. y M. Castillo-Rivera. 1991. Ciclos nictimerales y estacionales de la ictiofauna de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Informe final interno. Universidad Autónoma Metropolitana, UAM-Iztapalapa. Octubre.
- Korth, W.J. and J.M. Fitzsimons. 1987. Kariology of three species of eastern North American atherinid fishes. *Copeia*. (2) pp 505-509.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publishers, New York, USA.
- Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de biología pesquera. Ed. Acribia - FAO, Zaragoza, España.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R.M. Passino. 1977. Ictiología. 2a. ed. John Wiley and Sons.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal Lagoons of México. Their Origen and Clasification. In: Wiley M. (Ed.), Estuarine processes, Academic Press. New York. 2:182-215.
- Le Cren, E. 1947. The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from opercular bone. *J. Anim. Ecol.* 16:188-204.
- Leo, S.R. 1980. Ecology and field biology. 3rd. ed. Harper and Row, Publ. New York.
- Letcher, H.B. and A.D. Bengtson. 1993. Effects of food density on the growth and on patterns of prey depletion by larval silverside fish, *M. beryllina* (Cope); a laboratory investigation with imagen analysis. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, 167:197-213
- Linton, L.R., R.W. Davies and F.J. Wrona. 1981. Resource utilization indices: An assessment. *J. of An. Ecol.* 50:283-292.
- Livingston, R.J. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. *Marine of Ecology Progress Service*, 7:1-12.
- Livingston, R.J. 1985. Organization of fish in coastal seagrass system: the response to stress. Chap 16: 367-382. In: A. Yañez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Margalef, R. 1977. Ecología. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España,
- Matlock C.G. y A.M. Garcia. 1983. Stomach Contents of selectd Texas Fishes. Contribution in Marine Science. Vol 26:95-110.
- Mc Naughton and L. L. Wolf. 1984. Ecología General. Ed. Omega. Barcelona.



- Meglitsch, P. A. 1978. Zoología de invertebrados. 2a ed. H. Blume Ediciones. España.
- Middaugh, P.D. 1981. Reproductive Ecology and spawning periodicity of the atlantic silverside, *Menidia menidia* (Pisces: Atherinidae). *Copeia*. (4) pp 766-776.
- Middaugh, P.D. and J.M. Hemmer. 1992. Reproductive ecology of the inland silverside, *M. beryllina* (Pisces: Atherinidae) from Blackwater Bay, Florida. *Copeia* (1):53-61.
- Moffett, A.W., Mc Eachron, L.W. and J.G. Key. 1979. Observations on the Biology of sand seatrout (*Cynoscion arenarius*) in Galveston and Trinity bays, Texas. *Contributions in Marine Science*, Vol 22. 163-172.
- Montiel, J.M. 1994. Biología y Ecología de los Gerreidos (Pisces: Gerreidae) de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Licenciatura, F.E.S. Zaragoza, UNAM.
- Moyle, B. P. and J. J. Cech. 1988. Fishes: an introduction to ichthyology. 2nd ed. Prentice-Hall, Inc.
- Nelson, S.J. 1984. Fishes of the world. 2nd. ed., John Wiley and Sons.
- Nikolsky, G.B. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. NewYork.
- Odum, E. P. 1987. Ecología. 3a. edición. Interamericana. México.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO, Doc. Téc. Pesca.
- Pianka, R.E. 1982. Ecología Evolutiva. Omega, Barcelona España.
- Prejs A. y G. Colomine. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Zoología Tropical y Universidad de Varsovia Polonia, Depto. de Biología. Caracas.
- Pritchard, D.W. 1967. What is an estuary: physical viewpoint, p. 3-5. In: G.S. Lauff (Ed.). Estuaries. Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ. 3, Washington, D.C.
- Reséndez-Medina A. y A. Kobelkowsky. 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México. México. *Universidad y Ciencia*. 8(15):91-110.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish Res. Board Can.* 191:382

- Ross, S.W. and S.P. Epperly. 1985. Utilization of shallow estuarine nursery areas by fishes in Pamlico Sound and adjacent tributaries, North Carolina, Chap. 10: 207-232. In: A. Yañez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1985. Algunos aspectos biológicos del bagre *Arius melanopus* Gunter (Osteichthyes: Ariidae) en el sistema lagunar de Tampamachoco, Veracruz. Tesis Profesional, ENEP-Zaragoza UNAM.
- Sheridan, F.P., Triman L.D. and M.B. Baker. 1984. Reproduction and food habits of seven species of Northern Gulf of Mexico Fishes. *Contributions in Marine Science*. Vol 27:175-204.
- Sherrill T.M. and P.D. Middaugh. 1993. Spawning periodicity of the inland silverside, *M. beryllina*, (Pisces: Atherinidae) in the laboratory: relationship to lunar cycles. *Copeia*. (2) pp 522-528.
- Siegel, S. 1988. Estadística no paramétrica. Ed. Trillas, Méx. D.F.
- Smith, E.P. and T.M. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*, 63(5):1248-1253.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. Biometry. 2nd. ed. Freeman and Company, New York, USA.
- Stoner, W.A. and J.R. Livingston. 1984. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from seagrass meadows. *Copeia* (1): 174-187.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. A practical handbook of a sea water analysis. Fisheries research board of Canada, Ottawa.
- Subrahmanyam, C.B. 1985. Fish community of a bay estuarine-marsh system in North Florida, Chap. 9: 191-206. In: A. Yañez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México
- Subrahmayam, C.B. y C.L. Coultas. 1980. Studies on the animal communities in two North Florida salt marshes. Part III. Seasonal fluctuation of fish and macroinvertebrates. *Bull. Mar. Sci.* 30(4):790-818.
- Tatsuoka, M.M. 1988. Multivariate Analysis: Techniques for Educational and Psychological Research. 2nd. Ed. Macmillan Pub. Co. New York.
- Weinstein, M.P. 1985. Distributional ecology of fishes inhabiting warm-temperate and tropical estuaries: Community relationships and implications. Chap. 14:285-310. In: A. Yañez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.

- Yáñez-Arancibia, A., 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: Nota científica. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 2(I)43-60.
- Yáñez-Arancibia, A., 1985. The estuarine nekton: Why and how an ecological monograph. Chap 1:1-8. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México.
- Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara Domínguez, A. Aguirre-León, S. Díaz-Ruíz, F. Amezcua Linares, D. Flores Hernández y P. Chavance. 1985a. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. Chap 15:311-366. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara Domínguez and H. Alvarez Guillen. 1985. Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets. Chap 7: 127-168. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara Domínguez, P. Sánchez-Gil, I. Vargas Maldonado, Ma. de la C. García Abad, H. Alvarez Guillen, M. Tapia García, D. Flores Hernández and F. Amezcua Linares. 1985c. Ecology and evaluation of fish community in coast ecosystems estuary shelf interrelationships in the southern Gulf of México. Chap 22: 475-496. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654p. DR (R) UNAM. Press México 1985.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. A.G.T. Editor, S.A. México. D.F.
- Yoshiyama, R.M., J. Holt, S. Holt, R. Godbout and D.E. Wohlschlag. 1982. Abundance and distribution patterns of demersal fishes on the South Texas outer continental shelf: a statistical description. *Contributions in Marine Science*, 25:61-84

## AGRADECIMIENTOS

Me es grato hacer patente mi agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa a través del Laboratorio de Peces por el apoyo institucional y financiero brindado para la realización de la tesis.

Al Maestro en Ciencias Manuel Castillo Rivera, por la atinada dirección y asesoría del presente trabajo, así como por su amistad.

Al Biólogo Abraham Kobelkowsky Díaz por las facilidades otorgadas en el Laboratorio de peces de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa durante la realización del estudio.

Al Maestro en ciencias Jose Luis Gómez Márquez, a los Biólogos Salvador Hernández Aviles, Ernesto Mendoza Vallejo y Guillermo Blancas Arroyo por su minuciosa revision, acertados comentarios y valiosas sugerencias dadas texto para mejorarlo.

A Tere y Mary por su amistad y estímulo, y de manera muy especial a Mary por su gran apoyo desinteresado.

Al personal del Departamento de Promociones y Dictámenes Academicos, muy especialmente a Ofe, por su estímulo y ayuda.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**