

03474

1  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

FLUJO DE ENERGIA EN LAS ESPECIES DE MACROCRUSTACEOS  
DOMINANTES ASOCIADOS A VEGETACION SUMERGIDA EN LA  
LAGUNA DE TAMIAHUA VERACRUZ.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)  
BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS  
P R E S E N T A  
BIOL. LAURA DE LOURDES CARDENAS FLORES

MEXICO

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

	PAG
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	7
AREA DE ESTUDIO	7
MATERIAL Y METODOS	11
METODO DE MUESTREO	11
RELACIONES FISIOLOGICAS	15
DENSIDAD	15
ASIMILACION ESTACIONAL	16
PRODUCCION	16
RESPIRACION	17
CALORIMETRIA	21
RESULTADOS	22
VARIACIONES EN TEMPERATURA Y SALINIDAD	22
DENSIDAD	24
BIOMASA Y PRODUCCION	29
RESPIRACION	34
ASIMILACION O FLUJO DE ENERGIA	39
ASIMILACION ANUAL	40
EFICIENCIAS ECOLOGICAS	44
DISCUSION	50
VARIACIONES FISIOLOGICAS	50
DENSIDAD	52
BIOMASA Y PRODUCCION	55
RESPIRACION ESTACIONAL	58
ASIMILACION ESTACIONAL	62
ASIMILACION ANUAL	64
EFICIENCIAS ECOLOGICAS	66
CONCLUSIONES	68
LITERATURA CITADA	69
ANEXOS	78

## RESUMEN

En el presente trabajo se analizó el flujo de energía de la comunidad de macrocrustáceos más abundantes asociados a una zona de vegetación sumergida en la Laguna de Tamiahua Veracruz, (*Callinectes similis*, *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae*, *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus* y *Palaemonetes pugio*) a lo largo de un ciclo anual en base a el análisis de la densidad de la población, biomasa, producción y respiración. Considerando a el flujo de energía ó asimilación como la suma de Producción + Respiración.

La densidad de organismos por metro cuadrado presentó una disminución marcada en el mes de agosto de 1990 como un efecto de el ciclón Diana, para algunas de las especies de macrocrustáceos, a excepción de las especies de *Penaeus*, que no presentaron una disminución marcada en la densidad de organismos. Así mismo se observó una mayor densidad de la especie *P. setiferus* en 1991 con respecto al año anterior, en comparación con *P. aztecus*.

Los resultados de asimilación mostraron que las especies de *Penaeus* presentaron un comportamiento distinto por época del año, teniendo las mayores asimilaciones en la época de secas, en cambio las especies de *Callinectes* y *Palaemonetes*, presentaron la mayor asimilación en la época de lluvias.

La asimilación anual es considerada como la suma de todos los valores de las diferentes épocas del año, presentando los mayores valores las especies de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus* con 191.12 y 152.25 KJoules/m<sup>2</sup>/año respectivamente, seguidas de las especies de *Callinectes similis*, *C. sapidus* y *C. rathbunae* con 107.60, 57.15 y 37.57 KJoules/m<sup>2</sup>/año respectivamente y por último la especie de *Palaemonetes pugio* con 47.34 KJoules/m<sup>2</sup>/año.

Con respecto a las eficiencias ecológicas presentadas en este estudio se observó que la relación entre P/A y P/R presentan un valor aproximado de 0.3, y las relaciones entre P/B y R/A son bastante altas para las especies de macrocrustáceos consideradas para este estudio en comparación con otras especies de Decápodos.

La especie que presentó la mayor eficiencia de producción fue *P. setiferus* y la que menor eficiencia de producción fue *C. rathbunae*. Así, las mayores producciones netas las presentó esta misma especie *C. rathbunae* con 73 %. Y la especie que menor producción neta presenta es *P. pugio* con únicamente 38%.

La eficiencia de producción (P/A) de la comunidad en general que habita las áreas de vegetación sumergida es del 24% presentando una producción neta alta 54%.

## INTRODUCCION

Las lagunas costeras son ecosistemas complejos en los cuales la interacción organismo-ambiente es altamente dinámica. Esta complejidad está dada por sus características fisiográficas, las cuales las colocan como ecosistemas de transición entre los ambientes dulceacuicola y marino. En estos ambientes las especies se han adaptado para explotar una amplia diversidad de habitats en una red trófica de múltiples relaciones, así como para incorporar las variaciones del ambiente a sus ciclos de vida (Yañez-Arancibia, 1986).

La estructura trófica del ambiente estuarino se caracteriza por ser altamente dinámica. En estos sistemas se presenta una elevada tasa de producción primaria y secundaria, así como una gran proporción de alimentadores generalistas (Yañez-Arancibia, 1986)

Uno de los habitats característicos de las lagunas costeras y estuarios son las zonas de vegetación sumergida. En estas áreas, las comunidades animales están determinadas, tanto por la composición específica y diversidad de los pastos, como por los factores físico químicos, como salinidad, temperatura, tipo de sustrato, etc. En estos ambientes, se encuentran animales que son transitorios, otros que permanecen por periodos prolongados y otros que se encuentran ocasionalmente en estas zonas (Yañez-Arancibia, 1986; Zimmerman y Minello, 1990).

La importancia del ambiente de vegetación sumergida es reconocida por su alta productividad y la contribución de materia orgánica a la zona costera. Una parte importante de dicha producción la aportan las microalgas epifitas de los pastos marinos. De éstas, las diatomeas forman uno de los grupos más abundantes, cuya productividad es estimada en 300 y 800 g de materia orgánica/m<sup>2</sup>/año (Wood et al., 1967).

Los pastos marinos desempeñan importantes funciones ecológicas: son una de las fuentes de productividad primaria más importantes en aguas someras y además proveen alimento y protección a un gran número de organismos.

Muchos de los organismos que se encuentran en las praderas de pastos, tienen diferentes tipos de relaciones tróficas, directas e indirectas con ellos, como aquellos que solamente utilizan la protección que les proveen como áreas de crianza para muchas especies que, como adultos, viven en otras partes. Entre éstos hay varias especies de importancia comercial como los camarones peneidos (Mann, 1982; Kneib, 1987).

Una de las lagunas de mayor importancia y longitud, en el Golfo de México es la Laguna de Tamiahua. En esta laguna los camarones peneidos y las jaibas del género *Callinectes*, constituyen un recurso pesquero importante, por lo que son esenciales para el desarrollo socioeconómico de la región, ya que conforman una de las pesquerías más importantes del sistema. Además desempeñan un papel ecológico significativo en las comunidades bentónico-pelágicas como transformadores de energía al mismo tiempo que juegan un papel importante como depredadores, consumidores de detrito o como alimento para otros organismos del ecosistema (Kneib, 1982; Perry, 1984; Orth y van Montfrans, 1987; Rosas, 1989).

Las postlarvas epibénticas de los camarones peneidos del Golfo de México, al ingresar como planctónicas en las lagunas costeras, colonizan las praderas de pastos marinos. En donde encuentran alimento y protección en contra de depredadores, lo que favorece la congregación en altas densidades (Stoner y Zimmerman, 1988).

Estos organismos están expuestos a las presiones de depredación y en esta fase se registra la mayor mortalidad, lo cual se refleja

en la tasa de reclutamiento de juveniles y preadultos que formarían parte de la pesquería (Minello y Zimmerman, 1983; Gracia, et al., 1989; Minello et al., 1989). En estas zonas, las especies depredadoras pueden reducir la intensidad de competencia por espacio en las especies competidoras ya que cuando se encuentran en bajas densidades, su diversidad puede ser alta cuando los depredadores están presentes (Evans, 1983).

Otra de las especies de crustáceos decápodos dominantes que comúnmente habitan las zonas de vegetación sumergida son las pertenecientes al género *Palaemonetes* (Escobar, 1984). Estos organismos además de constituir un recurso alimenticio para los depredadores, participan en la cadena trófica donde se alimentan principalmente del detrito asociado con bacterias lo cual es su principal recurso energético en estas áreas (Williams, 1984). Entre las especies de este género, *P. pugio* es importante en la dinámica trófica de los ecosistemas estuarinos ya que habita estas zonas durante casi todo el año (Kneib, 1987; Morgan, 1980). Estos organismos se han adaptado para tolerar bajas y altas salinidades y su crecimiento depende principalmente de la temperatura a la cual se encuentren (Williams, 1984). Por otra parte ha sido reportado que existe gran variación en la abundancia de *P. pugio* de acuerdo con la época del año (Alon y Stancyk, 1982).

Aunque en la naturaleza un organismo existe como una unidad discreta, este forma parte integral de una población, lo cual a su vez pertenece a un ecosistema determinado (Dame y Vernberg, 1982). Como parte de la población, los organismos tienen interacciones intraespecíficas e interespecíficas, al mismo tiempo que los factores abióticos juegan un papel importante en dichas interacciones. Esto da como resultado patrones particulares en el flujo de energía en los ecosistemas (Dame y Vernberg, 1982; Evans, 1984). Una manera de entender el efecto de las variaciones del ambiente en los organismos acuáticos, es a través

de determinar las variaciones del flujo de energía en la población.

Ecologicamente el flujo de energía proporciona una medida para relacionar la estructura y función de la población con la estructura y función de un ecosistema (Dame, 1976). De acuerdo con Odum, (1983) la estructura se refiere a la composición de las comunidades bióticas (diversidad, abundancia, distribución, ciclo biológico, ciclo de nutrientes, temperatura, salinidad, etc...) y la función, a los aspectos relacionados con el uso de los recursos, como la tasa de flujo de energía a través del ecosistema, la estructura trófica, y la tasa de ciclos biogeoquímicos, así como el papel biológico y ecológico de los organismos en la regulación del sistema. Odum (1971) menciona que la estimación del flujo de energía parece ser no solo un medio para comparar la madurez y estabilidad de un ecosistema con otro, sino también un medio para evaluar la importancia que tienen, sobre la utilización de un recurso, los diferentes tamaños de clase de una especie.

Así el flujo de energía en un ecosistema representa más acertadamente el significado de la población, al evaluarlo en los componentes de mayor densidad e importancia ecológica en las lagunas costeras, favoreciendo así el manejo de los recursos que se explotan (Odum, 1968; Dame, 1972)

La energía ingerida por un organismo es utilizada para formar o renovar estructuras y parte se pierde durante la función respiratoria y excretora del animal. La energía que finalmente queda, es la producción neta y es la energía que está disponible para los siguientes niveles tróficos. El concepto de flujo de energía a nivel de consumidores ó productores secundarios es difícil de precisar pues la energía utilizada queda comprendida entre la que fluye hacia otros niveles tróficos (Equihua, 1983). Parecería que lo más adecuado sería volver



dicho concepto equivalente al alimento asimilado, para poder referirse a una producción secundaria (Equihua, 1983).

Por lo anterior el flujo de energía ha sido descrito por varios autores como la porción de energía ingerida que es asimilada por la población (Odum y Smalley 1969; Smalley, 1960; Odum, 1968; McNeel y Lawton, 1970; Dame, 1972; Dame, 1976; Dame y Ferragberg, 1982; Evans, 1884; Strayer y Likens, 1986), la cual es calculada con la ecuación:

$$A = P + R$$

donde:

(A) es la energía asimilada; (R) es la energía que es perdida en forma de calor (respiración) y (P) es la energía que es transformada en materia orgánica (producción).

La asimilación (A) es la cantidad de energía consumida que es utilizada por el organismo. Smalley (1960) ha llamado a la asimilación como flujo de energía, si la producción (P) de los organismos es asumida como crecimiento, y el crecimiento mas la respiración combinados, pueden ser considerados como un estimador de la asimilación.

La producción (P) se considera como la fuente de energía disponible que puede ser utilizada por el siguiente nivel trófico.

A nivel de población, el metabolismo medido como respiración (R) es particularmente apropiado para cuantificar la utilización de energía bajo diferentes condiciones ambientales. A nivel ecológico la respiración también puede ser utilizada como un indicador de la tasa metabólica del organismo, y por ende la cantidad de energía utilizada por la población en un marco ambiental definido. (Duncan y Klekowsky, 1975; Gaudy y Sloane, 1981).

Para conocer la distribución de energía en un ambiente determinado es importante conocer las eficiencias ecológicas dado que estas

reflejan la forma de como el organismo transforma la energía asimilada del medio. Estas eficiencias son utilizadas para conocer y predecir la producción en términos de biomasa, en una población o en un ecosistema (Duncan y Klekowsky, 1975).

Las relaciones ecológicas indican un cambio fundamental en los patrones básicos del flujo de energía. Odum (1968) ha definido a este tipo de eficiencias como el cociente de dos de los parámetros del flujo de energía, ya sea entre los niveles tróficos de una comunidad natural, entre las poblaciones de organismos ó entre los organismos individuales. Comúnmente, el flujo de energía en un organismo es considerado como un fenómeno fisiológico, y tales asociaciones de energía individual pueden relacionarse con eficiencias ecológicas únicamente cuando son consideradas en un contexto ecológico. Es por esto que las proporciones producción/asimilación ( $P/A$ ), producción/biomasa ( $P/B$ ) y producción/respiración ( $P/R$ ) son teóricamente indicadoras del desarrollo de la comunidad y del estado de sucesión ecológica (Kouslowsky, 1968).

En los estudios ecológicos, es necesario el entender las características ecofisiológicas de las especies de mayor densidad e importancia en todas las fases de su desarrollo, ya que de esta manera es posible predecir la producción, prevenir los posibles cambios e incluso predecir las posibles alteraciones que, por acción natural ó del hombre, pudieran cambiar la situación actual. En relación con esto, es necesario tomar en cuenta que la zona costera es donde se sustenta la actual producción de camarón y jaiba, por lo cual es necesario realizar estudios enfocados a entender la biología y ecología de las formas larvales y juveniles de estas especies, (Mahoney y Livingston, 1982).

En las zonas de vegetación sumergida de la mayor parte de los sistemas estuarinos se desconocen los mecanismos que permiten soportar la elevada heterogeneidad espacial, producción,

diversidad y organización de las comunidades , teniendo por consiguiente el desconocimiento de la utilización de la energía por parte de los organismos que habitan dichas zonas (Orth, 1978; Kurmaly, et al., 1989). Entre los trabajos enfocados al estudio del flujo de energía en zonas de vegetación sumergida se encuentran: Evans, 1984; Zimmerman y Minello 1984, 1990; Minello y Zimmerman 1987, 1991)

En la actualidad la información existente acerca de las comunidades que habitan zonas de vegetación sumergida se ha incrementando, principalmente en relación a estudios ecológicos en sistemas tropicales. Debido a esto, en la Laguna de Tamiahua, que es un sistema tropical donde se han realizado estudios relacionados con la ecofisiología de peces y portunidos, sería importante obtener información ecológica que permita evaluar el flujo de energía en las zonas de vegetación sumergida en relación a las variaciones naturales del sistema.

Debido a lo anteriormente expuesto este estudio se enfoco a estimar el flujo de energía de algunos de los macrocrustáceos dominantes que habitan una zona de vegetación sumergida en la laguna de Tamiahua, Veracruz; para lo cual se propuso el siguiente objetivo general.

#### OBJETIVO

Estimar el flujo de energía de los macrocrustáceos dominantes asociados a una zona de vegetación sumergida en la laguna de Tamiahua, Veracruz, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos particulares.

a)-Conocer la composición estacional y la densidad de las especies de macrocrustáceos dominantes asociados a la zona de vegetación sumergida.

b)-Evaluar la producción y la tasa metabólica de los macrocrustáceos dominantes.

c)-Medir el contenido energético de los macrocrustáceos dominantes.

#### AREA DE ESTUDIO

La laguna de Tamishua (Figura 1) se ubica en la costa norte del Estado de Veracruz entre los 21°06' y 22°06' de latitud Norte y 97°23' y 97°46' de longitud Oeste. Esta laguna es un cuerpo de agua de aproximadamente 100 km de longitud y 25 km de anchura máxima, y una profundidad promedio de 3 m. En su interior se encuentran varias islas, tres de las cuales destacan por su superficie; Juana Ramirez al norte, la del Idolo en el sur y la del Toro en el centro. Estas islas conforman un sistema de canales que se cree son los responsables de la circulación anticiclónica en la laguna (Villalobos et al., 1976).

El sistema presenta dos bocas de conexión con el mar situadas en los extremos. Al norte la boca de Tampachichí y al sur la boca de Corazones.

Varios ríos desembocan en los bordes continentales entre los que sobresalen por su tamaño los de San Jerónimo, Tancochin y Tampache, que son los principales aportadores de agua dulce.

El clima de la zona es cálido subhúmedo, con lluvias en verano (García (1973)). En invierno el clima es seco con lluvias ocasionales y con frecuencia prolongadas, originadas por los llamados vientos "nortes". La precipitación es superior a 750 mm y la temperatura media anual es de 18 °C (Villalobos et al., 1976).

La zona sur de la laguna (Figura 2) se caracteriza por dos canales que conectan la parte central de la cuenca con el mar a la

boca de Corazones. En esta zona los efectos de la marea son mas marcados que en las zonas abiertas.

La region sur de la laguna, de la isla del Idolo a la boca de Corazones, se caracteriza por tener una profundidad promedio en las zonas de vegetación sumergida de aproximadamente 60 cm. Ahí el sustrato principalmente limo-arcilloso (Cárdenas, 1989). La temporada de lluvias se extiende de junio a diciembre con máximos de precipitación en diciembre. La época seca abarca de enero a mayo acentuándose esta a partir del mes de marzo.

En este sistema, los camarones *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus* constituyen, junto con las jaibas del genero *Callinectes* y el ostión *Crassostrea virginica*, la pesquería mas importante.

En la zona sur de la Laguna de Tanihua (Figura 2) donde se ubicó el sitio de colecta, la vegetación sumergida está constituida principalmente por pastos marinos y algas, los cuales están representados por *Halodule beaudetii* y *Halodule wrightii*, y las algas, por las divisiones reofitas, rodofitas, clorofitas. Así mismo las mayores densidades de postlarvas epibénticas de *P. aztecus* y *P. setiferus*, durante el periodo de 1988 a 1989 fueron registradas en esta zona (Cárdenas, 1989).

Algunas características físico-químicas y biológicas de la Laguna de Tanihua han sido descritas anteriormente por varios autores. De Buen, (1957); Cruz, (1968); Ayala-Castanahares et al.; (1969); Reséndez, (1974); Villalobos et al., (1976); Cárdenas (1989).

## MATERIALES Y METODOS

Los organismos colectados para este estudio fueron capturados frente a la localidad de Tantalamós, que se ubica al sur de la laguna, en la ribera oriental, entre la isla del Idolo y la boca

de Corazones (Figura 2). Para estimar el flujo de energía se escogió una zona cercana a donde se registró la mayor abundancia de postarrvas epibénticas de *I. aztecus* y *I. setiferus* en zonas de pastos durante 1988-1989, (Cardenas, 1989).

Una vez definido el lugar de trabajo se llevaron a cabo colectas mensuales a lo largo de un ciclo anual, de mayo de 1990 a abril de 1991.

Para la toma de muestras se utilizó una modificación del método descrito por Evans y Tallmarck (1979). En un área cuadrangular de  $100 \text{ m}^2$  se hizo un encierro con una red de 1 mm de abertura de malla, y 10 m por lado. Una vez colocada la red, se mantuvo elevada durante una hora sobre la superficie del agua durante, cuando menos 1 hora, para permitir el libre movimiento de los organismos. (Figura 3a).

Transcurrido este tiempo considerado, se soltó la red manualmente quedando fija al fondo con una serie de plomos, y con la parte superior sobre la superficie del agua (Figura 3b). Una vez formado el cerco se introdujo una red de patin tipo Pullen (1967) de 50 cm de abertura de boca y 1.50 m de largo con abertura de malla de 0.5 mm (Figura 4) y se realizaron cuando menos 20 arrastres que cubrían  $5 \text{ m}^2$  cada uno, hasta barrer totalmente el área. Este tipo de colecta se realizó durante el período de mayo a agosto de 1990. El producto de cada arrastre se introdujo en bolsas de plástico y se fijó con formol al 4% para su análisis posterior.

A partir del análisis de los organismos obtenidos durante estos arrastres se decidió reducir el área muestreada de  $100$  a  $25 \text{ m}^2$ . Para lo cual, el área de  $25 \text{ m}^2$  se dividió en dos cuadrantes de  $12.5 \text{ m}^2$  (Figura 3c). Estos cuadrantes sirvieron también para determinar la eficiencia de la red de patin (ANEXO 1).

Los datos de eficiencia de la red, se utilizaron para corregir los valores de densidad de las colectas. Además de las colectas antes mencionadas se realizaron arrastres durante cada muestreo con una red de patin en zonas de vegetación sumergida aledañas al sitio de colecta, con la finalidad de capturar organismos para la evaluación de la tasa metabólica.

En el área de colecta se tomaron datos de salinidad, con un refractómetro American Optical ( $\pm 1$  ‰); de temperatura y oxígeno disuelto, mediante un oxímetro con sensor polarográfico (YSI-54 ARC  $\pm 0.05$  mg/l).

Los macrocrustáceos se lavaron en el laboratorio, se separaron, identificaron y contaron. Las especies dominantes en la mayor parte de los muestreos fueron *Callinectes similis*, *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae*, *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus* y *Palaemonetes pugio* los cuales se consideraron como las especies más representativas de la comunidad de macrocrustáceos en el área de colecta. El proceso de identificación por especie se realizó simultáneo a la evaluación cuantitativa de las muestras. Así, los macrocrustáceos fueron separados por especie de acuerdo con las claves de Ringo y Zamora (1968) y Williams, (1984).

Las medidas morfológicas de cada organismo fueron: para peneidos y palaemonidos: largo total, desde el extremo terminal del rostro, hasta el extremo terminal del telson (LT); largo del cefalotorax, desde el extremo terminal del rostro hasta la parte posterior del rostro (LC). Para portunidos se tomó la medida del ancho del caparazón (longitud entre las espinas) como la medida más representativa del crecimiento (Perry, 1984). Todas las medidas de longitud y ancho fueron realizadas con un vernier ( $\pm 0.05$  cm). Se determinó el peso seco (PS) el cual se obtuvo al secar los organismos en una estufa BLUE M, durante 24 horas a 70 °C. Posteriormente el peso seco libre de cenizas (PSLC), calcinando los animales secos a 500 °C en una mufla (TERMOLAYNE 1500) durante

1 hora, hasta peso constante. El pesaje se realizó con una balanza analítica de  $\pm 0.0001$  gr de sensibilidad.

#### RELACIONES MORFOMETRICAS

Se obtuvieron las relaciones largo total (LT) vs peso seco (FS) y PS vs peso seco libre de cenizas (PSLC), para las especies a partir de los datos de los primeros meses de estudio.

El paquete estadístico STATGRAF ver 2.1 se utilizó para el cálculo de las ecuaciones de regresión. Los parámetros de las ecuaciones se presentan en el ANEXO 2 los cuales se obtuvieron tomando en consideración un intervalo de confianza del 95 %.

#### DENSIDAD

La densidad de las especies fue evaluada de acuerdo con los organismos encontrados en cada arrastre y corregida posteriormente por la eficiencia de la red. Los valores fueron expresados como individuos por metro cuadrado ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ).

La estimación de la densidad de las especies por tamaño de clase se realizó con base a los cambios en la frecuencia y tamaño a lo largo del periodo de estudio. Para el cual se consideró un intervalo de talla de 0.5 mm, el cual es utilizado para la separación de macrocrustáceos por algunos autores (Stoner, 1988). Las tallas consideradas para este estudio fluctuaron para *C. similis*, *C. sapidus* y *C. rathbunae* entre (0.5 mm y 8.0 cm), para *P. aztecus* y *P. setiferus*, entre (0.5 mm y 7.0 cm) y para *P. pugio* entre 0.5 mm y 4 cm.

Para estimar la biomasa en la zonas de vegetación sumergida se consideró el peso promedio de cada especie de cada muestra, de cada mes, se multiplicó por la densidad de organismos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) y se expresó como  $\text{gr}/\text{m}^2/\text{mes}$  (Brower y Zar, 1974).

#### FLUJO DE ENERGIA O ASIMILACION

El flujo de energía a través de estas poblaciones se estimó



empleando la ecuación propuesta por Odum (1968) y Dame y Verneberg (1982) la cual considera la asimilación (A) y requiere de la medida de la producción (P) y la respiración (R) de los organismos que componen la población la cual se expresa como  $A = P + R$

#### PRODUCCION

El cálculo de la producción requiere del conocimiento de la biomasa en el tiempo y de la biomasa que puede ser perdida por muerte o emigración durante intervalos de tiempo considerados. Debido a que esto último no puede ser directamente medido, la estimación de la producción requiere de métodos indirectos, a partir de los datos de número, tamaño y biomasa de los organismos de la población en diferentes tiempos.

La producción fue estimada a partir del análisis de frecuencia-largo, con la ayuda del programa para computadora Electronc Length Frequency Analysis (ELEFAN Ver.2.1).

Este análisis se basa en que existe una distribución normal en cada tamaño de clase de cada especie estudiada, para lo cual se utilizó el método de Battacharya, (1967). Este método separa las curvas normales (cohortes) asumiendo que la distribución de longitud de cada tamaño es normal.

La descomposición de cada muestra frecuencia-largo en la distribución de componentes es realizada al graficar las transformaciones logarítmicas de las diferencias entre sucesivos frecuencias-largo. Aparentemente aparece una distribución normal, (lo que se considera como un cohorte) y aplicando el método de Battacharya se seleccionan los puntos probables para estimar una distribución normal (con diferentes cohortes), así como la media y desviación estándar, para cada una de las distribuciones. Las medias de cada grupo son graficadas, así como la densidad correspondiente a cada uno de los cohortes.

Los diferentes cohortes se siguieron a lo largo del tiempo obteniendo después la diferencia entre los meses siguientes con respecto al anterior. La media de cada cohorte fue transformada posteriormente para conocer esta diferencia en unidades de peso de acuerdo al número total de cada uno de las cohortes. Posteriormente se utilizó la ecuación LT vs PS para obtener la proporción de cada cohorte en unidades de peso, se utilizó la ecuación Ps vs PSLC para poder espresar los resultados en gr PSLC/m<sup>2</sup>/mes.

Todos estos valores fueron expresados en unidades de energía (KJoules/m<sup>2</sup>/mes). Los valores de producción por época del año fueron obtenidos a partir de la suma de los valores mensuales correspondientes a cada periodo climático. Los valores anuales de producción se obtuvieron a partir de la suma de todos los valores mensuales.

#### RESPIRACION

Para medir la tasa respiratoria, se colectaron los organismos en un area adyacente a la zona de muestreo, la cual presentó características semejantes, para la captura se realizaron un mínimo de 5 arrastes con la red de patin, que cubrieron un área de aproximamente 2.5 m<sup>2</sup> cada uno. Colectando número suficiente de organismos por especie, incluyendo las diferentes tallas representativas de los macrocrustáceos dominantes de esta zona para cada mes. Una vez colectados, se transportaron en cajas de plastico con agua del medio al laboratorio de campo ubicado en la población de Taniahua, Veracruz. Este traslado no duró mas de 40 minutos. Así mismo se tomaron datos de temperatura y salinidad para mantener a los organismos en condiciones semejantes en el laboratorio.

Las especies fueron entonces identificadas y separadas por especie y talla. Se escogio un mínimo de 10 organismos dentro del intervalo de tallas de cada especie dominante en las fechas de

colecta. Cada uno de estos organismos fue colocado en un respirometro individual que consistio de una camara de plastico de diferente volumen de acuerdo con la talla de organismos.

Las tallas características durante todo el periodo de estudio para las diferentes especies fueron *C. similis*, *C. sapidus* y *C. rathbunae* (0.5-8.0 cm), para *P. aztecus* y *P. setiferus* (0.5-7.0 cm) y para *P. pugio* de (0.5-4.0 cm).

Los valores de salinidad se igualaron a los del sitio de colecta y los valores de temperatura presentaron variaciones diurnas y nocturnas de acuerdo con el transcurso del dia y que correspondieron a las variaciones del medio. El número de organismos utilizado y la talla de estos, fueron representativos de los colectados con la red de cerco.

Antes de iniciar la medición del consumo de oxígeno, los organismos se mantuvieron en las cámaras respirométricas a la temperatura y salinidad correspondientes al lugar de colecta y con aireación constante cuando menos 1 hora antes de la primera lectura.

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto se utilizó un respirómetro como cámara control por especie, la cual no tenía organismo de prueba. Primero se midió la concentración inicial del oxígeno disuelto y posteriormente se cerraron las cámaras durante un tiempo suficiente para evitar por un lado la disminución de la concentración de oxígeno a niveles que pudieran modificar la tasa metabólica y por otro, que en los casos en que los organismos estuvieran muy pequeños se pudieran registrar los cambios en los niveles de oxígeno. Este tiempo fue de 1 hora a 1 hora y media dependiendo del tamaño del animal..

Después de transcurrido este tiempo se abrieron las cámaras y se tomó una segunda muestra de la concentración de oxígeno disuelto.

Una vez hecho, esto se recambio parcialmente el agua (30%) y así permanecieron durante un lapso de 2 horas hasta la siguiente medición. Este procedimiento se siguió durante un ciclo de 24 horas en cada mes de colecta y durante todo el experimento los organismos permanecieron sin alimentar.

El agua utilizada para el recambio fue del sitio de colecta y se mantuvo con filtración constante para lo cual se utilizó un filtro externo de carbon activado y un filtro de diatomeas.

El oxígeno consumido por cada organismo durante cada tiempo de medición, se obtuvo de la diferencia entre los valores iniciales y finales de la concentración de oxígeno disuelto en cada cámara. Este valor fue corregido por la diferencia obtenida en una cámara control sin organismo.

Al final del experimento los organismos fueron sacrificados, medidos, pesados, secados e incinerados según el método descrito anteriormente. Así los resultados fueron expresados en mg O<sub>2</sub>/l.r/gr PSLC.

Para relacionar el consumo de oxígeno con el peso de cada una de las especies, se utilizó la ecuación que relaciona el consumo de oxígeno y el peso:

$$VO_2 = a * W^b \quad ( 1 )$$

donde

VO<sub>2</sub>= mgO<sub>2</sub>/hr/animal; W= es el PSLC individual en gramos; a= es el intercepto y b= es la pendiente. La expresión logarítmica de esta ecuación permitió obtener ecuaciones lineales:

$$\log Y = \log a + b \log W. \quad ( 2 )$$

El consumo de oxígeno promedio para los ciclos de 24 horas se obtuvo de la siguiente manera. A los resultados de consumo de oxígeno obtenidos para cada periodo de medición (1 a 1.5 horas) se les aplicó la ecuación (2) considerando el peso seco libre de cenizas (PSLC). Posteriormente se obtuvo el consumo de oxígeno para un animal de un gramo (W = 1 g PSLC) en una hora de medición.

Una vez realizado esto se obtuvo la mediana de estos valores, la cual se consideró como el mejor promedio del consumo de oxígeno-hora/gramo PSLC para cada especie durante el mes correspondiente. Estos datos fueron transformados a su equivalente oxicalórico utilizando 4.8 Kcal/litro de oxígeno (Schmidt-Nielsen 1989), y posteriormente utilizando la relación de 1 cal = 4.1868 Joules. (Kurmalj et al. 1989).

Los animales requieren energía química para realizar las diversas funciones y el uso de esa energía, se considera como metabolismo energético (Schmidt-Nielsen 1989). Todos los animales obtienen su energía principalmente a través de la oxidación de los alimentos, por lo que el consumo de oxígeno es una medida directa del metabolismo del animal. La razón fundamental para utilizar el consumo de oxígeno como medida de la tasa metabólica es que la cantidad de calor producido por cada litro de oxígeno consumido permanece constante independientemente del sustrato metabólico utilizado 4.8 Kcal/litro de oxígeno (Schmidt-Nielsen 1989).

#### CALORIMETRIA

El valor calórico para las diferentes especies se obtuvo con una bomba calorimétrica marca PARR, (ANEXO 3), los cuales fueron posteriormente convertidos a KJoules/m<sup>3</sup>.

Todos los valores de producción, respiración y asimilación fueron expresados por cada uno de los periodos climáticos característicos de la zona de estudio. Esta nomenclatura ha sido utilizada en reportes previos para la Laguna de Tamiagua, Cárdenas, (1989) y Rosas, (1989). La época de lluvias comprende de (junio a septiembre); la época de "nortes", de (octubre a febrero) y la época de secas, de (marzo a mayo).

#### ANALISIS ESTADISTICO.

Para establecer la significatividad de las diferencias observadas,

para los valores en la densidad, de los diferentes especies en cada uno de los meses, y entre las distintas especies, para Produccion, Respiracion y Asimilacion de cada especie con respecto a a) las diferentes épocas, b) entre las especies por época y c) entre todas las especies por época, se utilizo la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, y las diferencias encontradas se corroboraron empleando la prueba no paramétrica de Neuman-Kéuls, (Zar, 1974).

## RESULTADOS

### TEMPERATURA Y SALINIDAD

En la Figura 5 se presentan los resultados de las variaciones en temperatura y salinidad durante el periodo de mayo 1990 a abril 1991. La temperatura del agua fué baja en los meses de enero y febrero (20 y 22 °C), alta en mayo (36 °C) y en el resto del año fluctuó entre (30 y 32°C). La salinidad fué baja en octubre, enero y febrero (15, 20 y 22 ‰ respectivamente), en el resto del año se mantuvo entre 28 y 34 ‰. En el mes de agosto 1990 se observe una disminución tanto en la temperatura (de 30 °C a 25 °C) como en la salinidad (de 30‰ a 10‰) con respecto a los meses anteriores, como consecuencia del (cyclón Diana). En los meses posteriores (septiembre y octubre 1990) la temperatura alcanzó los niveles encontrados antes de este fenómeno (32 °C) y la salinidad vario de acuerdo a los aportes de agua dulce asociados con la época de lluvias (15 y 23 ‰) Figura 5.

En los primeros meses del año siguiente, se observó, que tanto la temperatura como la salinidad descendieron como consecuencia de la temporada de nortes en invierno, llegando a registrarse valores entre 20 y 22 °C y 20 y 22 ‰. En los meses de marzo y abril (secos), la salinidad y temperatura resultaron semejantes a los meses de junio y julio de 1990.

La profundidad promedio reportada para esta zona es de aproximadamente 60 cm. Sin embargo en el mes de agosto 1990 el incremento en el nivel de agua fué notablemente mayor que en los meses anteriores y posteriores, llegando en esta ocasión a un nivel de 1.10 m en la columna del agua. (70 horas después de haber comenzado el cyclón).

### DENSIDAD

a) Callinectes

La densidad de la población de las 3 especies de jaibas varió desde un mínimo de 0.04 ind/m<sup>2</sup> para *C. rathbunae* en agosto y un máximo de 1.74 ind/m<sup>2</sup> para *C. similis* en marzo (Tabla 1)

En la Tabla 1 y Figura 6a se observa que en los meses de mayo a julio la densidad de *C. similis* disminuyó de 1.08 a 0.45 ind/m<sup>2</sup>. *C. sapidus* varió de 0.32 a 0.17 ind/m<sup>2</sup> y *C. rathbunae* incrementó su densidad al doble de mayo a julio 1990, de 0.15 a 0.32 ind/m<sup>2</sup> respectivamente. En los meses posteriores la densidad de *C. similis* disminuyó de 0.49 ind/m<sup>2</sup> en julio a 0 ind/m<sup>2</sup> en septiembre y octubre; *C. sapidus* aumentó de 0.17 ind/m<sup>2</sup>, en julio a 0.62 ind/m<sup>2</sup> en octubre, y *C. rathbunae* incrementó de 0.32 ind/m<sup>2</sup> en julio a 0.78 ind/m<sup>2</sup> en septiembre y 0.87 ind/m<sup>2</sup> en octubre 1990

En la Tabla 1 y Figura 6a se muestra una disminución de la densidad (ind/m<sup>2</sup>) en el mes de agosto para las tres especies de *Callinectes* con respecto a los meses anteriores y posteriores.

Después de la disminución en la densidad de organismos observada en agosto de 1990 la única especie que se restableció después del ciclón fué *C. rathbunae*. Esta especie se encontró en una densidad de 0.78 ind/m<sup>2</sup> en septiembre 1990. Esta densidad resultó ser 17 veces mayor que la registrada en el mes de agosto, y dos veces mayor que la registrada en julio de 0.32 ind/m<sup>2</sup>. *C. sapidus* no se colectó hasta el mes octubre donde la densidad obtenida fue 0.62 ind/m<sup>2</sup> durante los dos meses siguientes al ciclón (Agosto 1990). *C. similis* estuvo ausente en la zona de muestreo (Figura 6a, Tabla 1) y se volvió a capturar hasta el mes de enero 1991.

En enero de 1991 la densidad de los tres especies se incremento notablemente con respecto al año anterior, con valores de 1.28 ind/m<sup>2</sup> para *C. similis*, 1.84 ind/m<sup>2</sup> para *C. sapidus* y 1.28 ind/m<sup>2</sup> para *C. rathbunae*.



Se pudo apreciar también que la densidad de *C. similis* se incrementó al siguiente año (1991) manteniendo valores de densidad mucho más altos que los reportados en el año anterior. Con respecto a *C. sapidus* la densidad, al igual que en *C. similis*, también incrementó en los primeros meses a 1.85 ind/m<sup>2</sup> en enero, disminuyendo posteriormente a 0.41 ind/m<sup>2</sup> en abril. Estos valores son semejantes a los encontrados en mayo y junio del año anterior de 0.32 y 0.45 ind/m<sup>2</sup> respectivamente.

En el caso de *C. rathbunae* la densidad se incrementó después de agosto y se mantuvieron valores altos hasta enero 1991 llegando a valores de enero a abril 1991, entre 1.28 ind/m<sup>2</sup> y en febrero de 0.05 ind/m<sup>2</sup>. Estas densidades resultaron semejantes ( $p > 0.05$ ) a las obtenidas antes del ciclón (0.15 a 0.32 ind/m<sup>2</sup>). Hay que hacer notar que la densidad de *C. rathbunae* casi siempre fue menor con respecto a las otras dos especies y que esta especie en los meses posteriores al ciclón incrementó su densidad cuando las otras dos especies *C. sapidus* y *C. similis* se encontraron en menor densidad.

#### b) Palaemonetes

En la Tabla 1 y Figura 6b se presentan las variaciones de las densidades de *P. pugio*, durante el periodo de estudio. Debido a que esta especie es un residente permanente de la zona muestreada, todas las tallas se encuentran representadas en esta área. Como se puede observar entre mayo y junio de 1990, la densidad disminuyó de 12.84 ind/m<sup>2</sup> a 1.72 ind/m<sup>2</sup>, y durante julio y agosto entre 9.41 y 8.13 ind/m<sup>2</sup>. Hay que hacer notar que en las colectas hechas en agosto la densidad no cambió significativamente ( $p > 0.05$ ) respecto al mes anterior. En los meses de septiembre y octubre, la densidad de organismos se elevó respecto a los meses anteriores, con valores de 64 ind/m<sup>2</sup> en septiembre y 42.89 ind/m<sup>2</sup> en octubre (Figura 6b, Tabla 1). En los primeros meses del siguiente año, la densidad disminuyó considerablemente hasta casi 2 ind/m<sup>2</sup> en febrero. En los meses de

Se pudo apreciar también que la densidad de *C. similis* se incrementó al siguiente año (1991) manteniendo valores de densidad mucho más altos que los reportados en el año anterior. Con respecto a *C. sapidus* la densidad, al igual que en *C. similis*, también incrementó en los primeros meses a 1.25 ind/m<sup>2</sup> en enero, disminuyendo posteriormente a 0.41 ind/m<sup>2</sup> en abril. Estos valores son semejantes a los encontrados en mayo y junio del año anterior de 0.32 y 0.45 ind/m<sup>2</sup> respectivamente.

En el caso de *C. rathbunae* la densidad se incrementó después de agosto y se mantuvieron valores altos hasta enero 1991 llegando a valores de enero a abril 1991, entre 1.28 ind/m<sup>2</sup> y en febrero de 0.05 ind/m<sup>2</sup>. Estas densidades resultaron semejantes ( $p > 0.05$ ) a las obtenidas antes del ciclón (0.15 a 0.32 ind/m<sup>2</sup>). Hay que hacer notar que la densidad de *C. rathbunae* casi siempre fue menor con respecto a las otras dos especies y que esta especie en los meses posteriores al ciclón incrementó su densidad cuando las otras dos especies *C. sapidus* y *C. similis* se encontraron en menor densidad.

#### b) Palaemonetes

En la Tabla 1 y Figura 6b se presentan las variaciones de las densidades de *P. pugio*, durante el periodo de estudio. Debido a que esta especie es un residente permanente de la zona muestreada, todas las tallas se encuentran representadas en esta área. Como se puede observar entre mayo y junio de 1990, la densidad disminuyó de 12.84 ind/m<sup>2</sup> a 8.72 ind/m<sup>2</sup>, y durante julio y agosto entre 9.41 y 8.18 ind/m<sup>2</sup>. Hay que hacer notar que en las colectas hechas en agosto la densidad no cambió significativamente ( $p > 0.10$ ) respecto al mes anterior. En los meses de septiembre y octubre, la densidad de organismos se elevó respecto a los meses anteriores, con valores de 64 ind/m<sup>2</sup> en septiembre y 42.89 ind/m<sup>2</sup> en octubre (Figura 6b, Tabla 1). En los primeros meses del siguiente año, la densidad disminuyó considerablemente hasta casi 2 ind/m<sup>2</sup> en febrero. En los meses de

marzo y abril, (11.53 y 34.76 ind / m<sup>2</sup> respectivamente) la densidad de esta especie se igualó a los valores reportados el año anterior.

La densidad registrada para *P. pugio* en septiembre de 64 ind/m<sup>2</sup> resulto ser 2 veces mayor que la registrada en agosto. Hay que hacer notar un incremento en hembras ovigeras en el mes de septiembre el cual correspondio a un 4% de hembras ovigeras del total de la estructura población al muestreada.

Al igual que en *C. rathbunae*, se observo que la densidad de *P. pugio* presentó un incremento importante después del ciclón en los meses de septiembre y octubre 1990 (Sanchez et al. 1990).

### c) *Penaeus*

Como se observa en la Tabla 1 y Figura 6c *P. aztecus* incremento su densidad de 0.73 ind/m<sup>2</sup> en junio a 2.97 ind/m<sup>2</sup> en agosto. Mientras que *P. setiferus* mantuvo la densidad semejante en los meses de junio (1.25 ind/m<sup>2</sup>) y agosto (1.33 ind/m<sup>2</sup>).

La densidad de *P. aztecus* disminuyó de 3.8 a 0.72 ind/m<sup>2</sup> de mayo a julio de 1990. A partir de agosto esta especie presentó un incremento en la densidad hasta el mes de octubre, donde se obtuvieron los máximos valores para las colectas de ese año (8 ind/m<sup>2</sup>). En los primeros 2 meses del siguiente año, las densidades fueron las mas bajas de todo el periodo de colecta de 0.67 y 0.26 ind/m<sup>2</sup> para enero y febrero respectivamente. A partir de marzo hubo un incremento en la densidad de 4.41 y 17.33 ind/m<sup>2</sup> para *P. aztecus* y *P. setiferus* respectivamente. En abril de 1991 se obtuvieron las mayores densidades para *P. aztecus* de todo el periodo de estudio con 13.56 ind/m<sup>2</sup> (Tabla 1, Figura 6c)

En el caso de *P. setiferus*, se puede observar en la Figura 6c y Tabla 1 que en las colectas de 1990 los valores mayores de

densidades se encontraron en octubre 14.5 ind/m<sup>2</sup> y en julio y septiembre con 2.8 y 2.5 ind/m<sup>2</sup> respectivamente, los valores inferiores en mayo y junio 1.4 y 1.3 ind/m<sup>2</sup> que son valores muy semejantes. Para las colectas de 1992 se observó una tendencia a incrementar la densidad desde enero 3.5 ind/m<sup>2</sup> hasta marzo con 17.3 ind/m<sup>2</sup> con una ligera disminución en abril con 11.7 ind/m<sup>2</sup>.

Cabe señalar que la máxima densidad de *P. setiferus* se encontró en marzo y correspondió a los valores ms altos para todo el período de estudio de ambas especies. Así mismo se puede observar en la Figura y Tabla señalada anteriormente que, *P. aztecus* presentó las mayores densidades con respecto a *P. setiferus* en las colectas de 1990, a excepción de junio y julio, donde dominó el camarón blanco. En las colectas de 1991, *P. setiferus* tuvo valores mayores durante enero, febrero y marzo, mientras que en abril ambas especies presentaron densidades semejantes (13.85 y 11.7 ind/m<sup>2</sup>) para *P. aztecus* y *P. setiferus* respectivamente.

Hay que hacer notar que durante el mes de agosto, las tallas de las dos especies correspondieron a organismos de las menores tallas encontradas (de  $\bar{x}$  1.0 cm).

Para el análisis de producción, respiración y asimilación, los datos de los diferentes meses se agruparon para presentarlos por época del año. El uso de épocas del año permite tener una visión global de los acontecimientos de cada período climático de tal manera que facilite el análisis.

## PRODUCCION

### a) Callinectes

En poblaciones naturales es necesario evaluar no únicamente la biomasa que existe en un lugar, sino también la producción de estas poblaciones durante un periodo de tiempo.

En la Tabla 2 y Figura 7a, b y c se presentan los resultados de producción para las especies del género *Callinectes*, *Penaeus* y *Palaemonetes*. En relación con las especies del género *Callinectes* se puede observar que la mayor producción en todo el periodo de estudio correspondió a *C. similis* en lluvias (18.46 KJoules/m<sup>2</sup>) y la menor la presentó *C. sapidus* en la misma época (0.83 KJoules/m<sup>2</sup>). *C. similis* presentó las mayores producciones durante todo el periodo de estudio aunque *C. sapidus* tuvo la mayor producción en la época de nortes (8.44 KJoules/m<sup>2</sup>). Dicha producción es marcadamente mayor que las otras dos especies en esta época y de la presentada por *C. rathbunae* en todas las épocas.

Hay que hacer notar que en todas las épocas del año, aparecen las 3 especies compartiendo la misma zona, aunque como se mencionó anteriormente, la producción, en cada época es diferente para cada una de las especies de jaibas.

#### b) Palaemonetes

La mayor producción de *Palaemonetes pugio* se obtuvo en la época de lluvias con 6.77 KJoules/m<sup>2</sup>, la intermedia 3.3 KJoules/m<sup>2</sup> en nortes y la menor producción se obtuvo en la época de secas (1.9 KJoules/m<sup>2</sup>) Tabla 2, Figura 7b).

En la misma Figura 7b se observa que la tendencia de la producción para *P. pugio*, es a disminuir siendo mayor en lluvias y menor en secas.

#### c) Penaeus

En lo que respecta a *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus*, ambas mantuvieron producciones semejantes en todas las épocas del año con una tendencia a incrementarse desde la época de lluvias, donde se obtuvo la menor producción (6.90 y 5.85 KJoules/m<sup>2</sup> respectivamente) hasta obtener el máximo de producción en la época de secas con (28.14 y 27.60 KJoules/m<sup>2</sup>) para *P. aztecus* y *P.*

*setiferus* respectivamente (Tabla 2, Figura 7). Se observa también que esta tendencia es aparentemente inversa a la presentada por los palemonidos.

Se observa que para la época de lluvias *P. aztecus* y *P. pugio* presentaron aproximadamente las mismas producciones con ( $p > 0.05$ ) 6.9 y 6.77 KJoules/m<sup>2</sup>. Asimismo *P. setiferus* presentó una producción menor ( $p < 0.05$ ) que las dos especies anteriores con 5.85 KJoules/m<sup>2</sup>. *C. sapidus* y *C. rathbunae* presentaron las menores producciones para esta época con 0.63 y 2.82 KJoules/m<sup>2</sup> respectivamente.

Para la época de nortes *C. sapidus* junto con *P. aztecus* y *P. setiferus* presentaron la mayor producción (8.44, 8.11 y 9.90 KJoules/m<sup>2</sup> ( $p < 0.05$ ) respectivamente. *C. similis* presentó una producción intermedia con 5.05 KJoules/m<sup>2</sup> y la menor producción para nortes la presentaron *P. pugio* y *C. rathbunae* con 3.31 y 2.50 KJoules/m<sup>2</sup> respectivamente y la mayor correspondió a *C. similis* con 13.46 KJoules/m<sup>2</sup>.

En la época de secas las dos especies de peneidos presentaron la mayor producción de todas las épocas y de todas las especies con 28.14 y 27.60 KJoules/m<sup>2</sup> para *P. aztecus* y *P. setiferus* respectivamente, seguidos por *C. similis* con 8.56 KJoules/m<sup>2</sup>. El resto de las especies presentaron producciones menores de 2 KJoules/m<sup>2</sup> encontrándose diferencias significativas de las especies de peneidos con respecto a las otras especies ( $p < 0.05$ ).

#### RESPIRACION

La respiración es un proceso a través del cual se utiliza gran cantidad de energía de tal forma que frecuentemente es el valor más alto dentro del flujo de energía. La respiración ha sido considerada como un buen indicador de la utilización de energía por la población y acoplada con la producción puede ser usada como

un estimador del flujo de energía a través de esta (Dare y Vernberg, 1981).

#### a) Callinectes

El comportamiento del consumo de oxígeno (Figura 8a) muestra una tendencia semejante a la producción (Figura 7a) para estas especies de portunidos, siendo siempre mayor la respiración.

Para *C. similis*, la respiración presentó el máximo en lluvias con 41.07 KJoules/m<sup>2</sup>, con un descenso para la época de nortes a 3.30 KJoules/m<sup>2</sup> y posteriormente un incremento a 30.43 KJoules/m<sup>2</sup> en el periodo de secas (Tabla 3, Figura 8a).

*C. sapidus* presentó un comportamiento similar al de su producción, con los mayores valores en la época de nortes (22.97 KJoules/m<sup>2</sup>) y más bajos en lluvias (7.67) y secas (5.27 KJoules/m<sup>2</sup>). La mayor energía en época de nortes correspondió a *C. sapidus* y fue aproximadamente 3 veces mayor en la época de nortes en comparación a las otras dos especies de jaibas. *C. rathbunae* presentó una disminución de los valores de respiración a lo largo del período de estudio, en la época de lluvias con 15.48 KJoules/m<sup>2</sup>, descendiendo en nortes 11.15 KJoules/m<sup>2</sup> y en secas a 4.83 KJoules/m<sup>2</sup> (Tabla 3, Figura 8a).

#### b) Palaemonetes

Al igual que en los resultados de producción (Figura 7b), *P. pugio* presentó el máximo de respiración en la época de lluvias con 26 KJoules/m<sup>2</sup> y presentó los menores valores en la época de secas con 6.73 KJoules/m<sup>2</sup>, disminuyendo para la época de nortes a 2.56 KJoules/m<sup>2</sup> (Figura 8b, Tabla 3).

No se encontraron diferencias significativas, de esta especie entre la época de nortes y secas con respecto a las demás especies, solo en nortes con respecto a *P. setiferus* ( $p < 0.05$ ).

### c) *Penaeus*

En la Figura 8c y Tabla 3 se presentan los resultados de respiración de las dos especies de peneidos, y se puede observar que la tendencia de los valores de respiración, para *P. aztecus* es semejante a los observados para producción (Figura 7c) esto es valores similares en la época de lluvias y nortes (27.78 y 27.71 KJoules/m<sup>2</sup>) y el máximo en época de secas (86.89 KJoules/m<sup>2</sup>). Este valor resulto ser 5 veces mayor que lo obtenido en las épocas anteriores.

En la Figura 8c y Tabla 3 se observa que *P. setiferus* presentó la mayor respiración en la época de secas (60.12 KJoules/m<sup>2</sup>) que coincidió con el máximo de producción. En la época de lluvias esta especie presentó valores de casi 2/3 partes del valor máximo con (33.69 KJoules/m<sup>2</sup>). Esta especie al igual que *P. pugio* y *C. similis* presentaron sus menores valores de respiración en la época de nortes.

En el caso de *P. setiferus* el comportamiento de los valores de respiración es diferente al observado para producción pues aquí se observó una disminución en la época de nortes (10.06 KJoules/m<sup>2</sup>) que es casi 4 veces menor al valor encontrado en la época de lluvias (33.69 KJoules/m<sup>2</sup>) y el máximo valor fue registrado en la época de secas, el cual fue 6 veces mayor que el de la época de nortes (60.12 KJoules/m<sup>2</sup>).

En la Figura (8c) se observa que ambas especies de peneidos presentan tendencias semejantes de respiración a las de producción (Figura 7c) en todas las épocas, a excepción del caso de *P. setiferus*, quien presentó tendencias diferentes para respiración.

### ASIMILACION

Como se sabe la asinilación ( $A = P+R$ ) nos indica la energía que fue extraída del medio y se canalizó a los 2 procesos fisiológicos



antes mencionados.

En la Figura 9, Tabla 4 se puede observar que el comportamiento de los valores de asimilación de las distintas especies de macrocrustáceos es distinto en cuanto a las diferentes especies seleccionadas, de tal manera que la energía captada del medio es utilizada de diferente manera por cada especie.

#### a) Callinectes

En la Tabla 4 y Figura 9a se observa que *C. similis* presentó los valores máximos de asimilación en la época de lluvias (59.53 KJoules/m<sup>2</sup>) y secas (38.99 KJoules/m<sup>2</sup>) y el mínimo (13.36 KJoules/m<sup>2</sup>) en la época de nortes.

*C. sapidus* presentó los mayores valores de asimilación en nortes con (41.41 KJoules/m<sup>2</sup>) y valores semejantes en lluvias y secas (8.5 y 7.2 KJoules/m<sup>2</sup> respectivamente). *C. rathbunae* presentó el máximo en lluvias (16.3 KJoules/m<sup>2</sup>) intermedia en nortes (13.65 KJoules/m<sup>2</sup>) y menor en secas con (5.89 KJoules/m<sup>2</sup>). esta especie presentó un decremento en la asimilación con respecto a las diferentes épocas (lluvias nortes y secas).

#### b) Palaemonetes

En la Tabla 4 y Figura 9b) se observan tendencias semejantes a las de producción y respiración con el máximo valor de producción en lluvias (32.81 KJoules/m<sup>2</sup>) y un mínimo en nortes (5.3 KJoules/m<sup>2</sup>) cabe señalar que este valor es el menor de todas las especies estudiadas en esa época y en secas presentó un valor de (8.67 KJoules/m<sup>2</sup>), estos dos valores son significativamente menores que el máximo ( $p < 0.05$ ).

#### c) Penaeus

Ambas especies presentan sus máximos de asimilación en secas con (100 y 87.72 KJoules/m<sup>2</sup>) para *P. aztecus* y *P. setiferus* respectivamente. *P. aztecus* presenta valores semejantes en

lluvias y nortes, mientras que *P. setiferus* presentó valores intermedios en lluvias (44.55 KJoules/m<sup>2</sup>) y mínimos en nortes (19.97 KJoules/m<sup>2</sup>).

La utilización de energía fué diferente en todas las especies a lo largo del año. Las mayores asimilaciones las presentaron, las especies *P. aztecus* y *P. setiferus* con (100 y 87.72 KJoules/m<sup>2</sup> en secas) respectivamente. Al respecto se ha demostrado que estas especies requieren mayor energía en la etapa de postlarva para su crecimiento en estas áreas (Crisp, 1974). *P. pugio* presentó valores de asimilación de (32.80 KJoules/m<sup>2</sup> en lluvias). Estos animales permanecen en estas zonas durante todo su ciclo de vida. Los menores valores de asimilación los presentaron las especies de jaibas que únicamente ocupan este lugar como especies ocasionales y principalmente cuando presentan tallas pequeñas; la asimilación en las épocas de lluvias y secas para *C. similis* fué de 9.53 y 38.99 KJoules/m<sup>2</sup> (Tabla 4, Figura 9).

En esta Figura los valores de asimilación (producción + respiración) muestran que la suma de ambos parametros mantienen un comportamiento similar al reportado para los valores de producción y respiración separadamente. Los valores máximos de asimilación los presentan las especies *P. aztecus*, *P. setiferus* y *C. similis* con 191.21, 152.25 y 107.61 KJoules/m<sup>2</sup>/año, respectivamente, seguidos de *C. sapidus* y *P. pugio*, con 57.15 y 47.34 KJoules/m<sup>2</sup>/año respectivamente, y los menores valores los presenta *C. rathbunae* que es una especie que presentó tallas muy pequeñas y en muy poca densidad comparada con las otras especies (Tabla 5).

#### ASIMILACION ANUAL

En la Tabla 5, se presentan los resultados de flujo de energía anual para varios crustáceos estuarinos tanto de este como de otros estudios, estos valores están dados en KJoules/ m<sup>2</sup>/ año.

En lo referente a otras especies de decapodos, los valores de asimilación son mucho mayores que los obtenidos para este estudio, en algunos casos como el de *Panopeus herbstii* se ha reportado un valor de asimilación de 1132.23 KJoules/m<sup>2</sup>/año (Damo, 1978), lo cual es marcadamente mayor a lo reportado en este estudio.

Los resultados de respiración y producción anuales para las diferentes especies de este estudio mostraron que para las especies del género *Callinectes* tanto la producción como la respiración es mayor en *C. similis*, seguida de *C. sapidus* y *C. rathbunae*. Con respecto a los valores de respiración se observa que al igual que la producción los valores de las tres especies de jaibas tienen un comportamiento similar pero con valores más altos. En cambio *P. aztecus* y *P. setiferus* presentaron valores de producción semejantes (43.49, y 43.36 KJoules/m<sup>2</sup>/año); no encontrándose diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en cambio *P. aztecus* presentó valores significativamente mayores de respiración con respecto a los de *P. setiferus*.

#### EFICIENCIAS ECOLOGICAS.

Para conocer la distribución de energía en los organismos dentro de un ambiente determinado es importante conocer las eficiencias ecológicas, dado que estas reflejan la forma de como el organismo transforma la energía energía asimilada del medio. Estas eficiencias son utilizadas para conocer y predecir la producción en términos de biomasa, de una población o un ecosistema (Duncan y Klekowsky, 1975).

Así las eficiencias ecológicas permiten determinar la proporción de la energía que es canalizada a cada uno de los procesos fisiológicos que conforman el balance energético (flujo de energía): (P/A, P/R, R/A y P/B). Las eficiencias ecológicas basadas en el flujo de energía anual se muestran en la Tabla 5 y Figura 10.

En relación a la proporción de la energía respirada que es canalizada hacia producción (P/R) se encontraron valores en la semejanza para *C. sapidus*, *C. rathbunae* y *P. anterus* entre (0.21 y 0.29) y para *C. similis*, *P. setiferus* y *P. pupio* entre 0.34 a 0.39 ( $p < 0.05$ ; Tabla 5).

Al respecto se encontró que la energía asimilada que es canalizada hacia los procesos respiratorios (R/A), presente valores mayores que los obtenidos para la relación (P/A) para todas las especies. Estos valores se ubicaron en un intervalo de (0.71 a 0.81).

En cuanto a la proporción de energía asimilada que es canalizada hacia producción (P/A), fué para las especies del género *Callinectes* una proporción entre 0.17 y 0.25; para penéidos 0.22 y 0.28 y para palemonidos de 0.25. Este tipo de relación e eficiencia de crecimiento se encontró en el intervalo entre 0.17 y 0.28 para todas las especies.

La relación entre P/B ó tasa de cambio se encontró entre (0.7 y 0.9) para las diferentes especies de macrocrustáceos, lo cual expresa que existe un equilibrio entre estos dos componentes ya que los valores son altos, al respecto se ha reportado que cuando se alcanzan valores de 1 son característicos de un sistema estable

Si consideramos que las eficiencias ecológicas indican cuanta de la energía utilizada es canalizada hacia los principales procesos fisiológicos como producción y respiración entonces la diferencia entre  $P/B - P/A$  nos dice cuanta producción (energía) se queda realmente en la población como producción neta.

En relación con esto, en el presente estudio se observó (Tabla 6), cuanta de la energía asimilada queda en cada una de las especies. Esto es *C. similis* presente una producción neta de 49 % de la biomasa existente canalizada hacia producción, *C. sapidus* con 58%,

*C. rathbunae* con 75%, *P. aztecus* con 47%, *P. setiferus* con 66% y *P. pugio* con 38%

De los resultados anteriores se observó que la especie que mayor energía exporta al medio es *P. setiferus* con 28% seguida de *C. similis* y *P. pugio* con 25%, y posteriormente *P. aztecus*, *C. sapidus* y *C. rathbunae* con 22, 20 y 17 % respectivamente.

La especie que presentó la mayor producción neta fue *C. rathbunae* con 73%, lo cual está relacionado con una mayor densidad en diciembre y enero. Dado que esta especie siempre presentó tallas menores con respecto a las otras especies es posible pensar que esta requiere de una mayor energía para llevar a cabo sus procesos fisiológicos. *P. setiferus* se quedó con el 28%, seguida de *C. sapidus* y *C. similis* que se quedaron aproximadamente con la mitad de la energía canalizada hacia producción 50 y 49% respectivamente. En el caso de las jaibas esta energía es canalizada principalmente para llevar a cabo los procesos reproductivos en las áreas de vegetación sumergida. *P. aztecus* queda con el 47% y por último la especie que se queda con una menor energía es *P. pugio* con únicamente 38% .

Si comparamos este mismo tipo de eficiencias ( $P/B - P/A =$  producción neta en el organismo) por género se observa que *Callinectes* exporta el 62% de la energía asimilada, y que únicamente se queda con el 18 % de energía para las tres especies. Para el género *Penaeus* y *Palaeomonetes* se observa que exportan el 25 % , pero este valor no es el mismo que se queda en cada género es decir *Penaeus* con 56% y *Palaeomonetes* con 25%.

Si consideramos las diferencias entre  $P/B - P/A$  en un contexto ecológico anual como la suma de todos los valores de las diferentes especies de toda la comunidad de macrocrustáceos que habitan la zona de vegetación sumergida, entonces tendremos que de la energía que asimila toda la comunidad de macrocrustáceos

considerados que unicamente se exporta al medio el 24%, quedand  
con mas del 54% para las poblaciones estudiadas.

Estos resultados nos dan una idea de cuanta de la energia que es  
captada del medio esta disponible en realidad para el siguiente  
nivel trofico, dependiendo del genero y especie, ya que como  
sabemos la distribucion de energia en una animal es modificada de  
diferente manera dependiendo de varios factores entre los que se  
encuentran los factores bioticos y abioticos.

## DISCUSION

El flujo de energía a través de una población nos da un conocimiento cuantitativo del papel que juega una especie en el ecosistema. De esta manera los procesos funcionales como el flujo de energía, son los mismos en todos los niveles de organización, aunque los componentes estructurales sean distintos. Así el conocimiento de la energía que es asimilada (A) y que puede ser aprovechada para crecimiento y reproducción (P) y usada en el metabolismo (R) nos dan un conocimiento más cercano del flujo de energía o asimilación en el ecosistema (Klein, 1975, Wiegert, 1976).

En el presente estudio se estimó la asimilación ó flujo de energía ( $A = P+R$ ) de las 6 especies de macrocrustáceos dominantes en la zona de vegetación sumergida estudiada. De las especies seleccionadas en este estudio 5 de ellas requieren en su ciclo de vida de una fase marina y otra estuarina, y la reproducción la llevan a cabo en aguas oceánicas (Perry, 1984).

En este trabajo se observó que las alteraciones físico-químicas del medio, particularmente las relacionadas con la salinidad, provocaron variaciones marcadas en la densidad de los organismos. Se pudo apreciar que las especies de jaiabas y palomonidos fueron particularmente sensibles a los cambios de salinidad producidos por el efecto del ciclón Diana (Tabla 1, Figura 6).

Al respecto se ha mencionado que los organismos acuáticos están expuestos a fluctuaciones periódicas ambientales, (ciclos lunares, variaciones diarias, estacionales y anuales) que están relacionadas con ciclos meteorológicos que en ocasiones se manifiestan de manera drástica, como es el caso de la presencia de ciclones y huracanes. Forbes y Hay (1988) mencionan que estas variaciones pueden afectar de diferente manera a los distintos

organismos dependiendo del grado de tolerancia de cada especie.

Así las respuestas adaptativas de los macrocrustáceos a las variaciones físico-químicas, son el resultado de la capacidades fisiológicas de estos organismos para adaptarse al medio.

A la capacidad de los organismos para soportar y responder a las variaciones del medio, de acuerdo con sus características funcionales y estructurales se le conoce como adaptación (Hochachka, 1990).

En general se puede decir que los invertebrados que habitan aguas estuarinas presentan mayores intervalos de tolerancia a los factores del medio en comparación con aquellos que habitan en ambientes más estables (Kinne, 1971, Briales y Chung, 1979).

Así *C. similis* se asocia principalmente a ambientes oceánicos por lo que es menos tolerante a los cambios de salinidad que las especies que cumplen su ciclo de vida en el ambiente estuarino como *C. sapidus* y *C. rathbunae* (Rosas, 1989). De esta manera una de las causas de la desaparición de *C. similis* detectado en la zona de muestreo después del ciclón Diana, puede estar asociada al efecto de esta perturbación (Figura 5 y Figura 6a). Aunque en septiembre la salinidad se incremento a casi 25 ‰, parece ser que no hubo tiempo suficiente para su restablecimiento puesto que en octubre debido al inicio de los nortes, la salinidad descendió nuevamente a 15 ‰. Así, en enero donde la salinidad aumento a 20 ‰ se volvió a capturar esta especie presentando una de las mayores densidades. Así, en los dos meses posteriores al ciclón, la ausencia de esta especie podría ser un reflejo de la incapacidad para tolerar salinidades bajas.

Al respecto Vanegas et al., (1988) y Rosas et al., (1989) han reportado que la tolerancia de las especies de jaibas *C. sapidus* y *C. rathbunae* a los cambios de salinidad depende de las



características de cada especie, las cuales están relacionadas directamente con el habitat que ocupan.

La intolerancia de *C. similis* a salinidades bajas podría evidenciar la presencia del "Horoalinicum" de la especie\*. Este concepto propuesto por (Kinne, 1971) describe la existencia de una barrera ecofisiológica entre 5 - 10 ‰ que se relaciona a los cambios en las propiedades hidroquímicas del agua, y la respuesta físico-química de las especies para superar esta barrera. Como se observo en el presente trabajo, esta especie presentó incapacidad para volver a colonizar las áreas de vegetación sumergida en septiembre 1990 lo que puede indicar que las condiciones no le fueron favorables.

En este estudio se observó que si bien la disminución brusca de la salinidad en agosto de 1990 afecto la densidad de los palemonídeos (Figura 5 y 6b) su rápida recuperación poco tiempo después pone en evidencia la capacidad de recolonizar el ambiente aun después de una perturbación eventual fuerte, indicando que las condiciones le fueron favorables. Esto coincide con lo reportado por Williams, (1984) quien menciona que esta especie puede reproducirse en salinidades iguales ó mayores a 15 ‰.

De igual manera los resultados reportados por Forbes y Hay, (1988) para *P. pugio*, de la parte norte del Golfo de México, indican que una de las formas en que los organismos pueden adaptarse al medio después de perturbaciones climáticas es a través de la reproducción masiva cuando las condiciones le son favorables. Al respecto Alon y Stancyk (1982) han detectado que cuando se presenta un fenómeno climático extremo (Huracan Carla) esté tiende a favorecer el reclutamiento de nuevas formas larvales y juveniles de esta especie en las áreas de vegetación sumergida, lo cual

---

\*Horoalinicum (horos = limite, linicum = relación a la salinidad)

coincide con lo reportado en este estudio.

Se sabe que la salinidad puede tener efectos marcados en la fisiología y ecología de las especies estuarinas: a nivel fisiológico puede afectar directamente las propiedades funcionales de los organismos a través de cambios en la osmoconcentración total y proporción relativa de solutos (Kinne, 1971). A nivel ecológico la salinidad, puede afectar la distribución y establecimiento de las especies en las lagunas costeras y estuarios.

Por otro lado (Hutchinson, et al., 1935) menciona que el estrés que ocurre de forma natural en los ambientes lagunares, causa alteraciones en los organismos que habitan las áreas someras. Estos organismos dependen de sus capacidades fisiológicas para poder minimizar las consecuencias de las fluctuaciones ambientales extremas, que causan alteraciones importantes al sistema y por ende a los organismos que ahí habitan.

Como se sabe las variaciones en la densidad de todos estos organismos son consecuencia de varios factores, como son el reclutamiento continuo de los organismos a las lagunas costeras, la estructura de las áreas de vegetación sumergida, el tipo de sustrato, la densidad y competencia, las mareas y los vientos, lo cual está relacionado con el ciclo de vida de estas especies.

Al parecer, las dos especies de peneidos no fueron afectadas en su densidad en el mes de agosto, pero es importante señalar que la totalidad de los individuos colectados en este mes fueron de tallas menores de 1 cm, lo cual indica que fueron postlarvas planctónicas que recién habían ingresado al sistema a través de las corrientes, de tal manera que el efecto de el ciclón Diana fue sobre los organismos que se encontraban en esos momentos en la zona de estudio.

Una evidencia más a esto es que los valores de densidad y tallas reportadas ahora es comparable con la reportada en años anteriores para estas dos especies y para la misma área de estudio Cardenas (1989). De este trabajo se desprende que la densidad de *P. aztecus*, de marzo a mayo es semejante a la encontrada en el presente estudio, y la densidad de *P. setiferus*, aunque se ha reportado en años anteriores que siempre es menor que la de *P. aztecus*, en este estudio se encontraron densidades similares de ambas especies.

La tolerancia de los camarones *P. aztecus* y *P. setiferus* a bajas salinidades ha sido bien documentada por varios autores. De acuerdo con (Kinne, 1971 y Loesch, 1976), ambas especies pueden desarrollarse bien en salinidades superiores a los 5 ‰, lo cual ha sido relacionado con los mecanismos para regular su medio interno. Tomando esto en consideración, la presencia de ambas especies después de el ciclón Diana, soportando salinidades bajas pero por encima de los 5 ‰ con una densidad de 8.01 y 4.44 ind/m<sup>2</sup> para *P. aztecus* y *P. setiferus* respectivamente, lo cual confirma lo autores reportado.

#### ASIMILACION (FLUJO DE ENERGIA)

Los organismos y su ambiente están interrelacionados en una unidad que incluye a todos los organismos como comunidad (Odum y Heald, 1972). La asimilación como flujo de energía es diferente de acuerdo a las especies y época del año; esta diferencia puede deberse principalmente a varios factores como son la densidad, la biomasa etc., que se refleja en la producción y la respiración.

#### *Callinectes similis*

En este estudio se observo que las mayores asimilaciones las presentaron *C. similis* y *P. pugio* en lluvias, *C. sapidus* en nortes y, *P. aztecus* y *P. setiferus* en secas.

La mayor asimilación de *C. similis* en la época de lluvias esta relacionada con la mayor producción y respiración en esta época, además de asociarse con la presencia frecuente de organismos de tallas grandes (1.0 y 8.5 cm).

El incremento de la producción de esta especie en el área de estudio para la época de lluvias puede estar asociado al periodo de máximo crecimiento en lluvias, de acuerdo a lo reportado por Rosas, (1989). Asimismo este incremento en producción, correspondería a las mayores densidades registradas para la especie en esta época, donde además se registrarón tallas grandes y una mayor biomasa.

Así la densidad de los organismos esta dada por los patrones de reclutamiento, reproducción, variaciones en el ciclo de vida, variaciones climáticas y la estructura de las zonas de vegetación sumergida.

#### *Callinectes sapidus*

*C. sapidus* presentó las mayores asimilaciones en la época de nortes (Figura 9a) en relación con las otras especies de jaibas con valores 3 veces mayores. Esta mayor asimilación respecto a *C. similis* y *C. rathbunae* refleja un aprovechamiento más eficiente de la energía que extrae del medio, lo cual puede reflejar un tendencia a una mayor capacidad para aprovechar los recursos en la época de nortes. Este comportamiento está asociado con una mayor densidad y biomasa.

Se ha reportado a *C. sapidus* como una especie cosmopolita adaptada a vivir en condiciones muy variables (Taissoon, 1973). De hecho en el presente estudio *C. sapidus* se presentó en todas las épocas climáticas, tamaños muy variables. Sin embargo en la época de nortes se registró la mayor densidad de juveniles (1.0 a 5.0 cm),

lo cual podría estar relacionado con la época de reclutamiento de la especie.

Al respecto, se ha reportado para la Bahía de Galveston, la presencia de *C. sapidus* en todas las estaciones del año, con tallas muy variables y con las mayores densidades en nortes, y menores en secas. Las mayores densidades están asociadas con el periodo de reproducción (Noone, 1969, Bauer, 1985).

*C. sapidus* presentó distintos periodos de reproducción, uno de los cuales ocurre principalmente en la época de lluvias (Rosas, 1989). Considerando lo anterior, se esperaría una alta densidad de juveniles reclutas en la época de nortes, lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio. Esta dinámica tiene como consecuencia una elevada biomasa y por lo tanto una producción alta, dada la tasa de crecimiento de dichos juveniles en esa época.

#### *C. rathbunae*

Se ha considerado a *C. rathbunae* como una especie endémica, ya que su distribución está restringida a las costas del Golfo de México, desde el Río Bravo (Powers, 1977) hasta la Laguna de Términos, en el estado de Campeche (Raz-Guzmán *et al.*, 1992), y la Laguna en la cual se han registrado las mayores densidades es la Alvarado Ver. Raz-Guzmán *et al.*, 1992.

En el caso de *C. rathbunae*, la asimilación fue mayor en lluvias (Fig. 9a) y solamente en esa época es mayor que *C. sapidus*. Parece ser que la baja asimilación de esta especie en las demás épocas del año está relacionada con la presencia de tallas pequeñas así como a la menor densidad respecto a las otras especies (Fig. 5a).

De acuerdo con lo reportado por (Rosas, 1989) *C. rathbunae*

presenta, en secas, un periodo de liberación de larvas encontrándose para lluvias organismos muy pequeñas lo cual coincide con lo reportado en este estudio donde se registraron tallas entre (1.0 y 4.0 cm). Esto se ve reflejado en la poca biomasa que presentan. Esta especie al presentar las maximas asimilaciones en la época de lluvias, reflejaría una mayor utilización de energía lo cual le permitiría crecer mas rapidamente en estas áreas.

Al respecto se ha reportado que esta especie en tallas grandes (mayores de 6 -8 cm) generalmente se encuentran fuera de las áreas de vegetación sumergida, las cuales estan ocupadas principalmente por *C. sapidus* y *C. similis* (Rosas, 1989) y únicamente en estas áreas de vegetación sumergida se encontrarían las tallas mas pequeñas, lo cual puede ser reflejo de la menor producción. Asimismo la baja producción de esta especie en todas las épocas, en comparación a las otras especies estaría relacionada con la ubicación de las diferentes tallas, es decir las tallas pequeñas (< 3 cm) siempre se localizan en áreas de vegetación sumergida y tallas mayores se encuentran fuera de estas zonas, tal como lo afirma (Rosas, 1989).

Así estos resultados apoyan lo dicho por (Rosas, 1989) quien menciona que *C. rathbunae* presenta periodos reproductivos distintos a los de *C. sapidus* y *C. similis* por lo que las densidades de estas especies serían distintas. Así aunque viven en la misma zona, podrían tener diferentes estrategias para explotar los recursos.

De esta manera las menores densidades de *C. rathbunae* coinciden con altas densidades de *C. similis* debido principalmente a una probable repartición de recursos que las especies tienen cuando habitan la misma localidad, lo cual se refleja en las diferentes densidad, biomasa y producción características de cada una.

### *Palaemonetes*

De acuerdo con Williams, (1984) *P. pugio* es una especie eurihalina, que habita las zonas de vegetación sumergida. Esta especie es considerada como consumidor primario y detritivoro. Morgan, (1980) que habita estuarios a lo largo de la Costa Atlántica del Golfo de México y requiere de condiciones adecuadas para su reproducción en salinidades por encima de los 15 ‰. Esta especie es importante en la dinámica trófica de los ambientes estuarinos, ya que fragmenta los pastos y además utiliza elementos de estos (Sikora, 1977). La importancia de esta especie en las zonas de vegetación sumergida ha sido manifestada por otros autores, que además la consideran dentro de las especies dominantes en estuarios (Brook, 1977, Coon, et al., 1981, Eusebar, 1984).

De los resultados obtenidos, se encontró que *P. pugio* presentó las mayores asimilaciones en lluvias al igual que *C. similis*, lo cual corresponde a las mayores densidades registradas y a un amplio intervalo de tallas incluyendo hembras ovigeras. Esta época se caracteriza por presentar una salinidad promedio 25 ‰, y temperatura promedio de (30 °C). Esto indica que las condiciones más favorables para la reproducción y máximo desarrollo de esta especie.

Cabe hacer notar que en la época de nortes presentó los menores valores de respiración de todas las épocas y casi la mitad de la producción máxima. Considerando esto en la época de nortes *P. pugio* sería más eficiente para utilizar la energía del medio con un requerimiento menor de respiración, obteniendo la mitad de la producción máxima. Considerando esto, en la época de nortes *P. pugio* sería más eficiente para utilizar la energía del medio como un requerimiento menor de respiración, casi 8 veces menor que la máxima en lluvias y obteniendo la mitad de la producción máxima. Asimismo las densidades de esta especie siempre fueron las mayores

en comparación a los demás macrocrustáceos en todas las épocas climáticas. (Figuras 7b y 8b).

Pero los máximos producciones fueron menores que las máximas de las otras especies, probablemente debido a las tallas de estos animales pues como adultos miden menos de (4 cm). Asimismo las densidades de esta especie siempre fueron las mayores en comparación a los demás macrocrustáceos en todas las épocas climáticas.

Williams (1984), menciona que las especies *P. pugio* es una de las especies más numerosas en habitats costeros con vegetación sumergida. Es importante mencionar que en la costa del Atlántico norte la mayor densidad y biomasa de *P. pugio* presenta solo durante el verano (Heck, 1979 y Heck y Orth, 1980). Por otra parte Morgan, (1980) también señala que *P. pugio*, alcanza densidades altas durante el verano, debido a una reproducción precoz asociada a aumento de producción primaria y al incremento de temperatura. En contraste con lo que ocurre en zonas tropicales en donde siempre se encuentra durante todo el año presentando un reclutamiento continuo en estas áreas, además de presentar periodos de máxima densidad, como ocurrió en la época de lluvias.

Kneib (1987) reporta que en un estuario de Georgia USA el incremento en producción de la especie *Palaeomonetes pugio* coincide con la época en que los juveniles de las especies de camarones *P. aztecus* y *P. setiferus* se van de las áreas de crianza, hacia zonas más profundas y de mayor salinidad. De acuerdo a lo reportado, en la Figura 7b y 7c, donde la producción de peneidos y palaeomonetes presentan relación inversa, podríamos pensar que la menor producción de paleomonidos puede ser reflejo de una mayor densidad y producción de peneidos, lo cual apoyaría lo anteriormente citado.



### *Penaeus*

Las dos especies de peneidos presentaron las máximas asimilaciones en la época de secas, lo cual es reflejo de una máxima producción y respiración, asimismo indica que presentan eficiencias semejantes en la utilización de energía del medio. Esto está dado principalmente por las altas densidades y biomásas registradas en esta zona.

La asimilación de peneidos presentó un comportamiento contrario al registrado para las especies de *Callinectes* y *Palaemonetes*, la mayoría de los peneidos corresponden a postlarvas epibentónicas y pocos juveniles.

Asimismo, en estas especies, se ha observado en años anteriores que los periodos de reclutamiento de postlarvas epibentónicas a las áreas de vegetación sumergida ocurren principalmente en secas lo cual coincide con lo reportado ahora (Cárdenas, 1989).

Los peneidos al igual que las especies de jaibas y palaemonidos presentan distintos periodos de reproducción y reclutamiento, lo cual coincide con los periodos de máxima producción.

Fredeette et al., (1990) mencionan que la densidad relacionada con biomasa y producción es particularmente importante para evaluar el potencial trófico de la fauna que habita las zonas de vegetación sumergida, ya que nos permite determinar el potencial de las poblaciones tanto residentes como migratorias que utilizan estas áreas. De esta manera es importante mencionar que la época de secas y nortes *P. setiferus* invierte menor energía en respiración que *P. aztecus* teniendo producciones similares, asimismo las condiciones de salinidad y temperatura le son favorables y invierten menor energía en respiración (Figuras 7c y 8c)

Al respecto, varios autores han estudiado las respuestas metabólicas de diferentes crustáceos, así como algunas de las

adaptaciones de las especies a las condiciones ecológicas en las que vive. Esto puede ayudar a entender las adaptaciones de una especie a su habitat natural así como a conocer su historia evolutiva (Moreira et al. 1983).

Aunque las especies dominantes del ambiente de vegetación sumergida son similares en diversas áreas geográficas, los valores de la densidad, y composición dependen entre otros factores a la dimensión y complejidad estructural de este habitat (Greening y Livingston, 1982). A esta se asocian diversos componentes faunísticos que están vinculados a cambios estacionales (Escoobar, 1987; Heck, 1979). Estos cambios dependen de las relaciones entre organismo-ambiente, característicos para cada especie, y de la energía disponible del medio, la cual es la energía que es usada y transferida diferencialmente en el organismo (Crisp, 1971).

En relación a la asimilación anual, si comparamos lo reportado en este estudio con algunas de las especies en las cuales se ha trabajado el flujo de energía (Tabla 5) tenemos que los valores reportados por diversos autores son muy diferentes a lo reportado en este estudio.

Al respecto se podría decir que las diferencias tan altas encontradas en otros estudios con decapodos podrían ser consecuencia de varios factores entre los que se pueden citar: el método de muestreo, el tamaño de los organismos, el diseño experimental, el tratamiento de los datos o bien, las condiciones en las que se realizaron estos estudios.

Si comparamos las eficiencias ecológicas, los valores siguen siendo o muy altos como para el caso de *Menipe mercenaria* quien presenta un valor de P/R mayor de 1.0 esto es (1.9) lo cual en la naturaleza no puede existir.

De tal manera que si consideramos que el flujo de energía puede

variar dependiendo del area geográfica donde se realicen los estudios además de las condiciones en las cuales llevan a cabo cada uno, los valores de producción y respiración variaran dependiendo de las características de cada especie.

#### EFICIENCIAS ECOLOGICAS.

En los estudios de flujo de energía resulta necesario conocer la eficiencia con que se transmite la energía de un nivel a otro. Estas eficiencias reflejan como cada especie esta asimilando la energía del medio o bien que proporción de esta energía es canalizada tanto a respiración como a producción. De tal manera que las eficiencias ecologicas han sido definidas a partir de las unidades de energía disponible del medio como una proporción de varios parametros del flujo de energía (Foreman, 1983, Herman et al., 1984, Herman y Heip, 1985)..

Con respecto a la relación Producción/Respiración (P/R), se menciona que cuando existe una proporción de 1 en el ecosistema este tiende a tener un climax ecologico. Así, que cuando la producción iguala a la respiración, la biomasa deja de acumularse en el sistema. En la mayoría de la literatura, se cita que esta proporción para las especies de invertebrados corresponde generalmente a un valor de 0.5 (Lugo y Morris, 1982). Los valores reportados para este estudio se encontraron cercanos a lo reportado de 0.2 a 0.39. Así este comportamiento refleja que existe un aporte continuo de materia organica como un sistema heterotrófico. Sin embargo en las otras especies como *Carcinus maenas* y *Menippe mercenaria* este valor correspondió a 0.77 y 1.09, valores mucho mas altos que los reportados (Tabla 5).

La proporción reportada ahora para las especies estudiadas coincide una un aporte continuo de energía a estos sistemas ya que son ocupadas periódicamente como áreas de crianza y protección.

Una alta eficiencia de producción, Producción/Asimilación (P/A)

demuestra que existe un alto valor de sobrevivencia para la población, siendo que esta depende de un "bloom" de producción primaria (Mann, 1972). En este estudio los valores reportados están entre 0.17 y 0.26, con un valor promedio del 0.14. Esto significa que del 78% producido, el 24 % puede pasar al siguiente nivel trófico y el 54 % queda en la comunidad.

La relación P/B ó tasa de crecimiento, varios autores han mencionado que esta proporción está relacionada con el ciclo de vida de los organismos (Lugo y Morris 1982). Por ejemplo, organismos que tienen una proporción de 2 se considera que son organismos que viven aproximadamente 2 años. De acuerdo con los resultados encontrados en este estudio se diría que las especies estudiadas presentan un año de vida en promedio. Además esta relación nos da una idea de que proporción de la biomasa existente sería utilizada para producción. En este caso la especie que mayor energía tendría para exportar al medio como producción es *P. setiferus*.

La energía captada del medio es canalizada de diferente manera dependiendo de la especie. Al respecto se encontró que *P. setiferus* exporta más energía teniendo un rápido crecimiento en comparación con las otras especies y la especie que exporta menos es *C. rathbunae* especie que se encuentra en tallas muy pequeñas en las zonas de vegetación sumergida.

Si consideramos a la asimilación como una parte del flujo de energía, la proporción de energía captada del medio hacia la producción, ya sea a nivel de especie o comunidad nos da una idea más cercana de la utilización de la energía que es captada del medio y que tanta de esta energía puede ser capaz de pasar a otro nivel trófico.

Considerando esto la producción neta puede ser calculada como la diferencia entre la (tasa de crecimiento - eficiencia de

producción = la producción neta poblacional, la producción neta es la energía potencial que gana un sistema luego que se ha sustraído todo el costo de obtención de esa energía (Lugo y Morris, 1982), Se tiene  $(P/B - P/A = PN)$ . De esta manera la especie que presenta una mayor PN fue *C. rathbunae* con 73 %, ya que como se mencionó anteriormente esta especie necesita un mayor requerimiento de energía para llevar a cabo los procesos de crecimiento, debido principalmente a las tallas pequeñas que presenta. En cambio *P. pugio* presentó una menor producción neta 38 %, ya que de acuerdo con lo reportado esta especie necesita menor energía del medio dado que es una especie que continuamente se está reproduciendo. En el presente estudio se observaron altas densidades de esta especie en el área de estudio, con tallas muy pequeñas.

Si comparamos la Producción Neta de los organismos seleccionados por género, se observó que aunque las especies de *Callinectes* y *Palaemonidos* presentan una alta tasa de crecimiento ( $P/B$ ), la eficiencia de producción ( $P/A$ ) es menor en palaemonidos, lo cual está relacionado con la talla y biomasa de estos organismos. Asimismo las eficiencias de producción ( $P/A$ ) de palaemonidos y penéidos son similares (25 %) aunque la producción neta que presenta cada especie es distinta siendo mayor en palaemonidos (56 %) que en penéidos (38%).

Si consideramos a las áreas de vegetación sumergida dentro del marco ambiental de las lagunas costeras, entonces tendremos que estas áreas presentan un aporte continuo de energía a la comunidad de macrocrustáceos que habitan estas zonas. Asimismo estas áreas se ven influenciadas de diferente manera por factores físico-químicos además de la influencia de otras especies, de tal manera que la comunidad de macrocrustáceos estudiadas que habita las áreas de vegetación sumergida, presenta una tasa de crecimiento ( $P/B$ ) alta 78 % y una eficiencia de producción de 24%. La producción neta poblacional está en 54 %, lo cual demuestra que

en este ambiente existe un aporte continuo de energía, suficiente para soportar un gran número de organismos sin alterar el medio.

### CONCLUSIONES

- 1.- la densidad de los macrocrustáceos fue alterada por el ciclón Diana afectando la estructura de la comunidad que habita las áreas de vegetación sumergida, sin embargo su recuperación es en un periodo corto.
- 2.- Las mayores asimilaciones por época climática, las presentaron *C. similis* y *P. pugio* en lluvias, *P. aztecus* y *P. setiferus* en secas y *C. sapidus* en nortes.
- 3.- Se observó un comportamiento inverso en cuanto a la asimilación de *P. aztecus* y *P. setiferus* con respecto a la de *P. pugio* y *C. similis*,
- 4.- La especie que siempre presentó la menor asimilación fue *C. rathbunae*.
- 5.- *P. setiferus* presentó una mayor eficiencia de producción, siendo la especie que aporta más energía (producción al medio), y la que presentó una menor eficiencia es *C. rathbunae*, por los requerimientos para crecimiento de esta especie.
- 6.- *C. rathbunae* tiene una mayor PN 73% con respecto a las otras especies, y *P. pugio* tiene una menor PN 33 % .
- 7.- La eficiencia de producción (P/A) de la comunidad de macrocrustáceos que habita estas áreas es del 24 %, presentando una producción neta alta 54 % .

## LITERATURA CITADA

- Alon, N. C. y S. E. Stancyk, 1982. Variation in the life history patterns of the grass shrimp *Palaemonetes pugio* in two South Carolina estuarine systems. Mar. Biol., 63: 265-276.
- Ayala-Castañares, A., P. Cruz, A. Garcia-Cubas y L. R. Sazura, 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina en la Laguna de Tamiahua Veracruz, México. En: Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 19-30. México: 39-48.
- Bauer, R. T., 1985. Diel and seasonal variation in species composition and abundance of caridean shrimp (Crustacea: Decapoda) from seagrass meadows on the north coast of Puerto Rico. Bull. of Mar. Sci. 36(1): 159-162.
- Baxter, K. N. y W. C. Renfro, 1967. Seasonal occurrence and size distribution of postlarval brown and white shrimp near Galveston, Texas, with notes on species identification. Fish. Bull., 66: 149-158.
- Bhattacharya, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23:115-135.
- Brower, J. E. y J. H. Zar, 1974. Field and laboratory methods for general ecology. An: C. Brion. Co. Publ. Dukuque.
- Brook, I. H., 1977. Trophic relationships in a seagrass community (*Thalassia testudinum*) in Card Sound, Florida. Fish diets in relation to macrobenthic and cryptic faunal abundance. Trans. Am. Fish. Soc. 106(2): 219-227.
- Cárdenas F.L. 1989 Estudio preliminar sobre la distribución y abundancia de las postlarvas epibénticas de *Penaeus antecus* Ives 1891) y *Penaeus setiferus* (L.) en la Laguna de Tamiahua Veracruz (Crustacea Penaeidae). Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. 65 p.
- Criales, M. H. y K. S. Chung, 1979. Tolerancia térmica de postlarvas y juveniles del camarón rosado *Penaeus brasiliensis*. Inf. Museo del Mar. (27): 1-14.

- Cruz, R., 1955. Geología marina de la Laguna de Tamishua, Veracruz, Mexico, Univ. Nac. Autónoma de Mexico. Bol. Inst. Geol. 88: 1- 47.- 47.
- Coen, L. D., E. L. Hexk Jr., y L. G. Abele, 1981. Experiments on competition and predation among shrimp of seagrass meadows. Ecology 62: 1484-1493.
- Crisp, D. J., 1971. Energy flow measurement In: Methods for the study of marine benthos (Holmes, N. A. y McInlyne, A. D. Eds) Blackwell Science Publishers Oxford pp 197-279.
- Dame, R. F., 1972. The ecological Energies of growth, respiration and assimilation in the intertidial american oyster *Crassostrea virginica*. Mar. Biol. 17, 243-250.
- Dame, R. F., 1976. Energy Flow in an Intertidial Oyster Population. Estuarine and Coastal Marine Science 4: 243-253.
- Dame, R. F., y F. J. Versberg, 1982. Energetics of the mud crab *Panopeus herbstii* (milne Edwards) in the North Inlet Estuary South Carolina. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 63: 183-193.
- Day, Jr., J. W. y A. Yañez-Arancibia, 1982. Coastal lagoons and estuaries: Ecosystem approach. Ciencia Interamericana. OEA Washington, Vol. Esp. Ciencias del Mar, 22(1,2):11-26.
- DeBuen, 1957. Crisis ostriccola en México y su repercusión. Sria de Marina, Riv. Gral. de Pesca e Ind. Conexas: 1-46.
- Diaz, E. I., 1976. Consumo de oxigeno y ritmo respiratorio del cangrejo *Carcinus mediterraneus* (Czerniavsky, 1834) del litoral rumano del mar negro. Rev. de Inv. Mar. 30:11-21.
- Duncan, A., R. E. Klekowsky, 1975. Parameters of an Energy Budget In: Grodzinsky. W., R. E. Klekowsky, A. Duncan (Eds). Methods for Ecological Bioenergetics. Capt, 4, Blackwell Scientific Publications, London pp 97-147.
- Edwards, R., 1978. Ecology of the coastal agoon complex in México Est. Estl Mar. Sci. 6:5-92.
- Elefant Version para computadora (*Electronic length frequency analisis*, ver 2.1)
- Equihua, M. y G. Benitez, 1983. Dinámica de las comunidades



- ecológicas. Ed. Trillas, serie. Ecología y Biogeografía. 120 pp.
- Escobar, E. G., 1984. Comunidades de macroinvertebrados benticos. laguna de terminos Campeche. Tesis profesional. ICMYL 100 pp.
- Escobar, E. G., 1987. Flujo de energía y estructura trófica de la comunidad de macroinvertebrados epibenticos asociados a *Thalassia testudinum* en la laguna costera tropical, laguna de terminos, Campeche. Tesis profesional, ICMYL 170 pp.
- Evans, S. y Tallmark, B., 1979. A modified drop-net method for sampling mobile epifauna on marine shallow sandy bottom. Nol. Ecol. 2, 56-64.
- Evans, S., 1982. Production, Predation and food niche segregation in marine shallow soft-bottom community. Mar. Ecol. Prog. Ser. 10: 147-157.
- Evans, S., 1984. Energy Budgets and Predation Impact of dominant epibenthic carnivores on shallow soft bottom community at the swedish west coast. Estuaries, Coas. and shelf Sci. 18, 651-672. Fredette T. J.; R. J. Diaz; J. V. Montfransl R. J.
- Forbes, A. T. y D. C. Hay, 1980. Effects of a major cyclone on the abundance and faunal recruitment of the portunid crab *Scylla serrata* (Forskai) in the ST. Lucia estuary, natal, south africa, S. AFR. J. Mar. Sci. 7: 119-225.
- Foreman, E., 1983. The ecology of *Penaeus setiferus* Habitat selection carbon and nitrogen metabolism and simulation modeling, Ph. D. Dissertation. (I. of Georgia. Athens. 151 pp.)
- Fredette, T. J., R. J. Diaz, 1980. Secondary production within a seagrass bed (*Zostera marina* and *Ruppia maritima*) in Lower Chesapeake Bay. Estuaries 13(4): 431-440.
- Gaudy, R., L. Solane, 1981. Effect of salinity on oxygen consumption in postlarvae of the penaeid shrimp *Penaeus monodon* and *P. stylirostris* without and with acclimatation Mar. Biol. Vol. 65, pp. 297-301.
- Gracia, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen, Inst. Geogr. UNAM. México D. F., 71 pp.

- Gracia, A. G., L. A. Soto, 1990. Populations study of the penaeid shrimp of terminos lagoon, Campeche, Mexico. An. Inst. Cien. Mar. y Limnol. UNAM. 17(2): 241-255.
- Gracia, A. G., L. A. Soto, 1989. Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Terminos-Sonda de Campeche. Tesis profesional ICMYL UNAM. 127p.
- Gracia A. 1991. Spawning stock-recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. Trans. of the Amer. Fish. Soc. 120:519-527.
- Greening, H. S. y R. J. Livingston, 1982. Diel variations in the structure of seagrass. Associated epibenthic macroinvertebrate communities. Mar. Ecol. Prog. Ser. 7: 147-156.
- Heck, K. L., 1979. Some determination the composition and abundance of motile macroinvertebrate species in tropical and temperate turtlegrass *Thalassia testudinum* Meadows, J. Biogeogr. 6: 183-200.
- Heck, K. L., Jr y R. J. Orth, 1980. Seagrass habitats the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages, p 449-464. In : V. S. Kennedy (Ed). Estuarine Perspectives. Acad. Press. Inc. New York.
- Herman, P. M. J., G. Vranken y C. Heip, 1984. Problems in meiofauna energy-flow studies. Hydrobiol. 119:21-29.
- Herman, P. M., y C. Heip, 1985. Production secondary of the harpacticoid copepod *Paraonychocamptus nanus* in a brackish water habitat. Limnol. Oceanogr. 30: 1060-1066.
- Hochaska S. 1990 Strategies of Biochemical Adaptation, Ed Saunders. 253 pp.
- Hutchenson, M., D. C. Miller y A. Q. White, 1985. Respiratory and behavioral responses of the grass *Palaeomonetes pugio* to cadmium and reduced dissolved oxygen. Marine Biology 88: 59-66.
- Kinne, O., 1971. Salinity: animals-invertebrates. In: Marine

- Ecology. Vol. 1 (part II) O. Rinne (Ed.) Wiley Interscience, New York .821-995.
- Kneib, R. T., 1982. Patterns of invertebrate distribution and abundance in the intertidal salt marsh: causes and questions. Estuaries 7, 392-412.
- Kneib, R. T., 1987. Seasonal abundance, distribution and growth of postlarval and juvenile grass shrimp (*Palaemonetes pugio*) in Georgia, USA, salt marsh. Marine Biology 96: 215-223.
- Kozlovsky, D. G., 1968. A critical evaluation of the trophic level concept I. Ecological efficiencies. Ecology. 49(1): 48-60.
- Kurmally, K., A. B. Yule y D. A. Jones, 1983. An Energy Budget for the larvae of *Penaeus monodon* (Fabricius). Aquac. 31: 11-25.
- \*Lewis, F. G., y A. W. Stoner. 1983. Distribution of macrofauna within seagrass beds: An explanation for patterns of abundance, Bull. Mar. Sci. 33: 296-304.
- Levington, J. S. y R. K. Monahan, 1983. The latitudinal compensation hypothesis: growth data and a model of latitudinal growth differentiation based upon energy budgets II. Interspecific comparisons between subspecies of *Ophryotroca puerelis* (polycheta: Dorvilleidae). Biol. Bull. 165: 699-707.
- Loesch, H. C., 1976. Penaeid shrimp distribution in mobile bay Alabama including low-salinity records. Gulf Research Report 5(2) 43-45.
- MacNeil, S. y Lawton, J. H., 1970. Annual production and respiration in animal populations. Nature (London) 225, 472-4673.
- \* McTigue, A. T., R. J. Zimmerman, 1991. Carnivory vs. herbivory in juvenile *Penaeus setiferus* (Linnaeus) and *Penaeus aztecus* (Ives). J. exp. Mar. Biol. Ecol. 151:1-16.
- Mann, K.H., 1972. Ecological energetic sooft the sea weed zone in amarine bay on the Atlantic Coast of Canada I. Zonation and biomass of seaweeds. Mar. Biol. 12: 1-10.
- Mann, K.H., 1972. Ecological energetic sooft the sea weed zone in

- a marine bay on the Atlantic Coast of Canada I. productivity of the seaweeds Mar. Biol. 14: 199-209.
- Mahoney B. M. S. y Livingston R. J. 1982. Seasonal fluctuations of benthic macrofauna in Apalachicola Estuary Florida, USA: the role of predation. Marine Biology 69. 207-213.
- Minello, T. J. y R.J. Zimmerman, 1983. Fish predation on juvenile brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives: The effect of simulated *Spartina* structure on predation rates, J. Esp.Mar. Biol. Ecol., 72: 211-231.
- Minelo, R. J.; R. J. Zimmerman y E. X. Martinez, 1987. Fish predation on juvenile brown shrimp *Penaeus aztecus*: effects of turbidity and substratum on predation rates. Fish. Bull. U.S. 85: 59-70.
- Minello, T. J., R. J. Zimmerman, And E. X. Martinez. 1989. Mortality of Brown shrimp *Penaeus aztecus* in estuarine nurseries. Trans. Amer.Fish. Soc., 118:693-708.
- Minello T. J., y R. J. Zimmerman, 1991. The role of estuarine habitats in regularizing growth and survival of juvenile penaeid shrimp. Reprint from: Frontiers in shrimp research, P. DeLoach, W. J. Dougherty and H. a. Davison (Ed.)
- Morgan, M. D., 1980. Grazing and predation of the grass shrimp *Palaemonetes pugio*. Limnol. Oceanogr. 25P: 896-902.
- Moreira, G. S., J. C. Mc. Namara, S. E. Shumway y P. S. Moreira, 1983. Osmoregulation and respiratory metabolism in Brazilian *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) Comp.Bioch. Physiol. 74 A(a) 57-62.
- Norse, W. R., 1969. A contribution to the biology of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun in Texas, with a description of the fishery. Texas parks and wildlife department. Tech. Ser. no 1
- Odum, E. P. y Smalley, A. E., 1969. Comparison of population energy flow of a herbivorous and deposit-feeding invertebrate in salt-marsh ecosystem. Proc. Nat. Acad. org. Sci. (USA) 45, 617-622).
- Odum E. P. 1968. Energy Flow in Ecosystems: A Historical Review.

- Am. Zool., 8: 11-18.
- Odum, E. P., 1971. Pathways of energy flow in a south Florida Estuary, University of Miami Sea Grant Tech. Bull. 7, 161 pp.
- Odum, W. E. y Heald, E. J. 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. Bull. of Mar. Sci. 22: 671-738.
- Orth, R. J., 1978. The importance of sediment stability in seagrass communities. In: Coull (Ed.) Ecology of Marine Benthos. Univ. South Carolina Press. EE UU. 467 p.
- Orth, R. J. y van Montfrans, 1987. Utilization of a seagrass meadow and tidal marsh creek by blue crabs *Callinectes sapidus* L. seasonal and annual variations in abundance the emphasis on post-settlement juveniles. Mar. Ecol. Prog. Ser. 41: 283-294.
- Paine, R. T. 1966., Food web complexity and species diversity. Amer. Natural 100: 65-75.
- Ferry, H. M., 1984. Blue crab fishery profile. Development committee, Us. wild. life. serv. Washington : 1-82.
- Powers, L. W., 1977. Crabs (Brachyura) of the Gulf of México. Contributions in marine Science 20: 3-184.
- Puig, J. V. y A. Sanz, 1987. Consumo de oxígeno de *Palaemonetes zariguielyi* Sol্লাud, 1939 (Crustacea Decapoda: Palaemonidae): Efectos de la Temperatura y Salinidad. Inv. Pesc. 51(supl 1): 515-524.
- Puig, J. V. y A. Sanz, 1990. Consumo de oxígeno de *Palaemonetes zariguielyi* Sol্লাud, 1939 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): Efecto de la temperatura y la salinidad. Inv. pesc. 51 (supl1) 515-524.
- Pullen, E. J., C. P. Mock, R. D. Ringo, 1967. A net for sampling the intertidal zone of an estuary. Limnol. Oceanogr 13: 200-202.
- Ringo, R. y G. Zamora, 1968. A penaeid postlarval character of taxonomic value. Bull. Mar. Sci., 18 (2): 471-476 p.
- Raz-Guzman, A., A. J. Sánchez y L. A. Soto, 1992. Catalogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de

- Laguna de Alvarado, Veracruz, Mexico. Cuaderno 14, Instituto de Biología UNAM 51 pp.
- Resendez, A., 1974. Estudio de los peces de la laguna de Tamiahua Veracruz Mexico. Anales del Instituto Biología UNAM. 41 Ser. Cien. Mar. Lim. 1: 79-146.
- Rosas, C., 1989. Aspectos de la ecofisiología de las jaibas *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae* y *Callinectes similis* de la zona sur de la laguna de Tamiahua, Veracruz (Crustacea; Decapoda, Portunidae). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, 200 pp
- Rosas, C.; G. Barrera y E. Lazaro-Chavez, 1989. Efecto de las variaciones de la salinidad y de la temperatura estacional sobre el consumo de oxígeno de *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae* y *Callinectes similis* Williams (Crustaceo: Portunidae) Tropical Ecology 21: 25-31.
- Sanchez A., L. Cardenas y C. Rosas, 1991. Efecto del Ciclón Diana sobre la abundancia macrocrustáceos en zonas de vegetación sumergida en la Laguna de Tamiahua Ver. En: XII Congreso de Zoología, Merida Yucatan, 29-31 de Octubre 1991.
- Sheridan, P. F. y D. L. Trimm. 1983. Summer foods of texas coastal fishes relative to age and habitat U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 81: 643-647.
- Sikara, W. B., 1977. The ecology of *Palaeomonetes pugio* in a southeaster salt marsh ecosystem with particular emphasis in production and biotic relationships 122 pp. PH. Dissertation Columbia, S. C. University of South Carolina .
- Smalley, A. E., 1960. Energy Flow of a salt/marsh grasshopper population. Ecol. 41, 672-677.
- Schmidt Nielsen, K., 1989. Animal Physiology :Adaptation and enviroment. Cambridge university press 619pp.
- Statgraf ver 2.1 Programa estadístico para computadoras.
- Strayer D. y G. E. Link, 1986. An energy budget for the zoobenthos of mirror lake new hamphshire. Ecology 76(2):303-313.
- Stoner A. W. 1988. A nursery ground for four tropical *Penaeus*

- species: Laguna Joyuda, Puerto Rico. Mar. Ecol. Prog. Ser. 42: 133-141.
- Stoner, A. W. y R. J. Zimmerman, 1988. Food path ways associated with penaeid shrimp in a mangrove-fringed estuary. Fish Bull. 86(3): 543-551.
- Subrahmanyam, C. B. 1962. Oxygen consumption in relation to body weight and oxygen tension in the prawn *Penaeus indicus* (Milne Edwards) Proc. Indian. Ac. Sci. 3: 152-161.
- Subrahmanyam, C. B., 1976. tidal and diurnal rhythms of locomotory activity and oxygen consumption in the pink shrimp. *Penaeus duorarum* Contr. Mar. Sci. 20: 123-132.
- Sulkin, S. D., W. Vanhenkelem, P. Kelly y L. Vanhenkelem, 1980. The behavioral basis of larval recruitment in the crab *Callinectes sapidus* mitchum: a laboratory investigation of ontogenetic changes in geotaxis and barochinesis. Biol. Bull. 159: 402-417.
- Taissoun, E. N., 1973. Biogeografía de los cangrejos de la familia portunidae (crustacea decapoda brachyura) en la costa atlantica de America. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas de Venezuela 7: 7-23.
- Thomas, J. L; R. J. Zimmerman y T. J. Minello, 1990. Abundance patterns of juvenile blue crabs (*callinectes sapidus*) in nursery habitats of two texas bays. Bull. of Mar. Sci. 46(1):115-125.
- Vanegas, C., G. Pérez, E. Merino, F. Diaz y C. Rosas, 1983. Efecto de las fluctuaciones de la salinidad sobre el consumo de oxígeno de *Callinectes similis* Williams. Inv. Mar., Universidad de la Habana 9(3): 15-25.
- Villalobos, A., S. Gómez, V. Arenas, A. Resendez y G. de la Lanza, 1976. Estudios hidrobiológicos de la Laguna de Tamiahua. Rev. Soc. Mex. Hist. Natural 36: 139-180.
- Wiegert, R. G., 1976. Ecological Energetics, Benchmark Papers in ecology; vol 4, Huxthinson and Ross, Inc. Pennsylvania, 1976m 457 pp.
- Williams, A. B., 1965. Marine decapod crustaceans og the

- Carolinus. U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 69: 54-51.
- William, A. R., 1984. Shrimp lobster at Atlantic coast of the Eastern U. S. Marine to Florida Smithsonian Press U. S. A. 650 p.
- Wood, E. J. F., Odum, W. E. y Zieman, J. C., 1967. Influence of seagrass on the productivity of coastal Lagoons. En: Ayala-Catañares A. y Phleger, F. E. Coastal Lagoons a Symposium. Mem. Intern. UNAM-UNESCO. Mexico, D. F. Nov.
- Yañez-Arancibia, 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete topics. Ed. AGT editores, S. A. 189 pp. pp.
- Zar, J. H., 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 619 p.
- Zimmerman, R. J. T. J. Minello y G. Zamora. 1984. Selection of vegetated habitat by brown shrimp *Penaeus aztecus* in a Galveston Bay salt Marsh Fish. Bull. U. S. 92: 3228-334.
- Zimmerman, R. J., T. J. Minello, 1985. Differential selection for vegetative structure between juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus*) and white shrimp (*Penaeus setiferus*), and implications in predator-prey relationships. Est. Coast. Shelf. Sci. 20: 707-716.
- Zimmerman, R. J., T. J. Minello, 1990. Abundance patterns of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus*) in nursery habitats of two Texas bays. Bull. Mar. Sci. 46(1): 115-125.



## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento de todo corazón al M. en C. Adolfo Sánchez Zamora por su valioso asesoramiento en la dirección del presente trabajo, por su motivación, paciencia, comprensión, . . . . ., y sobre todo por su amistad.

A los Dr. Carlos Rosas Vázquez, por su ayuda en el trabajo de campo así como por el asesoramiento de este trabajo.

A Dra. Eiva Escobar Briones, Dr. Luis A. Soto González, M. en C. Andrea Raz-Guzmán Macbeth, M. en C. Alberto de J. Sánchez Martínez y al M. en C. Juan Madrid Vera por su revisión y crítica a este trabajo.

Al M. en C. Adolfo Sánchez Zamora y al Dr. Carlos Rosas Vázquez por las instalaciones proporcionadas en Tamiahua Veracruz, para la realización del trabajo de campo.

A la Dra. Sonia S. Espina Aguilera quien ha contribuido en mi formación profesional, además de por su amistad.

A mis compañeras del laboratorio de Ecofisiología, Biol. Ruth Cecilia Vanegas Pérez, M. en C. Guillermina Alcaraz Zubeldia, Biol. Teodora Leon García, Biol. Graciela Saldana Fraire, Biol. Andrea Bolongaro-C. quienes siempre me apoyaron en todo, gracias por su amistad.

Muy especialmente a Biol. Ruth Cecilia Vanegas Pérez porque siempre ha confiado en mí, a pesar de todas las circunstancias, gracias!

A la Biol. Sonia Vázquez Santana con quien empecé la Maestría, quisiera agradecerle su amistad.

A todas aquellas personas que de alguna manera me ayudaron, ya que la mitad de un manuscrito no solo la realiza el que escribe, sino también aquellos cuyo amor, apoyo y cariño hacen posible su escritura.

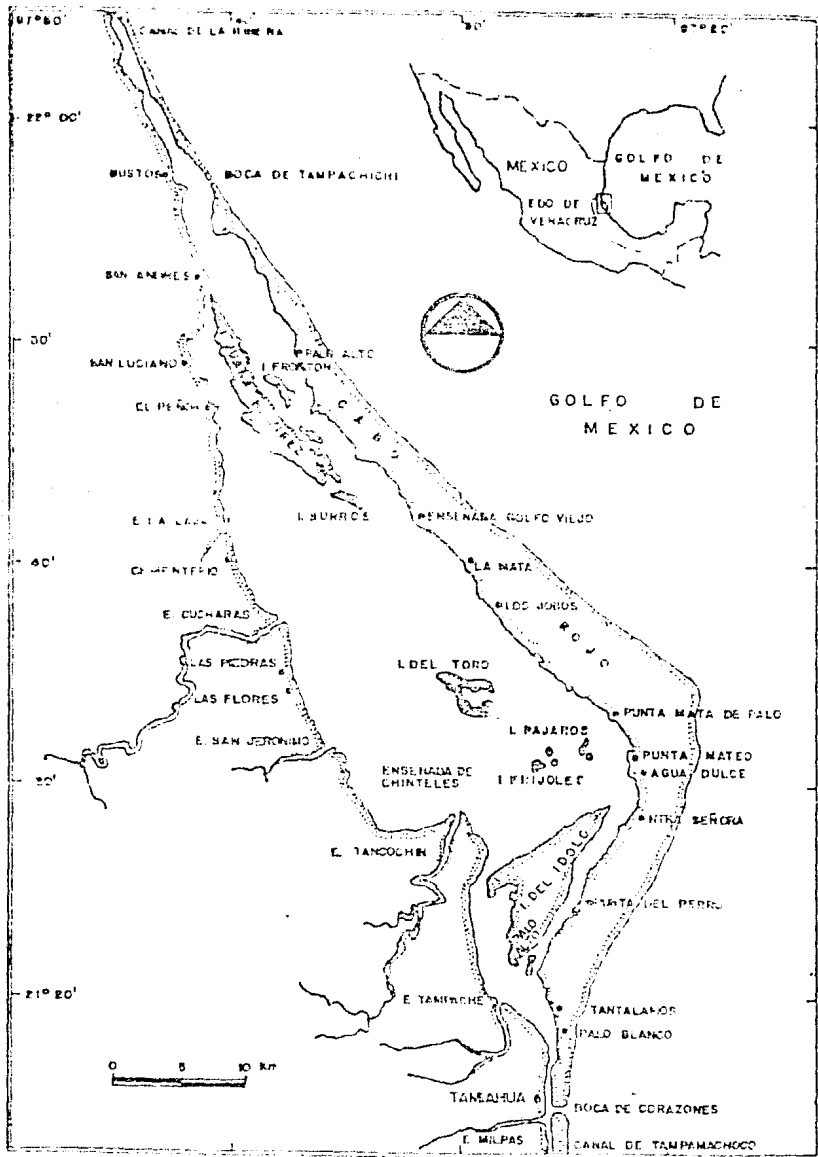


Figura 1 Area de Estudio

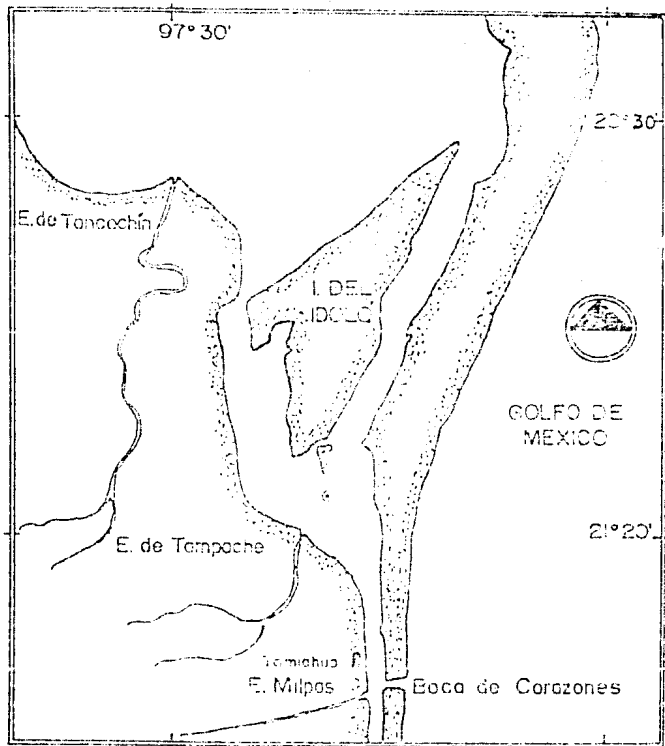


Fig. 2. Zona de colecta. El punto señala el sitio de colecta de los organismos (⊙).

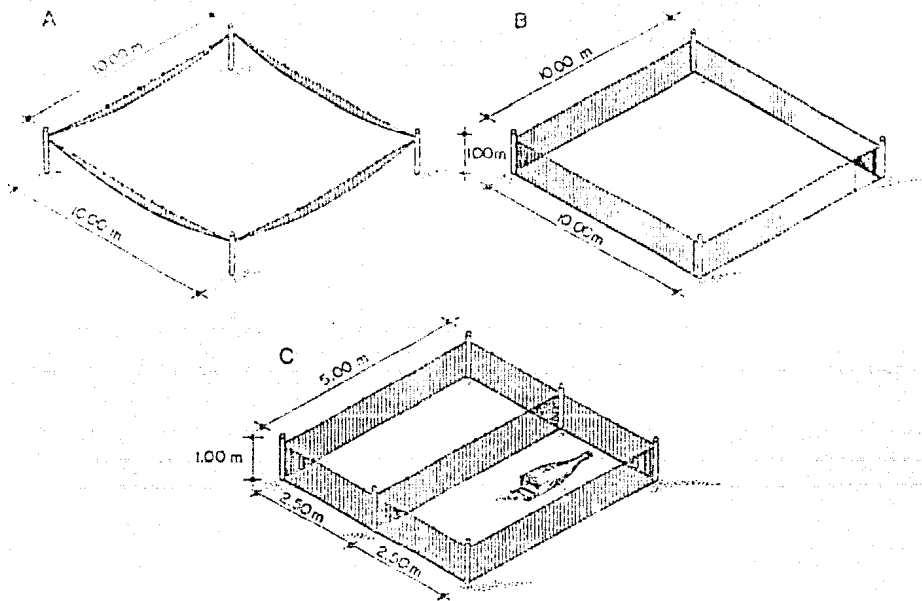
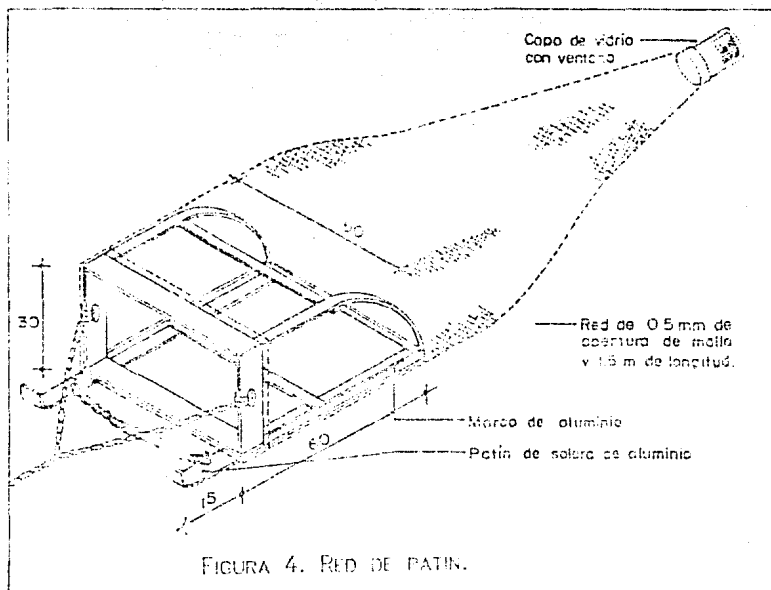


FIGURA 3 METODO DE MUESTREO. 3A) RED LEVANTADA  
 3B) SE FORMA EL CERCO, 3C) REDUCCION DEL METODO  
 DE MUESTREO DIVIDIDO EN DOS AREAS DE 12.5 M<sup>2</sup>.



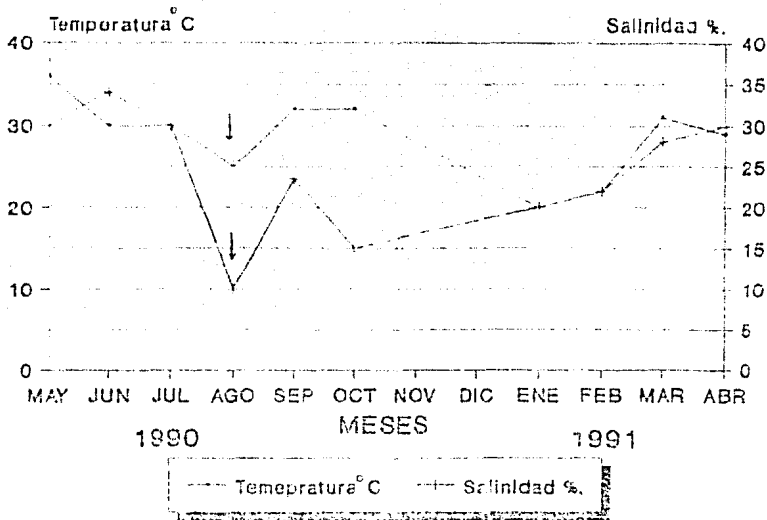


FIGURA 5. VARIACIONES EN TEMPERATURA Y SALINIDAD DURANTE EL PERIODO DE MAYO 1990 A ABRIL 1991, LA FLECHA SEÑALA LAS VARIACIONES MAS MARCADAS (EFECTO DEL CICLON DIANA) EN LA PARTE SUR DE LA LAGUNA DE TAMIQUIA VER.

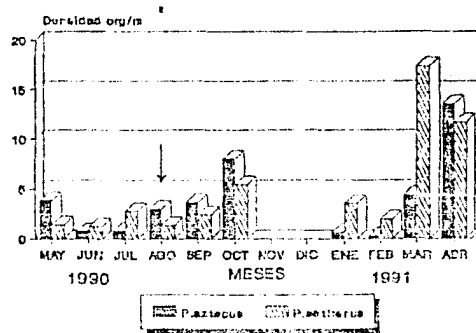
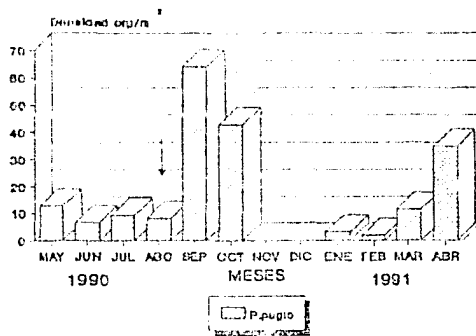
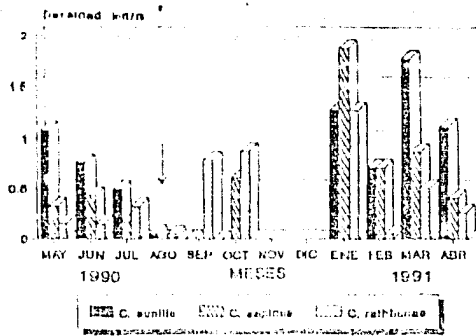


FIGURA 6. DENSIDAD (I/m<sup>3</sup>) DURANTE EL PERIODO DE MAYO 1990 A ABRIL 1991. 6a) *Callinectes similis*, *C. rapinus*, *C. rathbunae*, 6b) *Palaemonetes pugio*, 6c) *Penaeus aztecus*, *P. setiferus*.

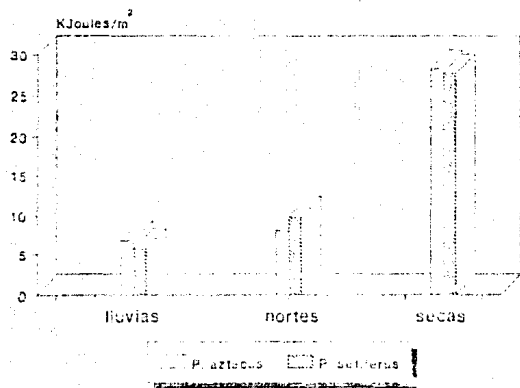
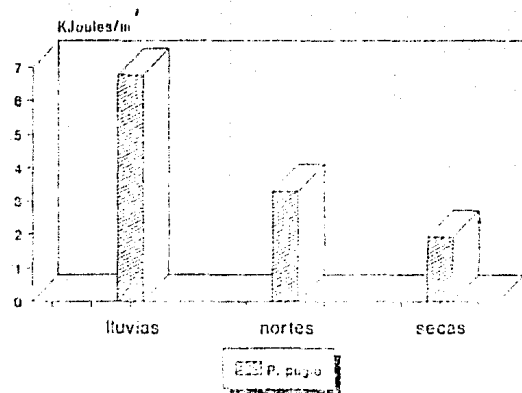
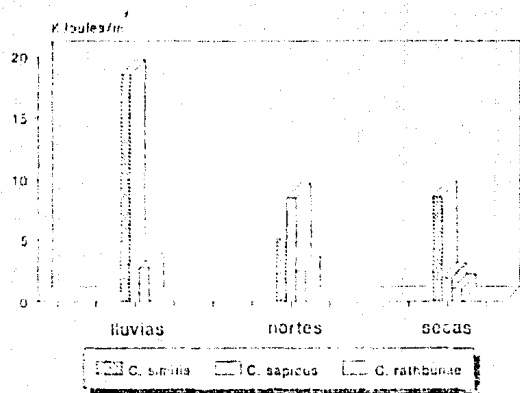


FIGURA 7. PRODUCCION KJOULES/M<sup>2</sup> POR EPOCA DEL AÑO (LLUVIAS, NORTES Y SECAS) 7a) *Callinectes similis*, *C. sapidus*, *C. rathbunae*, 7b) *Palaemonetes pugio*, 7c) *Penaeus aztecus*, *P. setiferus*.



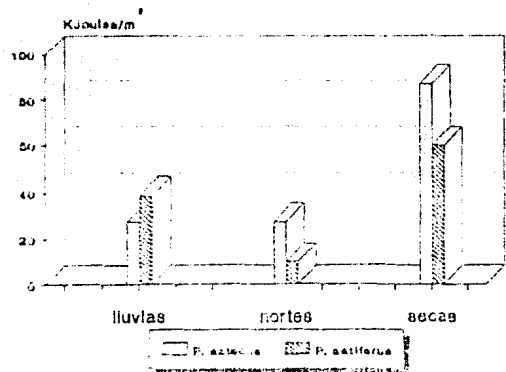
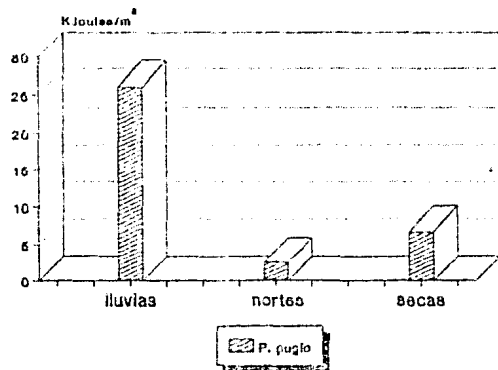
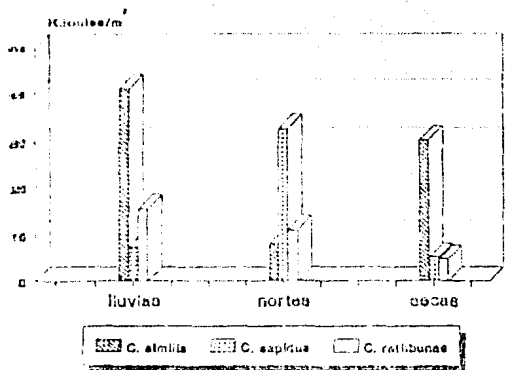


FIGURA 8. RESPIRACION KJOULES/M<sup>3</sup> POR EPOCA DEL AÑO (LLUVIAS, NORTES Y SECAS) 8a) *Callinectes similis*, *C. sapidus*, *C. Rathbunae*, 8b) *Palaemonetes pugio*, 8c) *Penaeus aztecus*, *P. setiferus*.

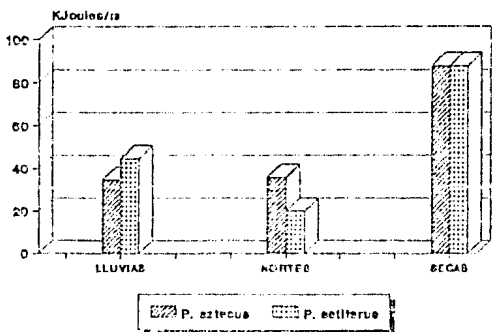
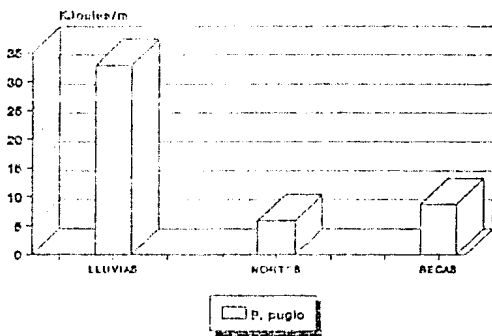
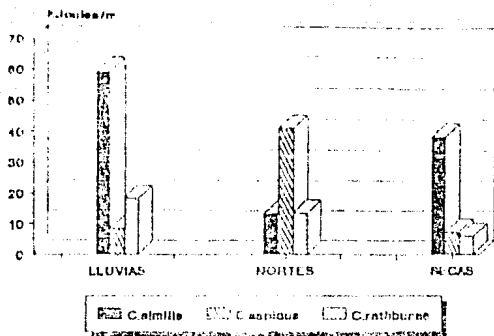


FIGURA 3. ASIMILACION KJOULES/M<sup>2</sup> POR EPOCA DEL AÑO (LLUVIAS, NORTES Y SECAS) 9a) *Callinectes similis*, *C. sapidus*, *C. rathbunae*. 9b) *Palaemonetes pugio*. 9c) *Penaeus aztecus*, *P. setiferus*.

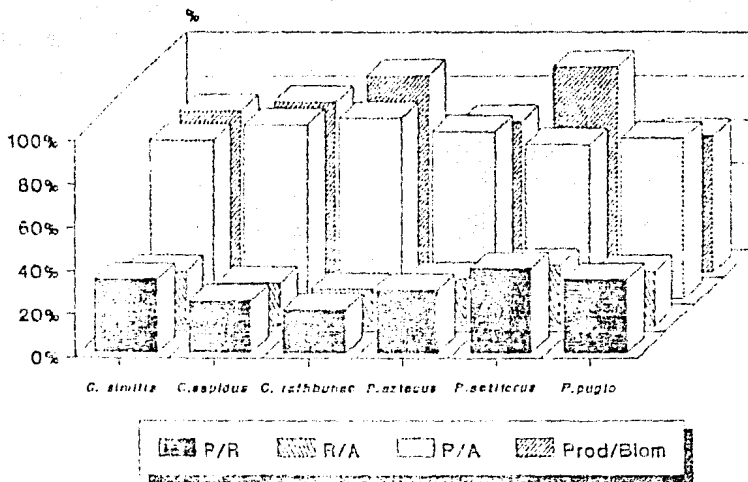


FIGURA 10. COMPARACION DE LAS DIFERENTES EFICIENCIAS ECOLOGICAS (P/R, P/A, R/A, P/B) PARA LAS DIFERENTES ESPECIES DE MACROCRUSTACEOS SELECCIONADAS PARA ESTE ESTUDIO.

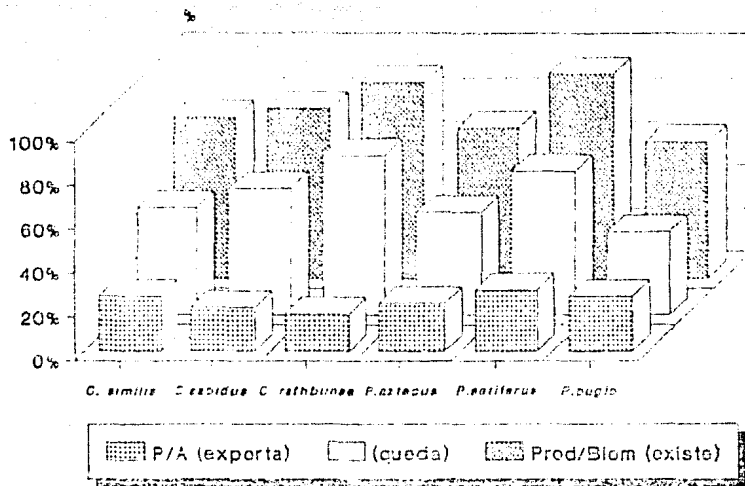


FIGURA 11. RELACION ENTRE  $P/B - P/A =$   
 PRODUCCION NETA POBLACIONAL PARA LAS  
 DIFERENTES ESPECIES DE ESTE ESTUO.

Tabla 1. Densidad de los macrocristáceos colectados en la zona de pastos marinos (individuos/m<sup>2</sup>) (17M) desde mayo 1990 a Abril 1991.

	Callinectes			Fenacis		Palaemonetes
	similis	opoides	rathbunae	aztecus	setiferus	pugio
MAY 90	1.86	0.02	0.15	3.84	1.42	12.84
JUN 90	0.75	0.47	0.15	0.73	1.05	6.72
JUL 90	0.49	0.17	0.32	0.82	2.76	9.42
AGO 90	0.05	0.00	0.04	2.87	1.34	8.19
SEP 90	0.00	0.00	0.79	3.62	2.54	64.00
OCT 90	0.00	0.81	0.27	8.02	4.45	42.89
ENE 91	1.28	1.65	1.28	0.67	3.54	3.23
FEB 91	0.72	0.72	0.35	0.26	1.95	1.79
MAR 91	1.74	0.87	0.51	4.41	17.33	11.53
ABR 91	1.13	0.41	0.26	13.56	11.69	34.76

**Tabla 2. Producción en kg/ha/año por época del año para los diferentes macrocrustáceos colectados en la zona sur de la Laguna de Tamiahua Veracruz**

	Callinectes			Penaeidae		Palaemonetes
	similis	sapidus	nathsonae	attecus	setiferus	pugio
LLUVIAS	18.46	0.82	2.62	6.9	5.65	6.77
NORTES	5.05	6.44	2.5	9.11	9.9	3.31
SECAS	8.56	1.96	1.06	20.14	27.6	1.92

Tabla 3. Respiración en KJoules/m<sup>2</sup> por época del año para los diferentes macrocrustáceos colectados en la zona sur de la Laguna de Taniagua Veracruz

	Callinectes			Penaeidae		Palaemonetes
	similis	sapidus	rathbunae	ortecus	setiferus	pugio
LLUVIAS	41.97	7.67	15.46	27.76	35.69	26.03
NORTES	8.3	32.96	11.15	27.71	10.06	2.56
SECAS	30.42	5.27	4.83	85.89	60.12	6.73

Tabla 4. Abundancia en  $\text{Indios/m}^2$  por época del año para los diferentes macrocrustáceos colectados en la zona sur de la Laguna de Tamiahua Veracruz

	Callinectes			Penaeidae		Palaemonetes
	similis	sepioides	rubranus	setecus	setiferus	pugio
LLUVIAS	59.53	8.9	18.3	34.67	44.55	32.9
NOCHES	13.36	41.41	13.65	35.82	19.97	5.88
SECAS	38.99	7.23	3.39	100	87.72	9.65



Tabla 5. Relaciones de energía para los macrocrustáceos de la zona de estudio. Bica (Biomasa g/m<sup>2</sup>/año); Prod (Producción g/m<sup>2</sup>/año); P (Producción en kJoules a<sup>2</sup>/año); R (Respiración en kJoules a<sup>2</sup>/año); A (Asimilación en kJoules a<sup>2</sup>/año); E (Eficiencias ecológicas P/R, P/A, R/E, R/A).

Especies	Bica	Prod	P	R	A	P/R	P/A	Prod/Bica	R/A	Referencia
D. setivitta	2.75	0.05	27.3	73.6	107.61	0.24	0.25	0.74	0.77	
C. clausus	0.74	0.74	11.24	45.91	57.15	0.24	0.2	0.73	0.68	
D. mathousei	0.69	0.54	5.75	31.46	37.86	0.2	0.17	0.6	0.62	
P. zosterus	2.45	2.39	47.49	147.82	191.22	0.29	0.22	0.69	0.77	
F. setiferus	1.98	2.11	40.76	108.69	152.25	0.39	0.23	0.94	0.71	
P. pugnae	0.85	0.52	12.61	35.33	47.35	0.34	0.25	0.65	0.74	
<b>Total año</b>	<b>10.35</b>	<b>9.35</b>	<b>144.25</b>	<b>448.2</b>	<b>593.44</b>	<b>0.32</b>	<b>0.24</b>	<b>0.73</b>	<b>0.74</b>	
<i>Echinitta aneloda</i>			876.8					2.74		Dana et al. (1976)
<i>Carcinus maenas</i>			0.27	0.08	0.16	0.77	0.44			Alan Bretler (1975)
<i>Mencia mercenaria</i>			5.02	4.02	9.62	1.09	0.52			Woots y Epifanio (1974)
<i>Uca pugnax</i>			62.76	426.76	4977.12	0.15	0.13	0.35		Emmoltzen (1973)
marsh crabs			145.44	715.46	851.9	0.27	0.17			Teal (1962)
<i>Panopeus herbstii</i>			74.668	778.22	1142.23	0.47	0.32			Dana (1976)
<i>Diastrea virginica</i>			1728.22		4052.99		0.42			Dana (1972)
<i>Litopenaeus setiferus</i>			149.87		1212.25		14			Dana y Scallie (1959)*

Todos los datos están convertidos a kJoules/m<sup>2</sup>/año.

\* Datos tomados de Dana (1976).

Tabla 6. Relación entre la biomasa que es capturada hacia abajo por el manto de sedimento entre la energía asimilada. El uso se reporta para el siguiente nivel para los diferentes efectos de macrocrustáceos. (Producción/Biomasa P/B; Producción asimilación P/A), PN = Producción Neta.

	P/B	-	P/A	=	PN
<i>C. similis</i>	0.74	-	0.25	=	0.49
<i>C. rapida</i>	0.78	-	0.20	=	0.58
<i>C. rathbunae</i>	0.90	-	0.17	=	0.73
<i>P. aztecus</i>	0.69	-	0.22	=	0.47
<i>P. setiferus</i>	0.94	-	0.28	=	0.66
<i>F. pugil</i>	0.63	-	0.25	=	0.38

#### POR GENERO

	P/B	-	P/A	=	PN
<i>Callinectes</i>	0.80	-	0.62	=	0.18
<i>Palaemonetes</i>	0.81	-	0.25	=	0.56
<i>Penaeus</i>	0.63	-	0.25	=	0.38

#### TOTAL DE LA COMUNIDAD

	P/B	-	P/A	=	PN
TOTAL DE LA COMUNIDAD	0.78	-	0.24	=	0.54

## ANEXO 1

Para estimar la eficiencia de la red de patin utilizada en este estudio, se extrajeron todos los organismos presentes en un área cuadrangular de 100 m<sup>2</sup>.

La intención de realizar la mayor cantidad de arrastres dentro del cerco fue para extraer todos los macrocrustáceos presentes en esa área y así estimar la eficiencia de la red utilizada en este estudio en cada arrastre. Sin embargo esto no se pudo lograr, pues al realizar 32 arrastres, aun había un número de organismos submuestreados en esta área. El esfuerzo necesario para la extracción total conllevó a disminuir el área muestreada a 25 m<sup>2</sup>, con 5 m por lado, para estimar la eficiencia de muestreo y capturar el total de organismos (figura 3c).

En esta nueva área considerada, se realizó el muestreo de 2 maneras, en los meses de septiembre y octubre (1990) utilizando para un arrastre doble y uno sencillo.

**ARRASTRE DOBLE:** En el cuadrante A se hicieron el suficiente número de arrastres para extraer todos o la mayor parte de los macrocrustáceos presentes. Cada uno de los arrastres consistió en pasar la red 2 veces por la misma área (2.5 m<sup>2</sup>) hasta cubrir los 12.5 m<sup>2</sup>.

**ARRASTRE SENCILLO:** En el cuadrante B se hicieron solamente 10 arrastres en los cuales se pasó la red una sola vez en el área determinada ( 2.5 m<sup>2</sup> ) hasta cubrir los 12.5 m<sup>2</sup>.

Para estimar la eficiencia de esta red, se tomó en cuenta la frecuencia acumulada del número de organismos totales de cada una de las especies capturadas, en cada arrastre sucesivo, según el incremento de los arrastres dobles y arrastres sencillos.

De aquí se observó que en los primeros 5 arrastres se tenía el 72.9% de los organismos (de un total de 293) en septiembre y el 85.08% (de un total de 556) en octubre.

A partir de estos resultados se pudo observar que en los primeros 5 arrastres se capturó el 29.3 % del total en 49.89 % para el mes de octubre. En ambos meses el 10<sup>o</sup> arrastre se capturaba menos del 6 % de la captura total de organismos.

A partir del número de especies capturados en cada arrastre sucesivo se procedió a evaluar la eficiencia de la red para un solo arrastre tanto sencillo como doble.

Con los datos obtenidos del cuadrante A se estimó la eficiencia de la red para un ARRASTRE DOBLE, y con los datos obtenidos del

cuadrante B se estimó la eficiencia de la red para un ARRASTRE SENCILLO.

Una vez estimada la eficiencia de la red, estos resultados se utilizaron para corregir los valores de densidad en los diferentes meses, de acuerdo con un arrastre doble.

El muestreo en los meses posteriores se hizo realizando 5 arrastres dobles en las áreas A y B. El material obtenido de cada arrastre se depositó en bolsas de plástico con formal al 4% para su análisis posterior.

Para poder hacer esta estimación se tomó en cuenta el número total de organismos encontrados y la frecuencia acumulada por cada arrastre. De acuerdo a la frecuencia acumulada de un arrastre sencillo y doble se obtuvo que la eficiencia de la red para un arrastre sencillo fue del 46.4 %, y para un arrastre doble fue del 78 %.

ANEXO I

Regresiones LT vs FS y FS vs PSLC de la ecuación  $Y = m + bn$  para obtener las constantes para las diferentes especies de macroinvertebrados para el periodo de estudio

RELACION LT vs FS

ESPECIE	log a	log b	r	r <sup>2</sup>	Número
C. similis	-1.35	0.094	0.91	0.82	57
C. eapidas	-1.82	0.0475	0.95	0.99	39
C. rathbunae	-1.82	0.058	0.93	0.89	28
F. aztecus	-1.95	0.0772	0.92	0.84	41
F. setiferus	-1.92	0.0457	0.9	0.81	51
P. pugio	-2.56	0.0147	0.77	0.60	363

RELACION FS vs PSLC

ESPECIE	a	b	r	r <sup>2</sup>	Número
C. similis	-0.02	0.81	0.98	0.97	32
C. eapidas	-0.02	0.81	0.94	0.88	19
C. rathbunae	-0.026	0.6	0.95	0.91	16
F. aztecus	0.00557	0.77	0.99	0.98	70
F. setiferus	0.00394	0.76	0.95	0.91	145
P. pugio	0.00281	0.58	0.95	0.9	526

### ANEXO 3

#### EVALUACION CALORIMETRICA

El valor calórico es determinado en una bamba calorimétrica FARR, se determinó al quemar la muestra en peso seco (PS) en presencia de oxígeno. Esta bamba calorimétrica es calibrada bajo condiciones controladas.

El calorímetro es estandarizado al quemar ácido benzoico en presencia de oxígeno. El valor calórico de las muestras es analizado por observaciones de incremento en temperatura, antes, durante y después de la combustión. La energía bruta resultado de este procedimiento se expresa generalmente en unidades de energía como Cal/g, Kcal/g ó Joules.

Aquí se expresa el valor calórico de las diferentes especies de macrocrustáceos en valores de calorías / gr.PSLC

VALOR CALORICO DE LAS DIFERENTES ESPECIES			
ESPECIE	PROMEDIO DEL VALOR CALORICO		N
<i>C. similis</i>	$\bar{x}$ = 3746.76	Cal/gr	15
<i>C. sapidus</i>	$\bar{x}$ = 3619.04	Cal/gr	15
<i>C. rathbunae</i>	$\bar{x}$ = 2836.61	Cal/gr	12
<i>P. aztecus</i>	$\bar{x}$ = 4335.32	Cal/gr	12
<i>P. setiferus</i>	$\bar{x}$ = 5208.27	Cal/gr	20
<i>P. pugio</i>	$\bar{x}$ = 5321.80	Cal/gr	23

Todos los valores en calorías fueron corregidos a Joules utilizando la conversión de 1 cal = 4.184 joules, y posteriormente pasados a KJoules.