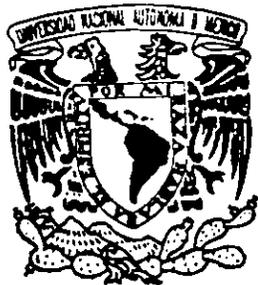


125
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DEL ESTRÉS DE SALINIDAD EN LOS
REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA DE TRES
ESPECIES DE CAMARONES PENEIDOS EN EL
ESTADÍO JUVENIL DE LOS SISTEMAS
LAGUNARES CORRALERO - ALOTENGO Y
CHACAHUA - PASTORÍA, OAXACA:
DIFERENCIAS ESTACIONALES

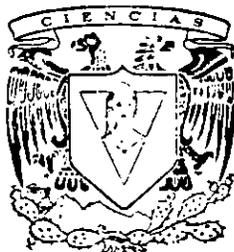
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGO
PRESENTA:

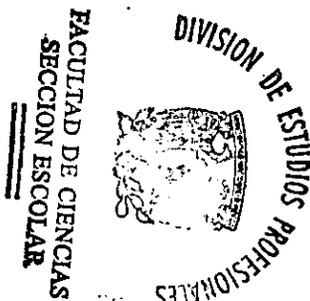
JAIME PACHECO TREJO

DIRECTORA DE TESIS

BIÓL. MA. DE LOURDES BARBOSA SALDAÑA



TESIS CON
FALJA DE ORIGEN



México, D.F. 1998

262495



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrin Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

EFFECTO DEL ESTRES DE SALINIDAD EN LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGIA DE TRES
ESPECIES DE CAMARONES PENEIDOS EN ESTADIO JUVENIL DE LOS SISTEMAS LAGUNARES
CORRALERO-ALOTENGO Y CHACAHUA-PASTORLA, OAXACA: DIFERENCIAS ESTACIONALES

realizado por Jaime Pacheco Trejo.

con número de cuenta S622919-3 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Biól. Ma. de Lourdes Barbosa Saldaña.

Propietario

Propietario

Propietario

Suplente

Suplente

M. en C. José R. Latourmerié Cervera.

Biól. Ignacio D. González Mora.

Dr. Héctor Garduño Argueta.

M. en C. Ma. Estela Pérez Cruz.

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Consejo Departamental de Biología

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ
DEPARTAMENTO



Este trabajo se realizó con el apoyo del Instituto Nacional Indigenista en colaboración con la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Formó parte del Programa "Evaluación del Recurso Camaronero en el Litoral Oaxaqueño".

A mis padres, Jaime Pacheco y Teresa Trejo:

Los arquitectos que trazaron el
camino de mi vida, ni con todo
el oro del mundo podré pagarles
todo lo que han hecho por mí.
Gracias por toda su ayuda.

A mis hermanos Rocío, Venancio, Mariana e Irene:

Maravillosos y fascinantes
momentos los he compartido
con cada uno de ustedes, los
aprecio mucho y los adoro
mucho más.

A Ninel García Téllez

Eres el sueño que mi vida
imaginó y mi razón de ser....
¡Te amo!

DEDICATORIA

A MIS ABUELOS

*ELENA HERNÁNDEZ Y MARGARITO TREJO
LUISA DOMÍNGUEZ Y GABINO PACHECO†*

A LA FAMILIA NUÑEZ PACHECO.....

A LA FAMILIA PACHECO GARDUÑO

A LA FAMILIA ALVARADO TREJO

A LA FAMILIA TREJO HERNÁNDEZ

A LA FAMILIA PÉREZ VEGA

A GUILLERMINA VEGA Y FAMILIA PETRASCU

AGRADECIMIENTOS

A la Biól. Lourdes Barbosa Saldaña, por su notable dirección, incondicional apoyo y dedicación para la finalización de este trabajo y sobre todo por ser mi super amiga.

Para el M. en C. José R. Latournerié Cervera, mi maestro por muchos años, gracias por sus comentarios y sugerencias, su invaluable amistad y gran apoyo.

Al Biól. Ignacio D. González Mora, insustituible compañero de trabajo, excelente maestro y mucho mejor amigo.

Al Dr. Héctor Garduño Argueta, por aceptar revisar este trabajo. Resulta gratificante tener a una persona de gran experiencia en el fascinante mundo de los camarones como asesor.

A la M. en C. Estela Pérez Cruz y Biól. Humberto Olvera Quezada, por brindarme su amistad y apoyo para la culminación de este trabajo.

Al Biól. Jaime Fabián Palestina, por su importante ayuda en el trabajo de campo y de laboratorio. Tocayo eres un amigo excepcional.

A Doug y Liz Kinney por toda su apreciable amistad, importante apoyo y sobre todo por tener un corazón del tamaño del mundo.

A todos mis amigos del laboratorio por su importante colaboración: Héctor Lara, Francisco R. Miguel, Rocío Pacheco, Rafael Salinas, Renata Zárate, Claudia Calderón, Sofía Abundes, Germán Álvarez, Gloria Panecatí, Leticia Amaya, Celia Aceves, Alejandra Torres, Guadalupe Cárdenas, Ana Hernández y Arturo Espín.

A la Biól. Paty Huerta (Patito) por su incondicional amistad y ayuda en la fase final de este trabajo.

A la Sociedad Cooperativa Corralero-Alotengo muy especialmente a la Familia Mayrén (Adrián, Mario, Máximo, Fernando, Darío y el Capitán Irán) y a toda la comunidad de ese lindo lugar que es Corralero.

A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Zapotalito especialmente a Flavio (Karma) y su familia, así como a la comunidad de Chacahua, Cerro Hemoso y Zapotalito.

Se evaluó el efecto del cambio abrupto de salinidad en el consumo de oxígeno en camarones juveniles de tres especies, *Penaeus vannamei*, *P. brevisrostris* y *P. californiensis* de los sistemas lagunares Corralero-Alotengo y Chacahua-Pastoría del litoral Oaxaqueño en dos épocas del año (lluvias y secas). Se utilizaron tres condiciones diferentes de salinidad en los experimentos, basal que se refiere al dato de colecta, así como la salinidad más alta y la más baja registradas en los sistemas que definieron las condiciones de estrés. Para evaluar el efecto del estrés debido a la salinidad se estimó la tasa de consumo de oxígeno durante ciclos de 24 horas. En la época de lluvias se registraron, en promedio consumos mayores de oxígeno ($6.0 \text{ mgO}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$) comparada con la de secas ($5.7 \text{ mgO}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$). En la condición de salinidad basal *P. vannamei* presentó el consumo más bajo de oxígeno con $4.2 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$, seguido de *P. californiensis* con $4.5 \text{ mgO}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$ y el más alto lo obtuvo *P. brevisrostris* con $6.9 \text{ mgO}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$. En la época de lluvias *P. brevisrostris* en estrés a la baja, registró el mayor porcentaje de energía canalizada a respiración con 22.1% y el menor en secas en la condición basal 10.5%; por otra parte *P. vannamei* en el experimento de estrés a la alta presentó el mayor porcentaje de energía canalizada a respiración con 9.6% y el más bajo en el estrés a la baja 6.8% incluso menor al basal (7.4%). Dado que esta última especie canaliza menor porcentaje de energía a la regulación del medio interno, se considera con mecanismos osmorreguladores más eficientes. *P. californiensis* canalizó mayor porcentaje de energía en época de lluvias 13.6% que en secas 6.8% ambos en condición basal. Por otra parte al analizar el porcentaje de humedad en las condiciones evaluadas se observó una tendencia a aumentar cuando el medio estuvo diluido (época de lluvias y estrés a la baja). Sin embargo no siempre sucede así, por lo que el intercambio de agua no es el único mecanismo de regulación que presentan estos organismos. Se propone a *P. vannamei* como la especie con mecanismos más eficientes para enfrentar cambios abruptos de salinidad.

INTRODUCCIÓN	(1)
OBJETIVOS	(6)
ÁREA DE ESTUDIO	(7)
MÉTODOS	(11)
RESULTADOS	(16)
DISCUSIÓN	(20)
CONCLUSIONES	(28)
LITERATURA CITADA	(29)
ANEXOS	(35)

Los estuarios y lagunas costeras son de gran importancia en el ciclo de vida de los camarones. Desde un punto de vista químico un ambiente estuarino puede ser simplemente definido como aquel en el que el agua marina es sustancialmente diluida con agua dulce proveniente de la parte continental (Burton y Liss, 1976). En general un estuario es una cuenca, una bahía o la boca de un río, donde uno o más arroyos costeros introducen agua dulce en el mar, el resultado es que se establece un gradiente de salinidad entre el agua dulce y el agua salada, con importantes efectos en toda la vida acuática. Entre el agua dulce y salada se encuentran diferentes ecosistemas, en los cuales, una gran variedad de especies de plantas y animales han llegado a adaptarse a través de la evolución de la vida en un ambiente que está sujeto a una amplia fluctuación de flujo de corriente, salinidad y temperatura. En este sentido, el estuario es un ecotono (zona de amortiguamiento) que presenta características de ambos tipos de ecosistemas acuáticos, marino y dulceacuicola, pero difiere de ambos. La salinidad y el oxígeno en un ambiente estuarino son de particular importancia ecológica (Reid y Wood, 1976). El marco ambiental de la zona costera (lagunas, estuarios, marismas, esteros, ensenadas, bahías, etc.) es el producto de la interacción entre factores geológicos, físicos, químicos, climáticos y biológicos, cuyo resultado es en términos generales, que cada rasgo morfológico sea único. Dentro del ambiente químico de los sistemas costeros se lleva a cabo la transferencia y movimiento de un buen número de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos cuyo ciclo es característico para cada cuerpo de agua, dependiendo de la interacción y equilibrio de los factores antes mencionados (De la Lanza y Cáceres, 1994).

De esta manera la fisioecología intenta determinar como los factores antes mencionados influyen en la distribución de los organismos en su ambiente. Los estudios fisioecológicos resultan fundamentales para entender el desempeño de las especies en su ambiente natural, lo que permite delimitar sus requerimientos energéticos en función de la energía canalizada a su metabolismo en cada época del año (Barbosa, 1994). Al hablar de vida se tiene que mencionar energía, cualquier proceso metabólico requiere de ésta, debido a que se encuentra en forma limitada, se debe canalizar eficientemente a las diferentes funciones para subsistir (Benabib, 1993). Todos los organismos heterótrofos obtienen su energía principalmente de las reacciones de oxido-reducción, reacciones en las cuales electrones son transferidos de un compuesto, el electrón donador ó agente

reductor, a un electrón aceptor ó agente oxidante. Los organismos aeróbicos obtienen la mayor parte de su energía de la respiración, la cual puede ser definida como la oxidación de combustibles orgánicos por oxígeno molecular, por lo tanto el oxígeno sirve como el aceptor final de electrones en la respiración (Lehninger, 1975). La respiración es la suma de procesos por los cuales existe transferencia de gases entre el ambiente y los tejidos. La respiración a nivel celular ó metabolismo intermediario es la suma de reacciones enzimáticas en las cuales la energía es canalizada para producir trabajo biológico (Bishop, *et al.*, 1978); el metabolismo es el conjunto de procesos intracelulares que consumen sustratos y generan productos en el curso del almacenamiento de energía química para el anabolismo. Desde esta perspectiva la respiración es un factor de gran importancia en dicho proceso. (Burggren y Roberts, 1990). Como ayuda para comprender los eventos mencionados anteriormente se deben conocer los patrones fisiológicos básicos de respuesta a las variaciones ambientales (Klekowski y Duncan, 1975). Del estudio de las transformaciones de energía en los diferentes procesos metabólicos se encarga la bioenergética y con base en la primera Ley de la Termodinámica (ley de la transformación de la energía) (Chang, 1987), surge una ecuación que es utilizada para describir las transformaciones ecológicas de energía. El flujo de energía a través de una población provee bases cuantitativas que son requeridas para determinar el papel de una especie en su comunidad, así como también en un ecosistema o sistema de cultivo (Rosas, *et al.*, 1993). Con base en este modelo propuesto por Phillipson (1975), se pueden cuantificar las pérdidas y ganancias de la energía en las diferentes especies animales.

$$C = P + R + F + U$$

Donde:

C= Consumo (Entrada total de energía en el alimento durante un intervalo de tiempo específico).

P= Producción (Contenido de energía de la biomasa de materiales digeridos durante un intervalo de tiempo definido).

R= Respiración (La energía que es convertida en calor o es empleada en los procesos productivos de la vida).

F= Heces (La energía contenida en la parte de consumo que no es digerida).

U= Excretas (La energía contenida en la parte de material digerido que es pasado al exterior del cuerpo, esto no incluye productos reproductivos ni de secreción).

Esta ecuación puede ser balanceada si todos sus componentes se expresan en las mismas unidades (Rosas, *et al.*, 1993).

El metabolismo respiratorio es particularmente apropiado para cuantificar el gasto energético bajo diferentes condiciones de salinidad, ya que es generalmente considerado uno de los mejores indicadores de la actividad fisiológica de los individuos, considerando en particular los intercambios de energía necesarios para la regulación osmótica (Gaudy y Sloane, 1981).

Un problema de la vida animal es mantener interiormente sólo la cantidad de agua necesaria para los procesos vitales, el contenido de agua *per se* es menos importante que la concentración (actividad química) de la misma y esto limita los iones disueltos, los cuales son de gran importancia para la vida (Prosser, 1990). La concentración de agua marina o salobre puede ser definida por la salinidad S‰ (gramos de soluto / kilogramo de solución) (Croghan, 1976), éste es uno de los más importantes parámetros del ambiente de cultivo del camarón, pero existen pocas bases para explicar esta influencia; se ha observado cierta relación entre salinidad y abundancia de algunas especies de peneidos (Bray, *et al.*, 1994). Los crustáceos exhiben una gran variedad de patrones osmóticos, algunos son osmoconformadores que generalmente son estenohalinos, lo que significa que la concentración de su fluido corporal puede variar conforme cambia la concentración del medio; los que mantienen la concentración de su fluido corporal sin importar la fluctuación del medio son osmorreguladores que pueden ser eurihalinos (Prosser, 1990). Los crustáceos decápodos son generalmente organismos eurihalinos, habitan en un amplio intervalo de hábitat marinos y dulceacuícolas; los camarones son capaces de soportar diferentes concentraciones de salinidad. Los animales eurihalinos osmorregulan activamente su fluido corporal dentro de un amplio gradiente de salinidades del medio externo, de esta manera, en agua marina de 35‰ los camarones mantienen la concentración osmótica de su fluido corporal por debajo de la concentración del medio externo; esto requiere gran gasto de energía. Los peneidos presentan varios mecanismos de osmorregulación, mantienen el diferencial osmótico por regulación activa, la secreción de orina hipotónica vía glándulas antenales es probablemente el mecanismo de regulación en medios hipo-osmóticos, aunque no es eficaz para la excreción de sodio y cloro (Cisneros, 1990). Por otro lado, la regulación iónica en los tejidos es un proceso de dos pasos: por osmorregulación de la sangre y por sustitución de sustancias orgánicas en las

células, los niveles iónicos a nivel celular son reducidos hasta un 50% con respecto del agua de mar (Dall, *et al.*, 1990).

La conducta adaptativa puede ser importante en la selección de la salinidad para diversos crustáceos intermareales y estuarinos, algunos después de adaptarse a una alta salinidad, tienden a seleccionar bajas concentraciones cuando se les coloca en un gradiente; la conducta opuesta ocurre en individuos adaptados a medios diluidos. Otros tienen receptores en las anténulas las cuales responden a diluciones de agua marina. Después de emerger en el mar, las larvas de camarones peneidos entran a los estuarios como post-larvas y tienden a desplazarse hacia lugares de baja salinidad, en donde pueden percibir gradientes hasta de 1‰. Los juveniles y subadultos después retornan al mar, en ese estadio responden positivamente a altas salinidades pero no a bajas. En general, el metabolismo se incrementa al reducirse la salinidad en especies eurihalinas, con algunas excepciones (Prosser, 1990).

Los estudios fisioecológicos adquieren cada vez mayor relevancia, el análisis del efecto de los factores ambientales (físicos y químicos) en los organismos son la base para conocer la plasticidad de éstos a las fluctuaciones del medio (Krebs, 1985). Es de gran importancia analizar la canalización y pérdida de la energía en el proceso respiratorio (**R**) de los camarones cuando varía la salinidad del ambiente, para conocer como influye este factor en la distribución y desempeño de las especies en consideración. Por ende, es básico acotar los gradientes de tolerancia a los diversos factores del hábitat de estas especies como apoyo para futuros programas de interés acuacultural. Se han observado diferentes intervalos de regulación osmótica en varias especies de peneidos (Dall, *et al.*, 1990). En este sentido, los estudios fisioecológicos son fundamentales para delimitar los estrictos gradientes de regulación, con la finalidad de ubicar los puntos isosmóticos de las diferentes especies de camarones peneidos de interés comercial. El análisis fisioecológico conforma aspectos básicos de la biología de estos organismos que deben tomarse en cuenta para fundamentar las bases de una tecnología de cultivo más firme (Barbosa, 1994).

En este sentido cabe mencionar las siguientes investigaciones que han abordado el citado enfoque. El efecto de la salinidad en el consumo de oxígeno en postlarvas de *P. monodon* y *P. stylirostris* con y sin aclimatación fue evaluado por Gaudy y Sloane (1981). González (1990) analizó la influencia de la salinidad, en dos épocas del año, sobre el balance energético de juveniles de *Penaeus aztecus* de Tamiahua, Veracruz. El efecto de la salinidad y de la temperatura

en la sobrevivencia de *P. aztecus* fue medido por Cisneros en 1990. Por otra parte Chen y Nan (1992) determinaron los efectos de temperatura, salinidad y amonía ambiental en concentraciones letales de oxígeno disuelto para *P. chinensis* en estadio juvenil. Ogle (1992), determinó el efecto de la salinidad en la maduración y desove de *P. setiferus*; en este mismo año colaborando con Beagez y Lotz reportaron los resultados de sus investigaciones referentes al efecto de cambios abruptos de salinidad (de alta a baja) en la sobrevivencia de post-larvas de *P. vannamei*. Por otro lado, Chen y Lai (1993) analizaron el efecto de la salinidad y la temperatura en el consumo de oxígeno y excreción de amonio en *P. japonicus*. El crecimiento y sobrevivencia a diferentes salinidades así como el efecto de la salinidad en dos poblaciones de *P. vannamei* (una de las cuales estaba infectado por el virus IHNV) fueron investigados por Bray y colaboradores (1994). Barbosa (1994) evaluó las pérdidas por metabolismo aerobio (**R**) y excreción de nitrógeno (**U**) en *P. duorarum*, *P. setiferus* y *P. aztecus* en estadio juvenil contrastando las distintas épocas del año de Laguna de Términos, Campeche.

OBJETIVOS

Analizando investigaciones previas y considerando que la capacidad de soportar variaciones de salinidad varía en las diferentes especies de camarones y que de esto puede depender el éxito del cultivo de alguna de ellas, se plantean los siguientes objetivos:

- ▣ **Evaluar el gasto de energía por respiración en diferentes condiciones de estrés de salinidad en *Penaeus vannamei*, *P. californiensis* y *P. brevis*.**

- ▣ **Contrastar el efecto de estrés de salinidad para estas especies en dos épocas del año (secas y lluvias) de los sistemas lagunares Corralero-Alotengo y Chacahua-Pastoría.**

Oaxaca entidad ubicada en el sureste de la República Mexicana, colinda al norte con los estados de Puebla y Veracruz, al sur con el Océano Pacífico, al este con el estado de Chiapas y al oeste con el de Guerrero. Por su extensión ocupa el quinto lugar en el país con una superficie de 95,364 km² (4.8% del territorio nacional). Posee 570 municipios agrupados en 70 distritos, de los que Tuxtepec, Juchitán, Centro, Jamiltepec y Teotitlán tienen las mayores concentraciones de población.

El estado cuenta con siete cuencas hidrológicas principales, de las cuales cinco corresponden a la vertiente del Pacífico y dos a la del Golfo; existen además, un conjunto de pequeñas y medianas corrientes de la vertiente del Pacífico de la región costa. La entidad dispone de una plataforma continental que se extiende en 6,332 km², una zona económica exclusiva de 107 600 km² (lo cual incrementa en 113% el área de disponibilidad de recursos) y un litoral de 538 km²; las dimensiones de su plataforma continental representan el 1.3% del total nacional y por otro lado la dimensión de su litoral ocupa el 5% de los litorales del país. La parte central de este litoral es montañosa desde Puerto Escondido a Salina Cruz, dando lugar a la formación de pequeñas ensenadas rodeadas de montañas y acantilados (SEPESCA, 1981).

La pesca en el litoral oaxaqueño, con excepción de Salina Cruz, es de carácter artesanal a base de embarcaciones menores con motor fuera de borda; se explotan principalmente camarón y lisa en aguas interiores. En Chachahua y Corralero la pesca es ribereña-artesanal, el camarón se captura con atarraya principalmente (SEPESCA, 1981). La pesquería artesanal, aunque normalmente no contribuye a la entrada de divisas (a menos que se establezca un circuito organizado de comercialización), tiene varias ventajas con respecto a las operaciones industriales, no exige sino una pequeña inversión de embarcaciones y aparejos, ahorra energía, utiliza pocos insumos importados, abastece de alimentos baratos y muy nutritivos a los consumidores locales y proporciona empleo e ingresos a un gran número de familias de pescadores, en su mayoría pobres, que viven en zonas rurales (Willmann y García, 1986). La producción camaronera de altura en Oaxaca se descarga en Salina Cruz y se obtiene principalmente de las áreas de pesca localizadas frente al estado de Chiapas. El mar es profundo en áreas cercanas al litoral por lo que los recursos pesqueros a explotar son los que se encuentran a media y gran profundidad. Prácticamente no es

posible la pesca de camarón con redes de arrastre, por que además de profundo el fondo marino es rocoso. En la parte este y oeste de la costa, la cadena de montañas se aleja, produciendo vertientes más amplias con lomeríos, valles agrícolas y lagunas costeras. El futuro desarrollo pesquero en el estado deberá enfocarse en el aprovechamiento de las aguas interiores y en el desarrollo de tecnologías de captura en aguas marítimas profundas (SEPESCA, 1978).

El área de estudio comprende cuerpos lagunares de gran dimensión **Corralero-Alotengo**, **Miniyoso-Monroyo-Minuyúa** y **Chacahua-Pastoría**

Sistema Lagunar Chacahua-Pastoría.

El sistema lagunar Chacahua-Pastoría se localiza en la parte suroeste del estado dentro del Parque Nacional "Lagunas de Chacahua"; se ubica en el Distrito de Juquila y pertenece al Municipio de San Pedro Tututepec. Se localiza entre los paralelos 15°57'30"y 16°00'00"de latitud norte y los meridianos 97° 32'00"y 97°98'00" de longitud oeste. Sus límites son: al sur la bahía de Chacahua (Océano Pacífico), al oeste con el Río Verde y con estribaciones de la sierra de Miahuatlán al norte y este. Forma parte de la llanura aluvial de la sierra de Miahuatlán, abarcando 18 km a lo largo de la costa y ocupa una superficie de 2656 Ha aproximadamente (Figura 1).

Su clima es tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano $Aw_2(w)ig$ (García, 1987). La región registra de 736.6 a 1514.7 mm anuales de lluvia, de mayo a septiembre es el periodo de lluvia, el mes más seco es diciembre. Las rocas que predominan son las rocas ígneas intrusivas, metamórficas y material sedimentario inconsolidado. Se encuentran suelos de los siguientes tipos: Regosol districo, Litosol, Zolonchack órtico, Regosol eútrico, Historial eútrico, y Zolonchack mólico, que corresponde a suelos de origen sedimentario aluvial con batolito, granito y con alto contenido de arcilla (SEPESCA, 1981; Aguilera, 1989).

La cuenca hidrográfica principal la constituye el Río Verde, éste recibe las aguas de los ríos Atoyac, Chapala, y San Francisco, que desembocan en la laguna de Chacahua (Contreras, 1985).

En la zona se presenta vegetación de selva caducifolia donde predominan las siguientes especies *Trichilia trifolia* y *Coccoloba floribunda*; además existe vegetación de dunas, presentando aspecto de matorral con arbusto medianos, donde la especie dominante es el mezquite (*Prosopis juliflora*) la vegetación circundante del sistema lagunar está conformada por tres

especies de mangle, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. Se cultiva maíz, frijol, coco, limón, papaya y ajonjolí.

Se han reportado las siguientes especies de fauna acuática: *Arius coerulescens* y *A. guatemalensis* (bagres), *Callinectes arcuatus*, *C. belicosa*, *C. toxotes* (jaibas), *Centropomus nigrescens* y *C. robalito* (robalos), *Mugil cephalus* y *M. curema* (lisas), *P. stylirostris* (camarón azul), *P. vannamei* (camarón blanco) y *P. californiensis* (camarón café) (SEPESCA, 1981). Las tortugas marinas *Dermochelys coriacea* (laúd ó manchicuepo) y *Lepidochelys olivacea* (golfina) desovan en la playa de esta zona (Cruz y Ruiz, 1984).

Sistema Lagunar Corralero-Alotengo.

El sistema lagunar Corralero-Alotengo se ubica entre las coordenadas 98°13' y 98°05'30" Longitud Oeste y 16°10' latitud Norte, pertenece al Municipio de Pinotepa Nacional, Distrito de Jamiltepec (Fig. 1).

La laguna está formada por un cuerpo principal del que sale un estero angosto hacia el poniente, el cual une el cuerpo principal con el ambiente marino, ésta comunicación con el mar se abría naturalmente debido al efecto de ciclones o a causa de la lluvia que se acumula en el interior de la laguna. Desde 1989 el flujo de agua continental y marina se vio interrumpido provocando un cambio brusco en las condiciones fisicoquímicas y biológicas del sistema. Actualmente concluyeron las obras de apertura de la barra Boca de el Oro, por lo que la corriente del agua marina hacia el sistema se restableció. La saturación del afloramiento rocoso en la zona este propicia que el arrastre litoral pase hacia el oeste del mismo, provocando que la boca de comunicación con el mar se cierre rápidamente.

Las rocas más abundantes en la parte continental son metamórficas e ígneas con edades paleozoicas y posiblemente precámbricas. El suelo que rodea al sistema es altamente permeable en materiales no consolidados (materiales localizados en valles y abanicos aluviales, constituidos por arena, grava y conglomerado poco compactado, con porosidad intercomunicada). Una pequeña región al norte del sistema es inundable, el resto del suelo que lo rodea es salino sódico. Gran parte del área que rodea al sistema son tierras aptas para la agricultura en forma manual, pero no es factible trabajarlas con maquinaria. Es posible sólo un ciclo de cultivo durante el año, por lo que se requiere de riego completo en la época de sequía. El suelo de la laguna principalmente es de

tipo Solonchack órtico (Zo) en el que predominan el cloruro de sodio; en menor proporción Fluviosol eútrico (Je) derivados de intemperismo de granitos con elementos de sílice y aluminio y Regosol eútrico (Re) derivados de rocas metamórficas e ígneas intrusivas (FAO-UNESCO, 1976).

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1987), el tipo de clima que se presenta en este sistema lagunar es cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw₂ (w)ig. La temperatura promedio anual es de 28.9°C, con una temperatura mínima de 26.7°C en el mes de enero y una máxima de 31.4° en el mes de mayo. La precipitación total anual es de 1,061.9 mm, presentándose la temporada de lluvias entre los meses de junio a octubre con un promedio de 232.1 mm, el mes de julio es el de mayor precipitación con 277.2 mm y una temporada de menor precipitación en los meses de noviembre a mayo con un promedio de 9.23 mm, el mes de marzo es el más seco del año. La evaporación media anual es de 1,221.6 mm/año, con un máximo de abril a junio (promedio de 128.7 mm/año) y un mínimo en noviembre-diciembre (promedio de 74.6 mm/año). El sistema lagunar es somero con profundidades de 0 a 4 m.

La vegetación terrestre es bosque tropical caducifóleo con las siguientes especies características: *Bucidia wigginsiana*, *B. macrostachya*, *Busera sp.*, *Tabebula palmer*, *Lonchocarpus sp* y *Amphipterygium adstrigens*, se cultiva coco, limón, maíz, frijol. La vegetación acuática se compone de mangle rojo *Rhizophora mangle* y mangle blanco *Avicennia nitida* y las algas *Ulva lactuca*, *Polisiphonia sp*, *Giffordia sp* y *Cladophora sp*.

Las especies más abundantes de mamíferos son: zorrillo listado *Mephitis macoura*, tlacuache, *Didelphis marsupialis*; y el armadillo, *Dasipus novemcinctus*. En menor proporción encontramos mapache, *Procion lotor* y zorra gris *Urocuon cinereoargenteus*. Encontramos las siguientes aves: pelicano, *Pelicanus occidentalis*; gaviota, *Larus larus*; pato golondrino, *Anas acuta*; y tordo negro, *Molothrus ater* (SEPESCA, 1993). En la fauna acuática existen *Penaeus vannamei*, *P. californiensis*, *Lile stolifera* (sardina rayada), *Melaniris guatemaltensis*, *Eucinostomus sp* (mojarra), *Poeciliopsis fasciata* y *Cichlosoma trimaculatum* (Torres-Orozco, 1981).

I. FASE DE CAMPO

a) Muestreo y Variables Físicoquímicas

Los sistemas lagunares Corralero-Alotengo y Chacahua-Pastoría del litoral oaxaqueño fueron visitados en épocas contrastantes (lluvias y secas) en el periodo comprendido de junio de 1995 a junio de 1996 (Tabla 1); en cada sistema se establecieron sitios de colecta para la captura de organismos de acuerdo a su abundancia (Fig. 1).

Se realizó un análisis físicoquímico del agua en las estaciones seleccionadas, que consistió en la medición de las siguientes variables de manera puntual: temperatura (con un termómetro de mercurio de escala 0-100°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) y salinidad (ésta se midió con un refractómetro manual marca ATAGO de rango 0-100‰ ($\pm 2\%$)), pH (con un potenciómetro marca Conductronic pH 10 ± 0.01 unidades de pH), oxígeno (empleando un oxímetro marca YSI 54 ARC, Sci. Prod ± 0.05 mg/l), turbidez y profundidad (con disco de Secchi), con la finalidad de caracterizar el hábitat lagunar.

b) Colecta y Traslado de Organismos

Los organismos se colectaron durante el día con redes de cuchara de malla de mosquitero (1mm de apertura) o con atarraya (luz de malla de 2.5 cm). Fueron colocados en bolsas y cajas de plástico con agua del sitio de colecta y atmósfera saturada de oxígeno para su traslado a la Ciudad de México al laboratorio de Acuicultura y Producción Acuática de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en donde se realizaron los experimentos.

II. FASE DE LABORATORIO

a) Diseño Experimental

Para los experimentos de evaluación de la tasa metabólica a tres condiciones de salinidad se tomaron como referencia las diferentes salinidades de las estaciones de muestreo. El registro de colecta se tomó como basal (condiciones de aclimatización) y a partir de ésta se diluyó la salinidad con agua no clorada hasta obtener la salinidad más baja registrada en las estaciones y se aumentó ésta con agua de mar hasta llegar a la salinidad más alta obtenida del muestreo físicoquímico de

las lagunas (Tabla 1), de esta manera se formaron tres condiciones experimentales (salinidad baja, de colecta y alta). El cambio de salinidad fue abrupto.

b) Índices Fisiológicos

Las mediciones de los índices fisiológicos se realizaron en ciclos de 24 h en condiciones de salinidad de colecta y se espaciaron hasta 72 h en los casos de estrés de salinidad. Se establecieron los siguientes intervalos de horas para la medición de los índices: t3, t6, t9, t12, t18, t24, t36, t48 y t72 h.

La temperatura en general se mantuvo similar a la registrada en la colecta, esto para simular lo mejor posible las condiciones del hábitat natural de los organismos (Tabla 1).

Como índice fisiológico se evaluó el consumo de oxígeno por gramo de peso seco por hora ($\text{mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{PS}^{-1} \times \text{hora}^{-1}$).

Con el fin de conocer la cantidad de energía corporal que el organismo canaliza a la respiración, los mg de O_2 consumidos se transformaron en calorías utilizando un coeficiente oxalórico Q_{ox} de 3.31 cal/mg O_2 (Brafield y Solomon, 1972) y esta fracción fue referida a las calorías contenidas en el tejido.

Para evaluar el consumo de oxígeno de rutina como índice del metabolismo energético en las diferentes condiciones de salinidad se empleó un respirómetro semicerrado (Cornejo, 1991). Se seleccionaron de ocho a diez camarones de tallas similares, colocándolos aleatoria e individualmente en cámaras de medio litro, aproximadamente. Durante un tiempo de 1 hora se mantuvo el sistema abierto para reducir el efecto de estrés provocado por la manipulación. Se tomó una muestra inicial de agua con el sistema abierto, posteriormente, se cerró durante una hora y se tomó otra muestra, en ambas se midió la concentración de oxígeno. El consumo de oxígeno por individuo es el resultado de la diferencia entre la medición de la muestra inicial y la muestra final, además se emplearon cámaras control (sin organismos) que fueron utilizadas como referencia para corregir los índices evaluados. Estas medidas se realizaron de manera continua en el caso de ciclo basal las 24 h, pero en los casos de estrés de salinidad se espaciaron según los tiempos antes mencionados.

c) Índices Merísticos y del Tejido de los Camarones

Al final de los ciclos los organismos fueron identificados de acuerdo a la clave de Pérez Farfante (1988), además de ser medidos y pesados.

Se evaluaron como índices morfométricos longitud total LT_1 (desde la punta del rostro hasta la espina del telson), LT_2 (desde la espina post-orbital hasta la espina del telson), LT_3 (desde la espina post-orbital al último segmento del abdomen), con un vernier de $15 \text{ cm} \pm 0.01 \text{ cm}$ y se pesaron con una balanza analítica marca Sargent-Welch modelo 400D $\pm 0.01 \text{ g}$. A continuación se empaquetaron individualmente en papel aluminio y se les asignó una clave para ser introducidos en una estufa de secado marca Blue M (Lindberg) a una temperatura de $80^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ para deshidratar el tejido hasta obtener un peso constante.

Para evaluar el contenido calórico del tejido así como el porcentaje de materia orgánica y cenizas de estos organismos, cada lote experimental una vez seco se agrupó en uno solo y se maceró con un mortero hasta convertirla en polvo, de éste se tomaron tres o cinco réplicas por cada muestra y se incineraron en una mufla marca Lindberg a $550 \pm 1^\circ\text{C}$, durante tres horas. Con otra parte de la muestra se determinó el valor calórico del tejido con una bomba calorimétrica marca Parr.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos experimentales del metabolismo respiratorio se analizaron en tres fases: utilizando en cada caso dos tipos de análisis; para el primer caso se hicieron ANDEVAS de 1 ó dos vías empleando el $\ln \text{ QO}_2$ promedio obtenido durante el ciclo de 24 h del experimento de respirometría como variable de respuesta, incluyendo el peso seco como covariable (Montgomery, 1991). Los mismos efectos fueron analizados mediante un análisis de mediciones repetidas, con el mismo modelo básico pero tomando como variables de respuesta el consumo de oxígeno (QO_2) en las diferentes horas del día (Hand y Taylor, 1987).

Primera Estrategia:

Se contrastaron las dos épocas del año para las tres especies de camarones sólo en condiciones basales utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \theta X_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde :

Y = Consumo de oxígeno

μ = Media general

$i = 1, 2, 3$

τ_i = Efecto de la especie

$j = 1, 2$

β_j = Efecto de la época

$k = 1, 2, \dots, n$

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre época
y especie

X = Logaritmo natural de peso seco

ε = Error aleatorio

Segunda Estrategia:

Para *P. vannamei* en época de lluvias se probaron las diferentes condiciones de salinidad, utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \theta X_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y = Consumo de oxígeno

μ = Media general

$i = 1, 2, 3$

τ_i = Efecto de la salinidad

$j = 1, 2, \dots, n$

X_j = Logaritmo natural de peso seco

ε = Error aleatorio.

Tercera Estrategia:

P. brevisrostris en condición de estrés de baja salinidad y condición basal se contrastaron las dos épocas del año, con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \theta X_k + \varepsilon_{ij}$$

Donde :

Y = Consumo de oxígeno

μ = Media general

$i = 1, 2$

τ_i = Efecto de la época

$j = 1, 2$

β_j = Condición de salinidad

$k = 1, 2, \dots, n$

X = Logaritmo natural de peso seco

ε = Error aleatorio

Para comparar el porcentaje de humedad se utilizaron los mismos análisis aplicados al QO_2 , aunque para estos casos nos se tomó en cuenta la covariable.

Para materia orgánica y calorías se utilizó un análisis de varianza con dos criterios de clasificación, para los casos de porcentaje, los datos se transformaron utilizando logaritmo natural para normalizarlos, y a continuación se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde :

Y = Consumo de oxígeno

μ = Media general

$i = 1, 2, 3$

τ_i = Efecto de la especie

$j = 1, 2$

β_j = Efecto de la época

$k = 1, \dots, n$

ε = Error aleatorio

En la Tabla 1 se reportan los valores de temperatura y salinidad para las diferentes colectas. Durante el periodo de muestreo en los dos sistemas lagunares estudiados, las temperaturas menor y mayor de todas las localidades y de ambas épocas, se registraron en dos estaciones de Chacahua-Pastoría en el mes de octubre de 1995, estas fueron la boca de Cerro Hermoso con 27°C y el Río Chacalapa con 32°C. En ambas épocas la temperatura varió de 28 a 30°C en Corralero (Tabla 1 y Figura 1).

Las salinidades menor y mayor de la fase de colecta se ubicaron en la laguna de Corralero, en la estación Minitán la más baja (11‰) para la temporada de lluvias y la mayor correspondió a la época de secas a un costado del embarcadero, en "El Purgatorio" (38‰). Mientras que en Chacahua en época de lluvias varió de 12‰ a 33‰ (Tabla 1 y Figura 1).

De los organismos experimentales *P. vannamei* presentó la talla promedio mayor (2.33 ± 0.87 g de peso húmedo) en lluvias, después *P. californiensis* en secas (1.07 ± 0.19 g) y las menores correspondieron a *P. brevisrostris* (0.35g) y *P. californiensis* (0.31 g) en lluvias, con valores muy similares (Tabla 2). Debido a la diferencia de tamaño, en el análisis de metabolismo energético se introdujo el factor talla como covariable.

El efecto de la salinidad (aclimatización 12‰, estrés a la alta 24‰ y a la baja 4‰) en el QO_2 promedio por hora diario de *P. vannamei* para la época de lluvias (octubre), mostró diferencias significativas entre los ensayos de estrés de salinidad ($P=0.0111$). La prueba de Tukey indicó diferencias significativas entre la salinidad de estrés a la baja y estrés a la alta, entre la salinidad de aclimatización y las dos anteriores no existieron diferencias significativas, aunque como se puede ver en la Figura 2, tiene un efecto mayor sobre el consumo de oxígeno el estrés a la alta que el estrés a la baja. El promedio de QO_2 para el estrés a la alta fue $5.7 \text{ mg } O_2 \times g^{-1} \text{ PS } \times h^{-1}$, el de aclimatización de $4.4 \text{ mg } O_2 \times g^{-1} \text{ PS } \times h^{-1}$ y el de estrés a la baja registró el consumo más bajo de $4.0 \text{ mg } O_2 \times g^{-1} \text{ PS } \times h^{-1}$ (Tabla 3). Por otra parte usando el consumo de cada hora por cada individuo únicamente a las 1200 h existieron diferencias significativas entre las salinidades ($P=0.0030$). El modelo de mediciones repetidas, cuando se toman las horas en conjunto, mostró que no se modifica el QO_2 con respecto al tiempo en las salinidades analizadas; sin embargo, el QO_2 difirió significativamente en las salinidades comparadas ($P = 0.0425$). Lo que vendría a ser un reflejo de lo que reveló el análisis anterior.

En el estrés de salinidad a la baja (34‰ a 14‰) en época de secas, el consumo de oxígeno de *P. brevisrostris* aumentó respecto al de aclimatización ($5.4 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$ a $8 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$). En la época de lluvias (33‰ a 11‰) se observó este mismo patrón ($7.7 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$ a $12.2 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$). Sin embargo el análisis estadístico no reveló diferencias significativas ($P=0.2424$). Tampoco las épocas difirieron de manera significativa, aunque como se puede ver en la tabla 3 en la época de lluvias se registraron consumos mayores. Para analizar la variación del consumo de oxígeno con respecto al tiempo, las dos épocas se analizaron por separado. Para la época de lluvias el consumo de oxígeno no varió de manera significativa ($P= 0.7716$). Tampoco existieron diferencias significativas con respecto a la condición de salinidad, a excepción de las 1030 h ($P=0.0339$), en la Figura 3 se puede ver que la diferencia de QO_2 para las dos condiciones es más evidente en las primeras horas de experimentación y después de las primeras horas (1800 h) los consumos son más similares. De la misma forma, en la época de secas el consumo de oxígeno no varió de manera significativa durante el día ($P= 0.0749$). En ninguna de las horas las diferencias entre las dos salinidades fueron significativas, sin embargo en la Figura 4 se puede ver que en la mayoría de las horas en la condición de estrés se tiene un consumo de oxígeno más elevado a excepción de las 1900 h.

En el consumo de oxígeno de *P. californiensis* en condición de aclimatización para las dos épocas del año no hubo diferencias significativas ($P= 0.6541$). Aunque como se puede ver en la Figura 5 en lluvias (salinidad 11‰) los organismos presentaron un comportamiento muy irregular y muy elevado en el consumo de oxígeno ($7.3 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$). En secas (salinidad 38‰) la tendencia de consumo fue más regular y con valores considerablemente menores durante el experimento ($3.9 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$).

En la comparación del QO_2 en condiciones de aclimatización para las dos épocas del año (lluvias y secas) y las tres especies (*P. vannamei*, *P. brevisrostris* y *P. californiensis*) usando el QO_2 promedio por hora, la interacción entre época y especie no fue significativa ($P=0.2913$), pero las épocas difirieron significativamente ($P=0.0045$) así como las especies ($P=0.0001$); el promedio de consumo de oxígeno por especie en condición de salinidad de aclimatización señala que *P. vannamei* registró el QO_2 más bajo ($4.2 \text{ mg O}_2 \text{ g}^{-1} \times \text{PS} \times \text{h}^{-1}$), seguido de *P. californiensis* ($4.5 \text{ mg O}_2 \text{ g}^{-1} \times \text{PS} \times \text{h}^{-1}$) y por último de *P. brevisrostris* ($6.9 \text{ mg O}_2 \text{ g}^{-1} \times \text{PS} \times \text{h}^{-1}$). Para detectar la diferencia entre las tres especies se utilizó la prueba de Tukey y LSD (mínima diferencia

significativa) la cual indicó que *P. vannamei* y *P. brevis* difieren significativamente en cuanto al consumo de oxígeno, mientras que entre *P. californiensis* y las dos especies mencionadas anteriormente no existieron diferencias significativas (Figura 6).

En época de lluvias *P. brevis* presentó el mayor promedio de consumo de oxígeno con $7.7 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$ y el menor lo tuvo *P. californiensis* en secas ($3.9 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$). Las especies presentaron un consumo de oxígeno promedio significativamente mayor en la época de lluvias ($6.0 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$) comparado con la época de secas ($5.7 \text{ mg O}_2 \times \text{g}^{-1} \text{ PS} \times \text{h}^{-1}$) (Figura 6).

Por otra parte usando el QO_2 para cada hora del día se observó que existe interacción entre la época y la especie en las horas: 2400 h ($P=0.0082$), 1400 h ($P=0.0092$), 1700 h ($P=0.0204$) y 2000 h ($P=0.0438$). El modelo de mediciones repetidas indicó que el QO_2 no se modifica con respecto al tiempo en ninguno de los efectos del modelo analizados. Sin embargo, cuando se toman en cuenta todos los QO_2 a los diferentes horas, existen diferencias significativas entre las especies ($P=0.0370$), que concuerda con lo que mostró el análisis anterior.

Utilizando todos los QO_2 a las diferentes horas del día no existieron diferencias significativas entre las épocas analizadas ($P > 0.05$).

En la mayoría de los análisis efectuados la covariable (el Ln de peso seco) fue significativa ($P < 0.005$).

Referente al porcentaje de agua corporal en condición experimental de aclimatación para las épocas y especies no existieron diferencias significativas ni entre las tres especies ($P=0.1047$) ni en las dos épocas ($P=0.1596$) (Figura 7).

En la comparación del porcentaje de agua del tejido para las tres condiciones de salinidad para *P. vannamei* en la época de lluvias las tres condiciones experimentales difirieron significativamente ($P=0.0001$), registrando la condición de estrés a la baja (de 12‰ a 4‰) el mayor porcentaje de humedad (86 %), seguida del estrés a la alta (de 12‰ a 24‰) (85%) y por último la condición de aclimatación (79%) (Figura 8).

En *Penaeus californiensis* el porcentaje de humedad en secas (84%) fue mayor al de lluvias (76%) (Figura 9).

Para *P. brevis* el porcentaje de humedad en condición experimental de aclimatación y de estrés a baja salinidad para las dos épocas del año no existieron diferencias significativas en las

condiciones experimentales ($P=0.8491$) ni en la época ($P=0.9934$). Por otra parte el porcentaje de humedad presentó diferencias significativas con respecto a la salinidad ($P=0.0030$), fue mayor en la época de lluvias.

El análisis de contenido calórico de las tres especies indicó diferencias significativas con respecto a la época ($P=0.0053$), siendo mayor en lluvias ($4427.4 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \text{ PS}$) que en secas ($4259.1 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \text{ PS}$), pero no así entre las especies ($P=0.9207$) (Tabla 2).

La materia orgánica presentó diferencias significativas respecto a la época ($P=0.0001$) y las especies ($P=0.0001$). La época de lluvias presentó un porcentaje de materia orgánica mayor al registrado para la época de secas (94.3 y 87.2 respectivamente), entre las especies *P. brevirostris* registró el contenido de materia orgánica más bajo (86.4%), difiriendo significativamente de *P. vannamei* (90.3%) y de *P. californiensis* (92.45%) entre los cuales no hubo diferencias significativas (Tabla 2; Figuras 8, 9 y 10).

P. vannamei presentó el mayor porcentaje de energía canalizada a respiración en la época de lluvias en la condición de estrés a alta salinidad (9.6 %) y el menor en esta misma época para el estrés a la baja (6.8 %), aunque este valor estuvo muy cercano al de la condición de aclimatización (7.4 %).

El mayor porcentaje de energía canalizada a respiración para *P. brevirostris* se presentó en la época de lluvias en la condición de estrés a la baja (22.1 %) y el más bajo en secas para condiciones basales (10.5 %).

Por último *P. californiensis* presentó mayor porcentaje de energía canalizada a respiración en época de lluvias (13.6 %) que en secas (6.8 %), ambas mediciones en condiciones de aclimatización. En la Tabla 3 se puede ver una tendencia a canalizar más energía para la respiración cuando los organismos son sometidos a estrés. De igual forma parece ser que las tres especies canalizan mayor porcentaje de energía a la respiración en la época de lluvias y menos en la de secas.

El ambiente lagunar-estuarino es una zona de transición entre el ambiente marino, dulceacuícola y terrestre altamente productivo. Este presenta un mosaico de factores físicos, químicos y biológicos que lo hacen un ecosistema muy complejo y variable, dentro del cual se forman gradientes de salinidad, de temperatura y de concentración de oxígeno (Yañez-Arancibia, 1986). El metabolismo de los organismos es influenciado por las condiciones del ambiente que los rodea y entre éstos la temperatura y la salinidad son de los más importantes (Dall, 1986; Cisneros, 1990 y Barbosa, 1994). En base a esto se diseñan experimentos enfocados a identificar y entender las respuestas fisiológicas de los organismos a las fluctuaciones ambientales, en donde los parámetros experimentales correspondan a las características naturales del biotopo (Venkataramiah *et al.*, 1977).

En la época de lluvias la temperatura y la salinidad del agua tienden a disminuir debido al mayor aporte de agua continental, en secas sucede lo contrario ya que disminuye el flujo de agua al sistema y la evaporación aumenta considerablemente (Barbosa, 1994). Calderón y colaboradores (1997) reportaron para Corralero la salinidad más alta para el mes de mayo ($48.3 \pm 4.7\%$), el cual corresponde a época de secas y al mes de agosto (época de lluvias) con el dato más bajo ($12.5 \pm 2.5\%$). Para la laguna de Chacahua encontraron este mismo patrón para las épocas de secas y lluvias, la salinidad más alta se ubicó en abril ($51.4 \pm 13.9\%$) y la más baja en agosto ($15 \pm 10\%$). En este estudio la salinidad mayor correspondió a la época de secas (noviembre a junio) como se esperaba. Las áreas de menor salinidad fueron Minitán en Corralero y la desembocadura del río Chacalapa en Chacahua las cuales son zonas de mayor aporte de agua dulce.

La temperatura más alta registrada en los sitios de colecta para los dos sistemas correspondió a la época de lluvias (mes de octubre) en el Río Chacalapa, ubicado en Chacahua, debido a que es una zona muy somera. En esta misma época se registró la temperatura más baja, pero en una zona de mayor profundidad (Bocabarra de Cerro Hermoso).

Calderón y colaboradores (1997), caracterizaron la dinámica ambiental de estos sistemas y reportaron el mes de octubre, perteneciente a la época de lluvias, con los valores promedio más bajos de temperatura (29.29 ± 0.88 °C) y los más elevados en la época de secas, en el mes de mayo, con 32.4 ± 1.41 °C para el sistema lagunar Chacahua-Pastoría, el cual es muy similar al de Corralero-Alotengo. Es importante señalar que se consideró el experimento del mes de junio dentro de la época de secas, dado que es el inicio de la temporada de lluvias y que los organismos

de está colecta aún están aclimatizados (Prosser, 1990) a las condiciones de secas más que a la época de lluvias.

Por lo que respecta al tamaño de los organismos experimentales, la talla más grande correspondió a *P. vannamei* y se ubicó en la desembocadura del Río Chacalapa mientras que *P. brevirostris* se capturó en la Bocabarra de Cerro Hermoso promediando una talla más pequeña. Este patrón de distribución es debido a que *P. vannamei* pertenece al subgénero *Litopenaeus* que se caracterizan por ser organismos eurihalinos, costeros por lo que su intervalo de salinidad es más amplio. Por otro lado *P. brevirostris* junto con *P. californiensis* se ubican dentro del subgénero *Farshatepenaeus* que son marinos estenohalinos, con un intervalo de salinidad entre 34 y 36 ‰ (Rodríguez de la Cruz, 1976; Edwards, 1978; Cabrera, 1983).

Los efectos de estrés de salinidad en el consumo de oxígeno ha sido reportado para varias especies de camarones (Tabla 4), al disminuir la salinidad de 40 a 10‰ aumentó el consumo de oxígeno de *Penaeus monodon* y *Metapenaeus monoceros* (Ting, 1970). Para *P. stylirostris* un estrés de salinidad a la baja (35 a 5‰) dio como resultado un incremento en el consumo de oxígeno (Gaudy y Sloane, 1981). Un cambio de salinidad en *P. japonicus* de 37 a 10‰ incrementó el consumo de oxígeno (Dalla Via, 1986); éste disminuyó a alta salinidad (30‰) a 15°C (Chen y Lai, 1993). En términos generales este estudio mostró un aumento en el consumo de oxígeno en los estrés de salinidad, aunque en ocasiones estas diferencias no fueron significativas, debido a la amplia variación de la respuesta evaluada, la cual pudo haber enmascarado las diferencias.

Los resultados mostraron una elevación de tasa metabólica de *P. vannamei* en el estrés alto de salinidad, mientras que en el estrés a la baja se comportó muy similar al experimento basal. Estos resultados coinciden con la conducta de *P. vannamei* reportada por Rodríguez (1981), donde indicó que *P. vannamei* osmorregula bien a baja salinidad pero no se adapta bien a condiciones hipersalinas, este comportamiento se ha observado también en *P. merguensis* (Dall, 1981), *P. indicus* (Parado-Esteva, et al, 1987) y *P. penicillatus* (Cheng y Liao, 1986). La tolerancia de *P. vannamei* a un amplio intervalo de salinidad (desde 1-8 ‰ a 20-36‰) ha sido documentada por varios investigadores (Ogle, et al., 1992; Bray, et al., 1994; Charmantier y Soyez, 1994). Otro factor que sin duda está influyendo es la aclimatización, dado que en la época de lluvias existe una

tendencia a disminuir la salinidad por el aporte elevado de aguas continentales, estos organismos deben estar mejor adaptados para resistir medios diluidos que concentrados.

Por otro lado la variación de alta a baja salinidad en *P. brevis* dio como resultado un incremento en el consumo de oxígeno. La salinidad baja en *P. californiensis* también aumentó el consumo de oxígeno. Esta respuesta coincidió con la que presentó *P. esculentus*, el cual prefiere ambientes hipersalinos pero se adapta con mucha dificultad a condiciones hiposalinas (Dall, 1981). De hecho ambos se ubicaron en sitios de alta salinidad en las lagunas, esto concuerda con los datos reportados por Villarreal y Rivera (1993); quienes describieron que *P. californiensis* en Baja California Sur se desarrolla en salinidades alrededor de 35‰ y una baja precipitación pluvial (abajo de 250 mm).

Estas diferencias se deben a la capacidad de respuesta de las diversas especies a cambios de salinidad en el ambiente, algunas osmorregulan bien a bajas salinidades y otras lo hacen en condiciones hipersalinas (Dall, *et al.*, 1990 y Barbosa, 1994). Es probable que *P. brevis* y *P. californiensis* presenten un patrón similar de osmorregulación, ya que el comportamiento reflejado en el consumo de oxígeno fue muy similar, esto coincide con los datos reportados en la sinopsis biológica de Rodríguez de la Cruz (1976) para estas especies, donde las define como de ambientes hipersalinos (34-36‰).

La mayoría de los invertebrados marinos mantienen la concentración osmótica del fluido celular (extracelular e intracelular) en equilibrio pasivo con la del mar (Prosser, 1990). La capacidad osmorreguladora en los decápodos está influenciada por la temperatura, sexo, tamaño, tiempo de aclimatación, la muda del exoesqueleto, época del año y el intervalo del ciclo de vida en el que se encuentren, entre otros. En estadio juvenil, por ejemplo, la actividad osmorreguladora es más intensa, cuando los organismos están expuestos a intervalos de salinidades más amplios (Castille y Lawrence, 1981). Por el contrario en los primeros estadios larvales los camarones exhiben una pobre capacidad osmorregulatoria, por ejemplo *P. japonicus* en esta fase no tolera salinidades por abajo de 25‰ (Charmantier *et al.*, 1988), esta capacidad se incrementa en la post-larva, cuando tolera salinidades inferiores a 10‰, nivel cercano al de los estadios tempranos de juveniles. Los adultos presentan una capacidad similar de adaptación a bajas salinidades que los juveniles aunque en la mayoría de los casos son menos eficientes (Bishop, *et al.*, 1978. Dall *et al.*,

1990). En *Penaeus aztecus* el consumo de oxígeno en salinidad de colecta fue mayor en las concentraciones más altas (González, 1990).

Cuando el medio externo se diluye existe flujo de agua, por ósmosis, hacia el fluido corporal de los camarones; mientras que la concentración iónica desciende debido al transporte de iones intracelulares (como sodio y potasio) hacia el exterior, tales eventos disminuyen la concentración de la hemolinfa. Sucede lo contrario cuando el medio se concentra, ocurriendo pérdida de agua de los fluidos celulares y una mayor concentración iónica en el fluido corporal del organismo (Castille y Lawrence, 1981). Esto se refleja en el porcentaje de agua corporal de *P. brevirostris*, ya que por un lado existe una dilución interna a bajas salinidades y por otro una concentración del fluido corporal a altas salinidades (Prosser, 1990). Para *P. brevirostris* el mayor porcentaje de humedad promedio se registró en lluvias, coincidiendo con el modelo descrito anteriormente. *P. californienis* contrariamente presentó un mayor porcentaje de humedad en secas, éste dato es tomado de un solo organismo por lo que no es indicado hacer inferencias de la eficiencia de los mecanismos de osmorregulación, en este sentido probablemente presenta un rango de tolerancia a cambios abruptos de salinidad más amplio. En *P. vannamei* no se pudo comparar con la época de secas. Sin embargo, el mayor porcentaje de agua corporal se obtuvo en el experimento de estrés de 12 a 4‰, seguido del cambio rápido de 12 a 24‰, inclusive ambos porcentajes más altos que el de salinidad de colecta. Muy posiblemente *P. vannamei* es la especie más eficiente osmorregulatoriamente hablando de las incluidas en estos experimentos, ya que lejos de perder o ganar agua en los cambios abruptos de salinidad se mantiene casi constante en los dos casos, lo cual indica que el intercambio de agua no es el único mecanismo que emplea para osmorregular, de hecho su porcentaje de energía canalizada a respiración fue el más bajo de las tres especies.

Este estudio mostró el efecto del estrés la salinidad en el consumo de oxígeno, sería importante buscar salinidades ideales de desarrollo para estos organismos, ya que está reportado para algunos casos que la eficiencia de crecimiento está relacionada a una salinidad óptima, la cual puede variar con el grado de desarrollo de los camarones (Venkataramiah, *et al.*, 1975). Así se ha reportado que el menor consumo de oxígeno de *Palaemonetes antennarius* se registró en el punto isosmótico (Dalla Via, 1987), este se da cuando la concentración de la hemolinfa del animal es isosmótica con la del ambiente. Debido a esto, ubicar el punto isosmótico para las diferentes especies de camarones peneidos es de gran importancia desde la perspectiva de cultivo con

enfoque comercial, ya que el ahorro energético en el proceso respiratorio puede canalizarse a otras funciones tales como crecimiento (Barbosa, 1994). El punto isosmótico para peneidos varía de 24 a 29‰ (Parado-Esteva, *et al.*, 1987), para *P. vannamei* se reportó a 24.7‰ (Castille y Lawrence, 1981) ó de 18 a 20‰ según Rodríguez (1981), la salinidad ideal descrita para el cultivo es de 15 a 25‰ (Boyd, 1989), que está acorde con los resultados previos obtenidos para esta especie. Para el crecimiento de *P. vannamei* en condiciones de laboratorio, Zárate y colaboradores (1997), reportaron una mayor tasa de crecimiento a 32 °C y una salinidad de 20‰ seguida de 32°C y 35‰. En condiciones naturales para la laguna de Corralero, las mayores tasas de crecimiento se registraron en la época de lluvias, en salinidades cercanas a 20‰ (Pacheco *et al.*, 1996).

Existen varios casos en diferentes clases de crustáceos donde la respiración se incrementa a bajas y/o a altas salinidades: *Callinectes rathbunae* a medida que se disminuyó la salinidad el consumo de oxígeno aumentó y en *Callinectes similis* descendió el consumo de oxígeno en función de la disminución de la salinidad en verano (Rosas *et al.*, 1989); resultados similares se han obtenido en los isópodos *Idotea balthica* (Bulnheim, 1974), *I. emarginata* e *I. neglecta* (Jones, 1974), el misido *Praunus flexuosus* (Vlasblom y Elgershuizen, 1977), el copépodo estuarino *Eurytemora hirundoides* (Gyllenberg y Lundqvist, 1979) y el decápodo *Crangon vulgaris* (Hagerman, 1970).

El cambio abrupto de salinidad se reflejó en una aguda respuesta metabólica en *P. monodon* (Lei *et al.*, 1989); cuando *P. japonicus* se enfrenta a un cambio de salinidad brusco (de 37 a 10‰) el consumo de oxígeno se incrementa un 300% (Dall, *et al.*, 1990). Sin embargo Gaudy y Sloane (1981) no encontraron diferencias significativas en el consumo de oxígeno de *P. monodon* y *P. stylirostris* entre organismos aclimatados y no aclimatados. En *P. aztecus* se alcanzó una estabilización fisiológica después de varias horas de exposición a un cambio abrupto de salinidad y temperatura; se observó una etapa de amortiguamiento (efecto de aclimatización, que se refiere a aquellos cambios compensatorios en un organismo bajo variaciones ambientales) a la variación rápida de salinidad, ya que los organismos de esta especie duraron varias horas antes de que se presentaran evidencias de actividad osmorregulatoria (Cisneros, 1990; Prosser, 1990). En este estudio no existieron diferencias significativas en el consumo de oxígeno en el transcurso del tiempo, posiblemente se requiere un mayor lapso para que actúen los diferentes mecanismos de

osmorregulación. Pero si se ve gráficamente que en las primeras horas de exposición la respuesta presenta mayor variación.

Temperatura y salinidad se combinan para ser los dos parámetros externos más importantes que modifican la respuesta fisiológica de los camarones (Dall, 1986; Cisneros, 1990). El estrés de salinidad puede afectar la tolerancia a la temperatura, post-larvas de *P. aztecus* presentan una gran resistencia a altas temperaturas cuando se encuentran a 25‰, la cual decrece conforme disminuye la salinidad (Dall *et al.*, 1990); la tolerancia a diferentes concentraciones de salinidad define rangos geográficos (Bray *et al.*, 1994). El consumo de oxígeno en *P. japonicus* disminuyó al aumentar la salinidad a 15°C, pero a 35°C se incrementó, en *Metapenaeus monoceros* el consumo de oxígeno se elevó al aumentar la temperatura (Chen *et al.*, 1993). De hecho Venkataramiah y colaboradores (1977) demostraron una interacción entre el factor temperatura y los procesos metabólicos: regulación osmótica-respiración. En este estudio prácticamente todos los experimentos se realizaron a una temperatura de 29°C, por lo que se puede considerar que no fue un factor sobre los resultados.

El porcentaje de materia orgánica es reflejo de la productividad del sistema, la cual se incrementa en la época de lluvias debido al aumento de materia orgánica y nutrientes transportados por los ríos (Barbosa, 1994). Sin embargo el análisis de materia orgánica y cenizas del sedimento de Chacahua y Corralero no presentó diferencias significativas referente a la época (Calderón *et al.*, 1997). El aumento en la disponibilidad de alimento produce un incremento en porcentaje de materia orgánica como se observó en *P. brevivirostris* y *P. californiensis* ya que fue mayor en época de lluvias comparándolo con secas. Por su parte *P. vannamei* en temporada de lluvias presentó un 90.4%, el cual aunque no es posible comparar con la época de secas también se considera alto.

El contenido calórico de las especies refleja el número de calorías por cada gramo de materia orgánica. En *P. duorarum*, *P. aztecus* y *P. setiferus* de la laguna de Términos, Campeche, los valores más altos de contenido calórico correspondieron a los más bajo de materia orgánica, por lo que probablemente este sea un mecanismo alternativo para mantener el valor energético constante independientemente de la disponibilidad de alimento (Barbosa, 1994). Para *P. aztecus* de la laguna de Tamiahua, Veracruz, González (1990) reportó un incremento de este índice en la época cálida (mayo-octubre). Esto concuerda con este trabajo ya que en esta investigación se

detectaron diferencias significativas en cuanto a la época ($P=0.0053$) siendo mayor en promedio la de lluvias con $4427.4 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \text{ PS}$, secas tuvo $4259.1 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \text{ PS}$, en la época de lluvias existe una mayor cantidad disponible de recursos y esto se refleja en el aumento de contenido energético de los animales, sin embargo esta diferencia es muy pequeña. Entre las especies no existieron diferencias significativas, aprovechan de la misma forma los recursos.

Las variaciones metabólicas reflejan parte de la energía gastada en el reajuste osmótico que realiza el organismo para enfrentar la variación de salinidad (Gaudy y Sloane, 1981), en este caso se evaluó el porcentaje de energía canalizada a respiración en los diferentes tratamientos experimentales

experimentales. La mayor parte de la energía consumida en el alimento es canalizada a respiración, esto ha sido corroborado por varios autores, González (1990) reportó que *P. aztecus* gastó el mayor porcentaje de energía en respiración (22.3%) seguida de las heces (14.9%) y por último la excreción (2.5%). Por otro lado Barbosa (1994) reportó la misma tendencia para *P. duorarum*, *P. aztecus* y *P. setiferus*. Rosas y colaboradores (1993) reportaron que del porcentaje total de energía asimilada por *Callinectes rathbunae* a una salinidad de $9 \pm 1\text{‰}$, el 21.4% fue canalizada a respiración.

En este estudio sólo se evaluó el componente **R** de la ecuación del balance de energía y se observó que la energía canalizada a respiración se incrementa en condiciones de estrés de salinidad y su efecto es mayor en época de lluvias, la cual puede ser la época más estresante. Barbosa (1994) contrastando tres épocas (lluvias, nortes y secas) para *P. duorarum*, y *P. aztecus* también reportó esta misma época con los valores más altos de energía canalizada a respiración (4.9% y 3.6% respectivamente). En el presente estudio se observó que en el estrés a la baja *P. brevirostris* empleó el mayor porcentaje de energía en respiración en la época de lluvias (22.1 %), este es un valor muy alto por lo que es probable que además de los efectos estresantes de salinidad, además existen otros factores que no fueron considerados y en los que el organismo invierte energía, como el equilibrio iónico, la secreción hormonal y la regulación osmótica (Rosas, 1989). Por el contrario en estrés a la baja *P. vannamei* en esta misma época presentó el valor más bajo (6.8 %), lo que indica que esta especie tolera mejor el efecto de cambio de salinidad comparándola con *P. brevirostris*. Esto da una idea de la cantidad de energía mínima necesaria para funciones metabólicas (ración de mantención) de estos organismos y la importancia de este valor radica en el

hecho de que la cantidad de energía que exceda a ésta, puede ser canalizada a crecimiento en estadios juveniles, o bien a producción de gametos en fases de desarrollo más avanzadas. Por el contrario cuando la cantidad de energía es menor a la que el organismo requiere para sus funciones metabólicas, existe déficit energético, por lo que los organismos canalizan parte de la energía almacenada en sus tejidos para compensar esta diferencia, con lo que se pueden estimar las cantidades de alimento necesarias para un óptimo manejo de este recurso en los diferentes tipos de cultivo.

Los experimentos con enfoque bioenergético ayudan a comprender como los organismos distribuyen y optimizan la energía cuando se enfrentan a variaciones ambientales, además permiten comprender mejor el comportamiento de estas especies en su comunidad. Los camarones son organismos de gran importancia económica, por lo que en los últimos años ha crecido considerablemente el número de empresas que se dedican al cultivo de estos animales en nuestro país, sin embargo todavía la producción está lejos para competir con otros países. Por lo que es importante intentar optimizar los mecanismos de cultivo de esta especie. En este sentido los avances en el conocimiento de su biología son la base para conocer los requerimientos mínimos de energía, con base en esto se podrían reducir los costos de manutención y obtener mayores ganancias, por lo que es importante también el aumento de la inversión en el área de investigación.

- La condición de estrés de salinidad, alto ó bajo, siempre presentó consumos de oxígeno más elevados con respecto a la salinidad de colecta (salinidad de aclimatización).
- En la época de lluvias los organismos presentaron una tasa de consumo de oxígeno mayor a la de secas. Referente al porcentaje de energía canalizada a respiración la tendencia fue similar.
- *Penaeus vannamei* canalizó menor porcentaje de energía a respiración en condición de estrés, por lo que se manifiesta como la especie con mecanismos de osmorregulación más eficientes comparada con *Penaeus brevisrostris*.
- *P. vannamei* presentó el más amplio rango de tolerancia a cambios abruptos de salinidad.
- Estos organismos muestran una tendencia a presentar un mayor porcentaje de agua corporal en ambientes diluidos, pero no siempre se manifestó este patrón, por lo que es posible que el intercambio de fluido no sea el único mecanismo implicado en la regulación.
- *P. californiensis* y *P. brevisrostris* mostraron poca eficiencia para adecuarse a condiciones variables de salinidad, lo que se ve evidenciado en el limitado rango de distribución que presentan en estos cuerpos lagunares.
- Del análisis fisisocológico efectuado en las diversas especies de *Penaeus*, empleadas en esta investigación se propone a *P. vannamei* como la especie con mayores probabilidades de éxito en el cultivo. Esta canalizó menor porcentaje de energía a respiración cuando se expuso a variaciones de salinidad, por lo que el resto se podría canalizar a otras funciones como crecimiento.

- Aguilera, H. N. 1989. **Tratado de Edafología de México. Tomo I.** UNAM. México. 222 pp.
- Anuario Estadístico de Pesca 1990.** Secretaría de Pesca.
- Barbosa, L. 1994. Aspectos Fisiocológicos del Metabolismo Energético de Tres Especies de Peneidos de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 29 pp.
- Benabib, M. 1993. Los Vertebrados y las Historias de Vida. **Ciencias** 7. 23-31.
- Bishop, M. J.; G. J. Gosselink and H. J. Stone. 1978. Oxygen Consumption and Hemolymph Osmolality of Brown Shrimp, *Penaeus aztecus*. **Fish Bull** (3): 741-757.
- Boyd, C. E. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departmental series No. 2, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, AL, USA, 83 pp.
- Brafield, A. E. and D. J. Solomon. 1972. Oxy-calorific Coefficients for Animals Respiring Nitrogenous Substrates. **Comp. Biochem. Physiol.** 43A: 837-841.
- Bray, W. A.; A. L. Lawrence and J. R. Leung-Trujillo. 1994. The Effect of Salinity on Growth and Survival of *Penaeus vannamei*, whit Observations on the Interaction of IHVN virus and Salinity. **Aquaculture** 122: 133-146.
- Bulnheim, H. P. 1974: Respiratory Metabolism of *Idotea balthica* (Crustacea, Isopoda) in Relation to Environmental Variables, Acclimation Processes and Moulting. **Helgolander wiss. Meeresunters.** 26: 464-480.
- Burton, J. D. and P. S. Liss. 1976. **Estuarine Chemistry.** Academic Press. New York. 229 pp.
- Burggren, W. and J. Roberts. 1990. Respiration and Metabolism. In: Prosser, L. C. Ed. **Environmental and Metabolic Animal Physiology.** Wiley-Liss. Illinois. pp 353-436.
- Cabrera Jimenez, J. A: 1983. Characters of Taxonomic Value of the Postlarvae of the Shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevivirostris* Kingsley (Decápoda Natantia), of the Gulf of California, Mexico. **Crustaceana** 44(3) 292-300.
- Calderón, F. C., J. R. Latoumerié C., Ma. L. Barbosa S. y J. Díaz S. 1997. Aspectos de la Dinámica Ambiental de Dos Lagunas Costeras del Edo. de Oaxaca con Miras al Aprovechamiento de sus Recursos. In : Memorias del XIV Congreso Nacional de Zoología:16.

-
- Castille, F., Jr. and Lawrence, A. 1981. The Effect of Salinity on the Osmotic, Sodium, and Chloride Concentrations in the Hemolymph of Euryhaline Shrimp of the Genus *Penaeus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, A68: 75-80.
- Cisneros, T. S. 1990. Influencia de la Salinidad, Temperatura, Sustrato y Época del Año sobre la Regulación del Medio Interno y la Supervivencia de *Penaeus aztecus* Ives de Tamiahua, Ver. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México 57 pp.
- Contreras, F. 1985. **Las Lagunas Costeras Mexicanas**. Centro de Ecodesarrollo. México. 253 pp.
- Cornejo, R. N. 1991. Selección Térmica del Acocil *Cambarellus montezumae* (sausurre) (CRUSTACEA: ASTACIDAE) y su Correlación con Algunos Índices Fisiológicos: Diferencias Estacionales. Tesis Prof. Fac. de Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 53 pp.
- Croghan, P. C. 1976. Ionic and Osmotic Regulation of Aquatic Animals. In: Bilgh; J.; J.L. Thompson and A.G. McDonald. (Eds.) **Environmental Physiology of Animals**. Blacwell Scientific Publications. Oxford. pp 58-94.
- Cruz, W., E. Luz y G. Ruiz. 1984. La Preservación de la Tortuga Marina. **Ciencia y Desarrollo**, 56. 66-79 .
- Chang, R. 1987. **Fisicoquímica con Aplicaciones a Sistemas Biológicos**. CECSA. México., 792 pp.
- Charmantier, G., M. Charmantier-Daures., N. Bouaricha., P. Thuet., D. E. Aiken., and J. P. Trilles. 1988. Ontogeny of Osmoregulation and Salinity Tolerance in Two Decapod Crustaceans: *Homarus americanus* and *Penaeus japonicus*. **Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory, Wood's Hole, Mass.** 175:102-110.
- Charmantier, G., C. Soye; Aquacop. 1994. Effect to Molt Stage and Hypoxia on Osmoregulatory Capacity in the Peneid shrimp *Penaeus vannamei*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 178: 233-246
- Chen, J. C. and F. H. Nan. 1992. Effects of Temperature, Salinity and Ambient Ammonia on Lethal Dissolved Oxygen of *Penaeus chinensis* Juveniles. **Comp. Biochem. Physiol.** 101C (3): 459-461.
- Chen, J. C. and S. H. Lai. 1993. Effects of Temperature and Salinity on Oxygen Consumption and Ammonia-N excretion of Juvenile *Penaeus japonicus* Bate. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 165:161-170.
- Cheng, J. and Y. Liao. 1986. The Effect of Salinity on the Osmotic and Ionic Concentrations in the Hemolymph of *Penaeus monodon* and *P. penicillatus* . In: "The First Asian Fisheries Forum" J. L. Maclean, L. B. Dizon and L. V. Hosillos, (Eds.) Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 633-636.

- Dall, W. 1981. Osmoregulatory Ability and Juvenile Habitat Preference in Some Peaneid Prawns. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 54: 55-64.
- Dall, W. 1986. Estimation of Routine Metabolic Rate in a Penaeid Prawn, *Penaeus esculentus*. **J. exp. Biol. Ecol.** 96, 57-74.
- Dall, W.; B. J; Hill; P. C. Rothlisberg and D. J Sharples. 1990. **The Biology of the Penaeidae**. Academic Press. Great Britain. 489 pp.
- Dalla Via, G. J., 1986. Salinity Response of the Juvenile Peaneid Shrimp *Penaeus japonicus* I. Oxygen consumption and Stimulation of Productivity. **Aquaculture**, 55: 297-306.
- Dalla Via, G. J. 1987. Effects of Salinity and Temperature on Oxygen Consumption in a Freshwater Population of *Palaemonetes antennarius* (Crustacea-Decapoda). **Comp. Biochem. Physiol.**, 88A: 299-305.
- De la Lanza, E. G. y M. C. Cáceres. 1994. **Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano**. Univ. Aut. de Baja Calif. Sur. Baja California Sur. 525 pp.
- Edwards, R. R. C. 1978. The Fishery and Fisheries Biology of Penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. **Oceanogr. Mar. biol. ann. Rev.** 16: 145-180.
- FAO-UNESCO. 1976. Mapa Mundial de Suelos. 1:5 000 000 Vol. II. México y América Central. ONU. París.
- García, E. 1987. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)**. Enriqueta García de Miranda Edit. México, D. F. 217 pp.
- Gaudy, R and Ll. Sloane. 1981. Effect of Salinity on Oxygen Consumption in Postlarvae of the Penaeid Shrimps *Penaeus monodon* and *P. stylirostris* without and with Acclimation. **Mar. Biol.** 65: 297-301.
- González, M. I. D. 1990. Aspectos de las Relaciones de Energía en Camarones Juveniles de la Especie *Penaeus aztecus* Ives de Tamiahua, Veracruz en su Ambiente Natural. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 57 pp.
- Gyllenberg, G. and G. Lundqvist. 1979. The Effects of Temperature and Salinity on the Oxygen Consumption of *Eurytemora hirundoides* (Crustacea, Copepoda). **Annls Zool. Fenn.** 16: 205-208.
- Hand, D. J. & C. C. Taylor. 1987. **Multivariate Analysis of Variance and Repeated Measures**. Chapman an Hall. Great Betrain 2619.

- Hagerman, L. 1970. The Oxygen Consumption of *Crangnon vulgaris* (Fabricius) (Crustacea, Natantia) in Relation to Salinity. **Ophelia** 7: 283-292.
- Jones, M. B. 1974. Survival and Oxygen Consumption in Various Salinities of Three Species of *Idotea* (Crustacea, Isopoda) from Different Habitats. **Comp. Biochem. Physiol.** 48: 501-506.
- Klekowski, R. Z. and A. Duncan. 1975. Physiological Approach to Ecological Energetics. In: Grodzinsky, A.; Klekowski and A. Duncan. (Eds.), **Methods for Ecological Bioenergetic IBP**. No. 24. Blackwell Scientific Publi. Oxford. pp 15-64.
- Krebs, J. C. 1985. **Ecología**. Harla. México. 753 pp.
- Lehninger, L. A. 1975. **Biochemistry**. Worth Publisher. New York. 1104 pp.
- Lei, C. H., L. Y: Hsieh and C. K Chen, 1989. Effects of Salinity on the Oxygen Consumption and Ammonia-N Excretion of Young Juveniles of the Grass Shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). **Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.** 28: 245-256.
- Montgomery, C. D. 1991. **Diseño y Análisis de Experimentos**. Iberoamericana. México. 589 pp.
- Ogle, T. J. 1992. The Effect of Salinity on Spawning Frequency of *Penaeus setiferus* in Aquaria. **Gulf Research Reports**. 8(4): 427-429.
- Ogle, T. J.; K. Beaugez and J. M. Lotz. 1992. Effects of Salinity on Survival and Growth of Postlarval *Penaeus vannamei*. **Gulf Research Reports**. 8(4): 415-421.
- Pacheco, T. R., J. R. Latourenerié., F. R. Miguel y R. Salinas. 1996. **Análisis del Crecimiento en Encierros de camarones juveniles *Penaeus vannamei* en la Laguna de Corralero-Alotengo, Estado de Oaxaca**. In: Memorias del Primer Encuentro Regional Sobre Investigación y Desarrollo Costero: Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
- Parado-Estapa, P., R. P. Ferraris, J. M. Ladjá and J. G. De Jesus. 1987. Responses of Intermolt *Penaeus indicus* to Large Fluctuations in Environmental Salinity. **Aquaculture**. 64: 175-184.
- Pérez-Farfante, I. 1988. **Illustrated key to Penaeoid Srimps of Commerce in the Americas**. NOAA 31 pp.
- Phillipson, J. 1975. Introduction to Ecological Energetics. In: Grodzinsky, W., R. Z. Klekoswski, and A. Duncan. (Eds.). **Methods for Ecological Bioenergetic IBP**. No. 24. Blacwell Scientific Publi. Oxford. pp 3-13.
- Prosser, C. L. 1990. **Comparative Animal Physiology**. Saunders. Philadelphia. 966 pp.
- Reid, K. G. and D. R. Wood. 1976. **Ecology of Inland Waters and Estuaries**. D. Van Nostrand Company. New York. 480 pp.

- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1976. Sinopsis Biológica de las Especies del Género *Penaeus* del Pacífico Mexicano. In: Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones, Guaymas Son.
- Rodríguez, G. A. 1981. Osmoregulation and Total Serum Protein of Two Species of Penaeidean Shrimp from the Pacific Coast of Mexico. **J. Crustac. Biol.**, 1:391- 400.
- Rosas, C.; G. Barrera y E. Lázaro-Chávez. 1989. Efecto de las Variaciones de la Salinidad y de la Temperatura Estacional sobre el Consumo de Oxígeno de *Callinectes rathbunae*, Contreras y *Callinectes similis* (Crustacea: Portunidae). **Tropical Ecology**. 30(2):1-12.
- Rosas, C.; C. Vanegas; Y. Tabares y J. Ramírez. 1993. Energy Balance of *Callinectes rathbunae* Contreras 1930, Floating Cages in a Tropical Coastal Lagoon. **Journal of the World Aquaculture Society**. 24(1)
- SEPECSA. 1978. **La Pesca en el Estado de Oaxaca**. Dirección General de Tecnología Pesquera. México. 37 pp.
- SEPECSA. 1981. **Diagnóstico Pesquero de Oaxaca**. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. México. 39 pp.
- SEPECSA. 1993. **Proyecto de Obras para la Estabilización del Canal de Comunicación en la Boca de el Oro, Sistema Lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca**. México, D. F. 82 pp.
- Ting, Y. Y., 1970. Study on the Oxygen Consumption of Grass Shrimp, *Penaeus monodon* and Sand Shrimp, *Metapenaeus monoceros*. **Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.** 16: 111-118.
- Torres-Orozco, B. R. 1981. **Los Peces de México**. AGT edit. México. 235 pp.
- Venkataramiah, A., G. J. Lakshmi and G. Gunter. 1975. A Review of the Effects of Some Environmental and Nutritional Factors on Brown Shrimp *Penaeus aztecus* Ives in Laboratory Cultures. Proc. 9th Eur. mar. Biol. Symp. 523-547. (De. by H. Barnes, Aberdeen: Aberdeen University Press).
- Venkataramiah, A., G. J. Lakshmi, P. Biesot, J. D. Valteau and G. Gunter. 1977. Studies on the Time Course of Salinity and Temperature Adaptation in the Commercial Brown Shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 308 pp. Contract report H-77-1 for office. Chief of Engineers, U. S. Army Washington, D. C. (Contract DACW 39-73-C-0115). Vicksburg, Miss.:U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Villarreal, H. and J. A. Rivera. 1993. Effect of Temperature and Salinity on the Oxygen Consumption of Laboratory Produced *Penaeus californiensis* postlarvae. **Comp. biochem. Physiol.** Vol. 106A. (1): 103-107.

-
- Vlasblom, A. G. and J. H. B. W. Elgershizen. 1977. Survival and Oxygen Consumption of *Praunus flexuosos* and *Neomysis integer* and Embryonic Development of the Latter Species, in Different Temperature and Chlorinity Combinations. *Neth. J. Sea Res.* 11: 305-315.
- Willmann, R. y S. M. García. 1986. **Modelo Bioeconómico para el Análisis de Pesquerías Secuenciales Artesanales e Industriales de Camarón Tropical (con un estudio de la pesquería de camarón de Suriname).** FAO Doc. Tec. Pesca, (270):47 p.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. **Ecología de la Zona Costera.** AGT Editor. México, D. F: 189 pp.
- Zárate, C. R., F. R. Miguel., M. L. Barbosa., C. F. C. Calderón y J. R. Latournerié. 1997. **Análisis Fisiocológico del Desempeño en Cautiverio de Camarones Juveniles *Penaeus vannamei* (BOONE) Bajo la Influencia de Diversos Regímenes de Salinidad y Temperatura.** In: Memorias del XIV Congreso Nacional de Zoología: 137.

TABLAS Y FIGURAS

TABLA 1.- LOCALIDADES DE COLECTA Y TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

MES	ÉPOCA	FECHA	LOCALIDAD	ESPECIE	ESTACIÓN	CONDICIONES			
						COLECTA		EXPERIMENTALES	
						% _{sp}	T°C	% _{sp}	T°C
AGOSTO	LLUVIAS	16/09/1995	CORRALERO	<i>P. californiensis</i>	MINITÁN	11	30	10	29
OCTUBRE	LLUVIAS	21/10/1995	PASTORÍA	<i>P. vannameti</i>	RÍO CHACALAPA	12	32	12	29
		<i>P. vannameti</i>		RÍO CHACALAPA	12	32	4 E. BAJA	29	
		<i>P. vannameti</i>		RÍO CHACALAPA	12	32	24 E. ALTA	29	
			BOCA DE CERRO	33	27	31 BASAL	29		
ENERO	SECAS	24/01/1996	CORRALERO	<i>P. brevirostris</i>	HERMOSO	33	27	11 E. BAJA	29
JUNIO	SECAS	19/06/1996	CORRALERO	<i>P. brevirostris</i>	CORRALERO	38	28	36 BASAL	29
					EL PURGATORIO	38	28	36 BASAL	24
					EL TINDUCHE	34	30	14 E. BAJA	29

E= Estrés de salinidad
 basal= Salinidad de colecta ó acimatización

TABLA 2.- ÍNDICES MERÍSTICOS Y CORPORALES PROMEDIO PARA LAS TRES CONDICIONES EXPERIMENTALES EN LAS DOS ÉPOCAS DEL AÑO.

ÉPOCA	INDICES MERÍSTICOS	<i>P. vannamei</i>	<i>P. brevisrostris</i>	<i>P. californiensis</i>	PROMEDIO
L L U V I A S	PESO HUMEDO (gr)	2.33±0.87	0.35±0.19	0.3135	0.3135
	PESO SECO (gr)	0.44±0.31	0.071±0.004	0.05	0.05
	LONG. TOTAL (cm)	6.76	3.25±0.44	2.9	4.83
	LONG. CEFALOT (cm)	1.48	0.95±0.13	0.76	1.12
	n	16	17	1	
S E C A S	INDICES CORPORALES				
	HUMEDAD %	83	79.66	76.3	79.653
	CENIZAS %	9.65±0.91	10.65±4.35	5.7	5.7
	MAT. ORGÁN. %	90.35±0.91	89.34±4.35	94.3	94.3
	cal/g Ps	4671.83±294.49	4382.52±55.94	4227.77±483.53	4427.37
S E C A S	INDICES MERÍSTICOS				
	PESO HUMEDO (gr)		0.7383±.27	1.07±0.19	0.9042
	PESO SECO (gr)		0.1687±0.06	0.25±.05	0.2094
	LONG. TOTAL (cm)		4.06±.31	4.65±.37	4.355
	LONG. CEFALOT (cm)		1.13±.16	1.39±.37	1.26
	n		10	6	
	INDICES CORPORALES				
	HUMEDAD %		77.39	83.87	80.63
	CENIZAS %		16.82±1.7	8.78±1.88	12.8
	MAT. ORGÁN. %		83.18±4.35	91.21±1.88	87.195
cal/g Ps		3969.44±486.64	4548.74±199.53	4259.09	

TABLA 3.- ENERGÍA CANALIZADA PARA METABOLISMO RESPIRATORIO EN
LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

ESPECIE	ÉPOCA	CONDICION EXPERIMENTAL σ_{fm}	CO ₂ mgO ₂ x g ⁻¹ PS x h ⁻¹ (X ± Sx)	CALORIAS POR CO ₂ cal x dfa ⁻¹	CALORIAS DE TEJIDO	% E° CANALIZADA A RESPIRACIÓN
<i>Penaeus californiensis</i>	SECAS	BASAL (38-36)	3.91 ± 0.17	310.3	4548.74	6.8
	LLUVIAS	BASAL (11-10)	7.26 ± 3.62	577.2	4227.77	13.6
<i>Penaeus brevisrostris</i>	SECAS	BASAL (38-36)	5.35 ± 2.03	425.3	4040.93	10.5
	SECAS	E. BAJA (34-14)	8.76 ± 2.65	695.8	3850.29	18.1
	LLUVIAS	BASAL (33-31)	7.65 ± 4.41	607.7	4382.52	13.9
	LLUVIAS	E. BAJA (33-11)	12.22 ± 6.49	970.6	4382.52	22.1
<i>Penaeus vannamei</i>	LUVIAS	BASAL (12-12)	4.37 ± 2.23	347	4671.82	7.4
	LLUVIAS	E. ALTA (12-24)	5.66 ± 1.80	449.5	4671.82	9.6
	LLUVIAS	E. BAJA (12-4)	4.00 ± 3.17	317.8	4671.82	6.8

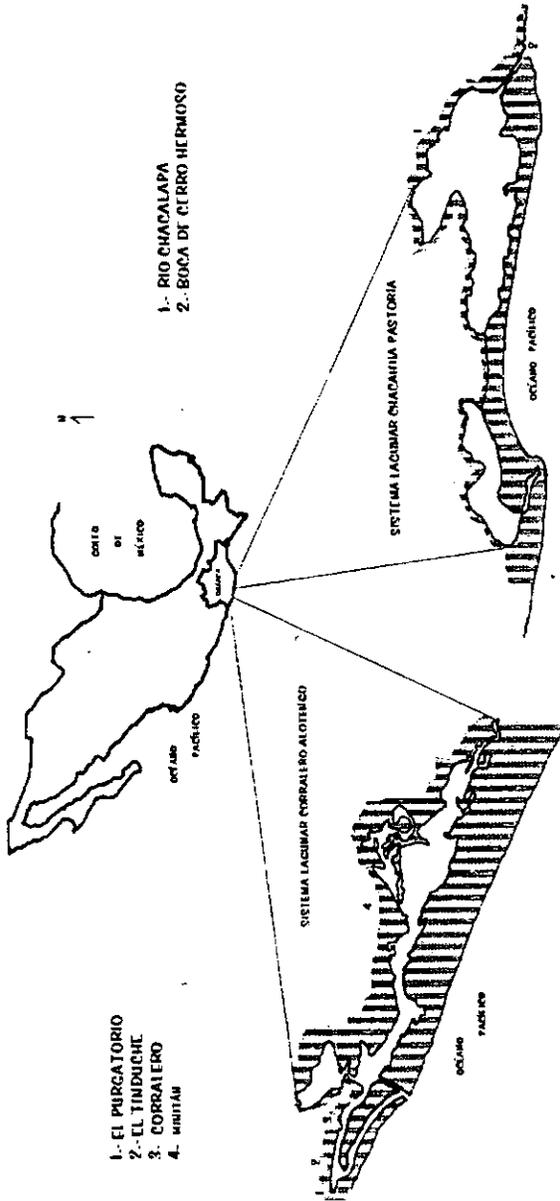
E= Estrés de salinidad

basal= Salinidad de colecta ó aclimatización

TABLA 4.- RANGOS DE CONSUMO DE OXÍGENO PARA DIFERENTES ESPECIES DE CAMARONES PENEIDOS

ESPECIE	PESO HUMEDO (g)	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ppm	VO ₂ (mg O ₂ /g PH)	REFERENCIA	
<i>P. indicus</i>	0.1	25-28	7	1.06	Kutty et al. (1971)	
	0.1	25-28	21	0.97		
	0.1	25-28	35	0.87		
<i>P. japonicus</i>	3.1	23	28	3.1	Egusa (1961)	
	0.272	20	10	0.6		Dalla Via (1986)
	0.272	20	37	0.2	Chen y Lai (1993)	
	0.234	15	15	0.293		
	0.256	15	20	0.24		
	0.25	15	25	0.195		
	0.225	15	30	0.205		
	0.187	25	15	0.402		
	0.177	25	20	0.363		
	0.222	25	25	0.326		
	0.21	25	30	0.319		
	<i>P. monodon</i>	0.212	35	15	0.658	Ting (1970)
		0.198	35	20	0.732	
		0.195	35	25	0.757	
0.2		35	30	0.753		
1.5-8.5		17.5	30	0.194		
1.5-8.5		20	30	0.256		
1.5-8.5		25	30	0.349		
1.5-8.5		30	30	0.6		
1.5-8.5		20-25	10	0.421		
1.5-8.5		20-25	20	0.333		
1.5-8.5		20-25	30	0.317		
1.5-8.5		20-25	40	0.294		
1.61		27	15	4.9	Gaudy y Sloane (1981)	
0.98		27	22	4.6		
1.91	27	35	5.04			
<i>P. stylirostris</i>	1.74	27	5	6.17	Gaudy y Sloane (1981)	
	3.88	27	10	4.82		
	1.99	27	15	4.48		
	3.28	27	22	4.8		
	3.18	27	35	3.89		
<i>P. vannamei</i>	2.33	29	4	0.75	Este estudio	
	2.33	29	12	0.82		
	2.33	29	24	1.06		
<i>P. brevirostris</i>	0.7383	29	14	2.016		
	0.7383	29	36	1.17		
	0.35	29	11	2.47		
	0.35	29	31	1.55		
<i>P. californiensis</i>	1.07	29	38	0.91		
	0.31	29	10	1.15		

Modificado de Chen and Lai, 1993



- 1.- EL PURGATORIO
- 2.- EL TINDUCHE
- 3.- CORRALERO
- 4.- MINITÁN

- 1.- RIO CHACALAPA
- 2.- BOCA DE CERRO HERMOSO

Figura 1.- SISTEMAS LAGUNARES

Figura 2.- CONSUMO DE OXÍGENO DE *Penaeus vannamei* SOMETIDO A ESTRÉS DE SALINIDAD ALTA Y BAJA A PARTIR DE UNA SALINIDAD DE 12 ppm EN ÉPOCA DE LLUVIAS

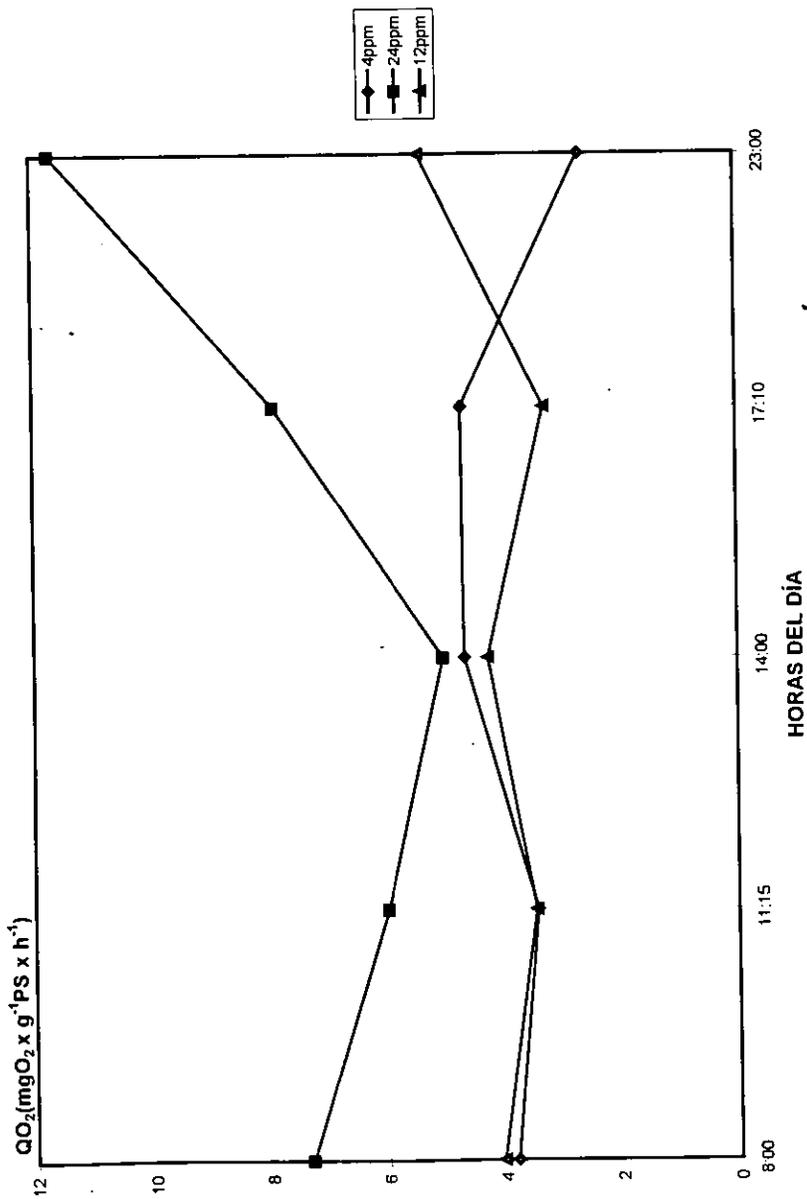


Figura 3.- CONSUMO DE OXÍGENO DE *Penaeus brevirostris* SOMETIDO A ESTRÉS DE SALINIDAD BAJO A PARTIR DE UNA SALINIDAD BASAL DE 33 ppm EN ÉPOCA DE LLUVIAS

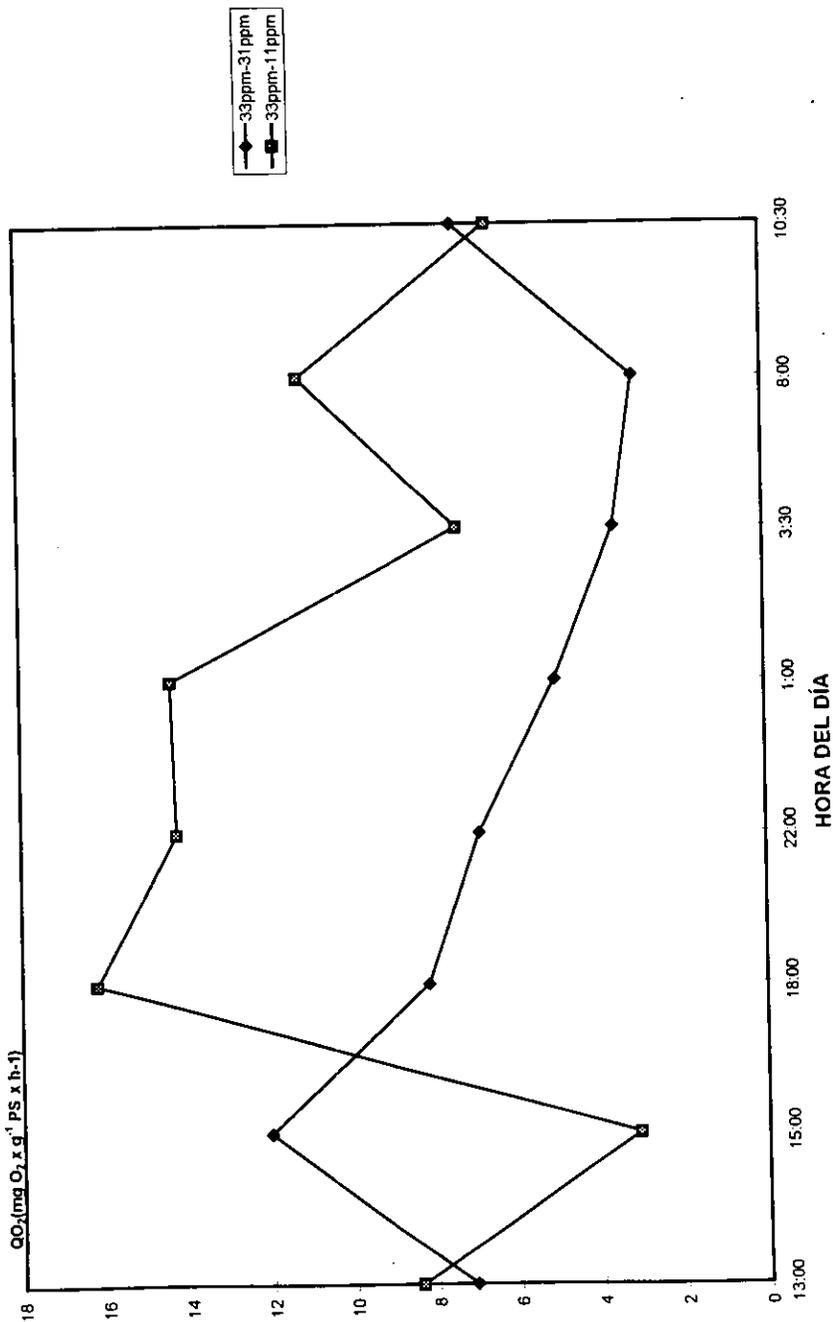


Figura 4.- CONSUMO DE OXÍGENO DE *Penaeus brevisrostris* SOMETIDO A ESTRÉS DE SALINIDAD BAJO A PARTIR DE UNA SALINIDAD BASAL DE 36 ppm EN ÉPOCA DE SECAS

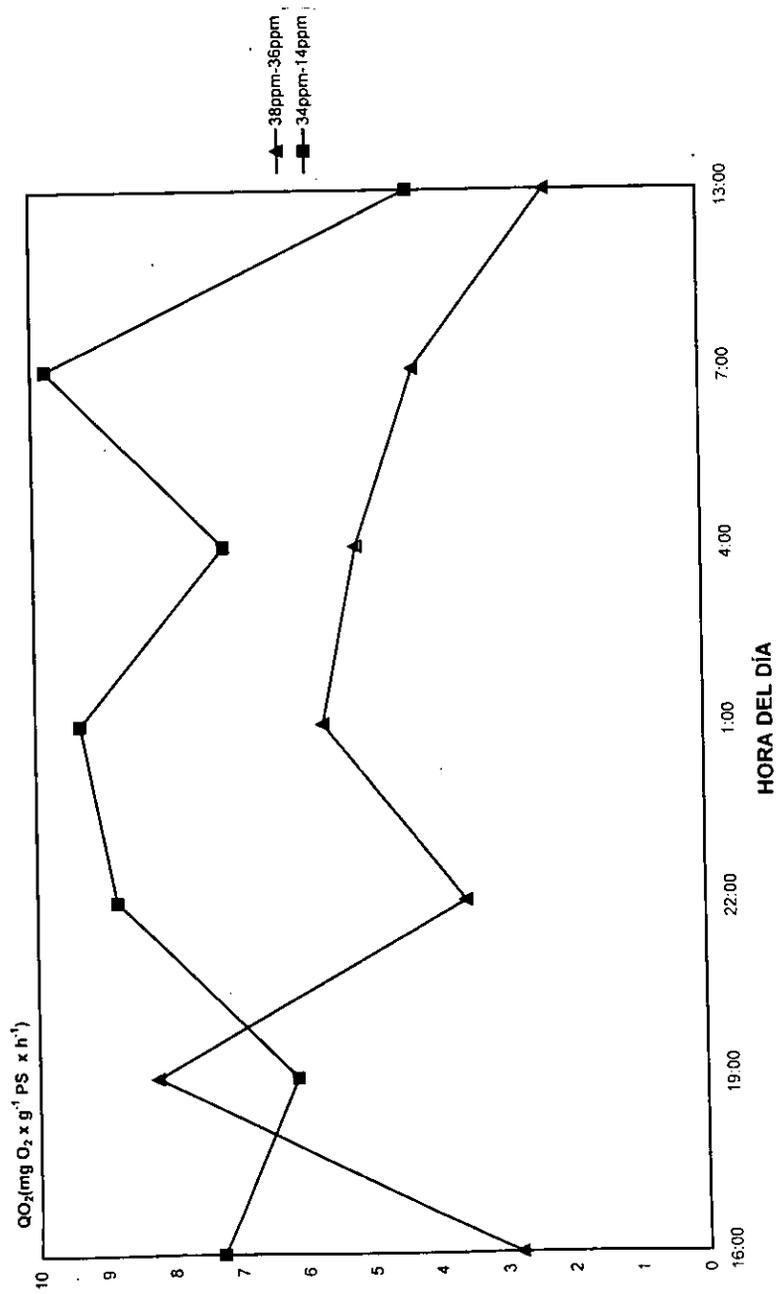


Figura 5.- CONSUMO DE OXÍGENO DE *Penaeus californienis* EN CONDICIÓN BASAL PARA DOS ÉPOCAS DEL AÑO

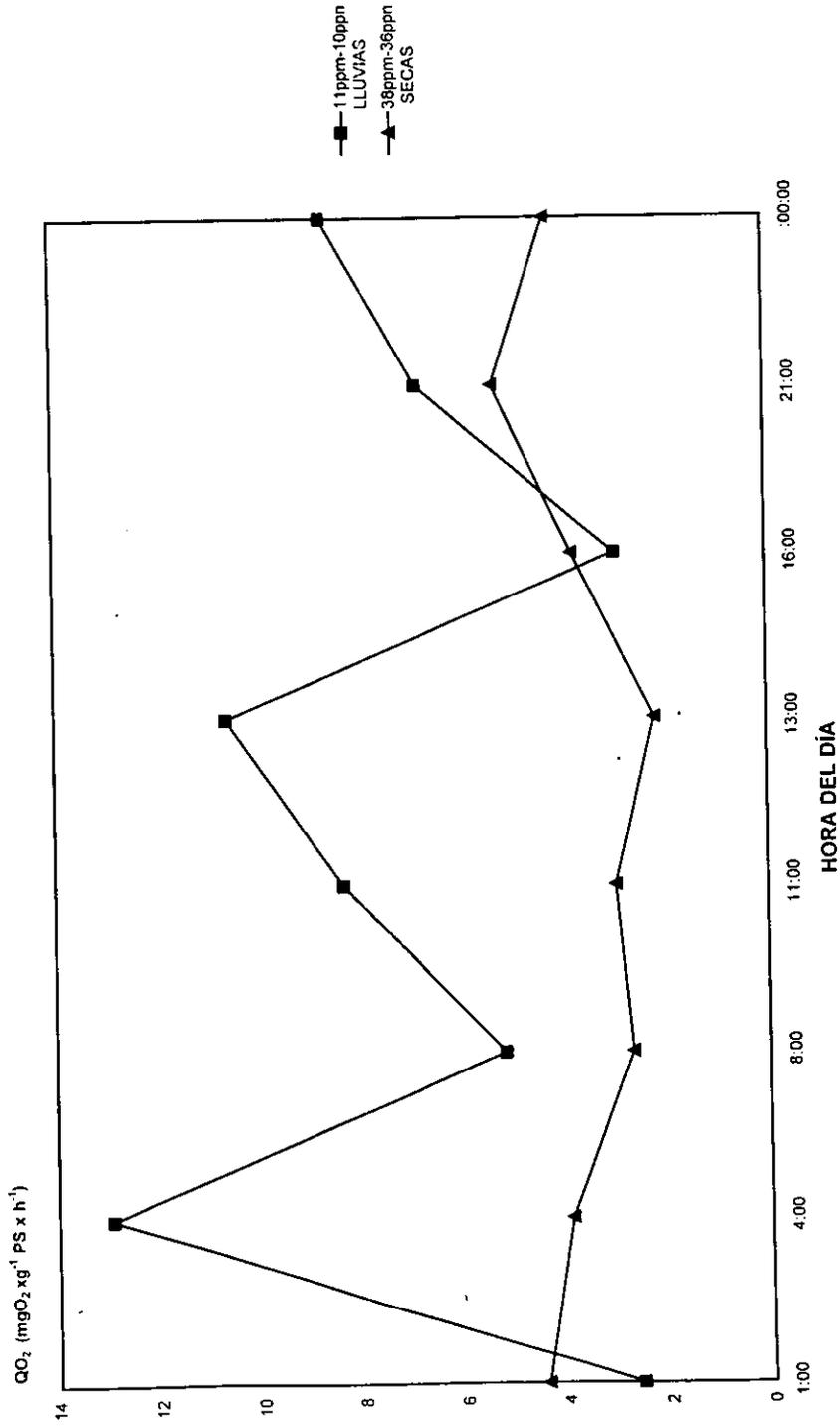


Figura 6.- CONSUMO DE OXÍGENO PROMEDIO EN CONDICION BASAL PARA LAS TRES ESPECIES EN LLUVIAS Y SECAS

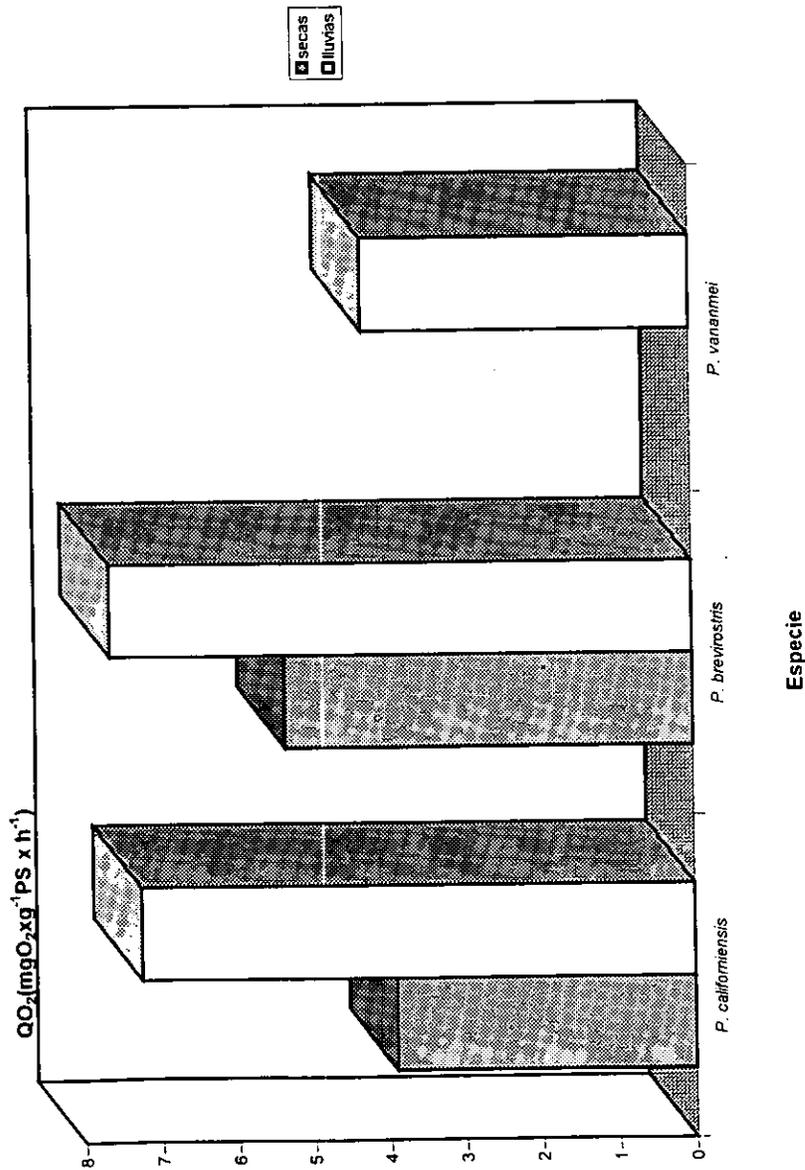


Figura 7.- PORCENTAJE DE HUMEDAD PARA LAS TRES ESPECIES EN
CONDICIÓN BASAL EN LLUVIAS Y SECAS

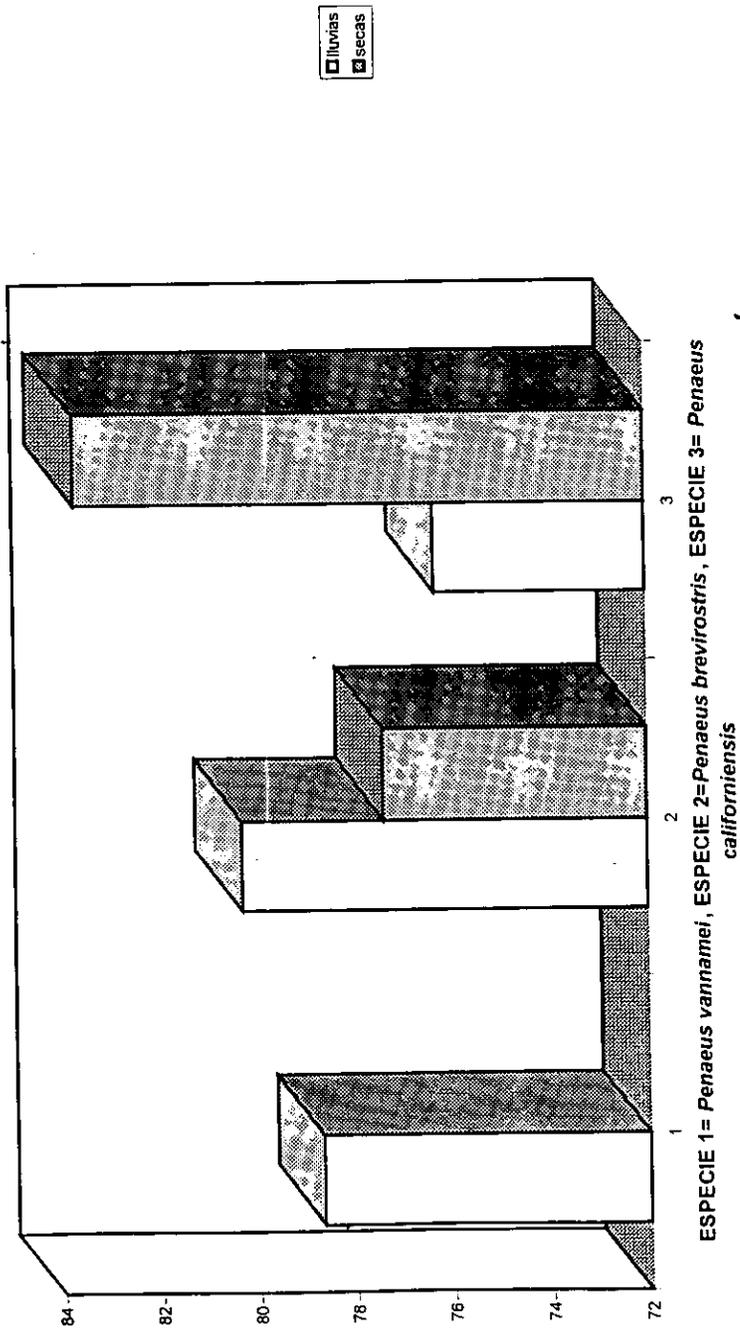
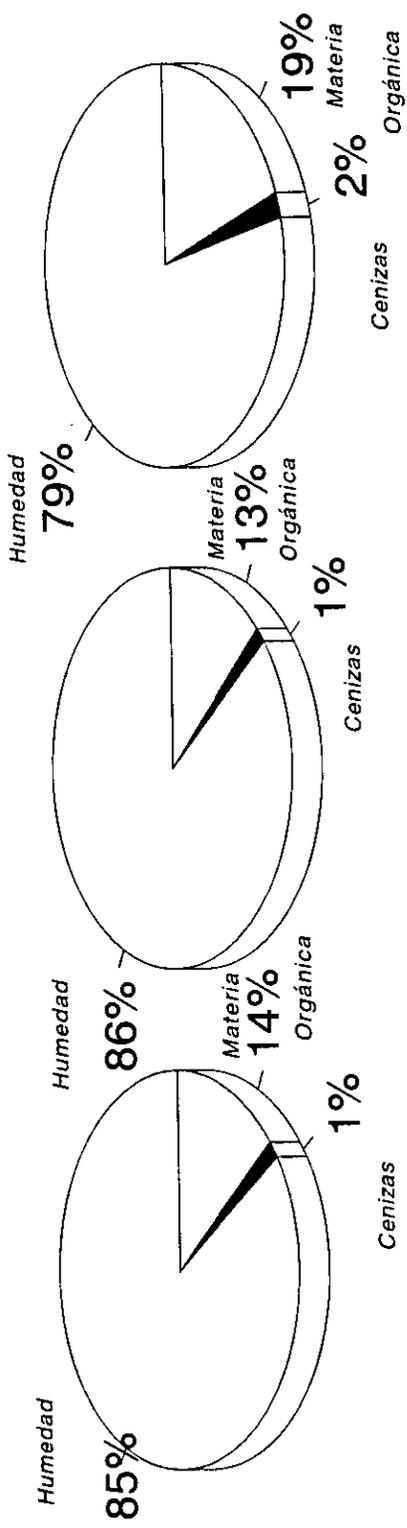


Figura 8.- PORCENTAJES DE HUMEDAD, MATERIA ORGÁNICA Y CENIZAS PARA *Penaeus vannamei* EN SALINIDAD BASAL, ALTA Y BAJA PARA LA ÉPOCA DE LLUVIAS.



12ppm a 24 ppm

12ppm a 4ppm

12ppm a 12ppm

**Figura 9.- PORCENTAJE DE HUMEDAD
MATERIA ORGÁNICA Y CENIZAS PARA
Panaeus californiensis EN LLUVIAS Y SECAS**

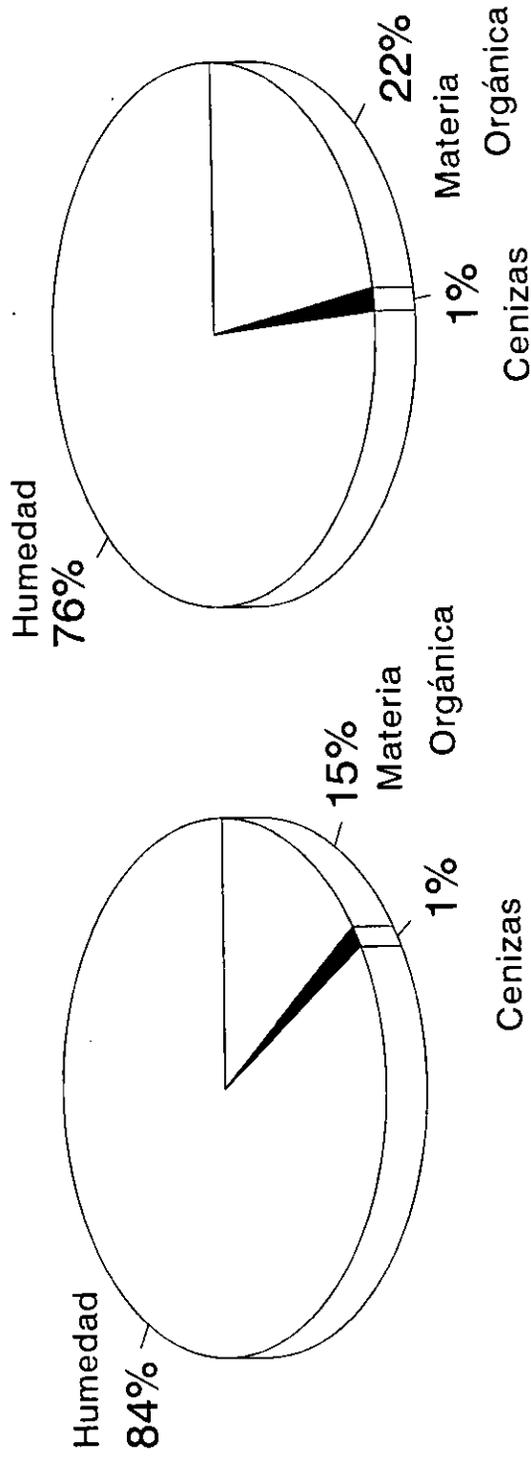


Figura 10.- PORCENTAJES DE HUMEDAD, MATERIA ORGÁNICA Y CENIZAS PARA *Penaeus brevis* SOMETIDO A ESTRES DE SALINIDAD BAJO EN LLUVIAS Y SECAS.

