



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Comparación del Metabolismo Respiratorio de Juveniles de Tres Especies de Peneidos. Análisis del Crecimiento, Supervivencia y Requerimientos de Energía de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) Bajo Condiciones de Laboratorio.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A :

BIOL. FRANCISCO REYNALDO MIGUEL GOMEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE ROMAN LATOURNERIE CERVERA

MEXICO, D. F.

2007



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.

No tengas miedo de ir despacio, teme quedarte quieto
Proverbio chino

Para Martha Corona.

*Tu, mientras mas lo pienso tu, llenaste mi tiempo tu, la razón que me hace ser feliz,
que mas puedo pedir,
Tu, mil poemas tiernos tu, mi mejor recuerdo tu, que sumerges con tu cuerpo en mi,
que mas puedo yo sentir, tu, lo que mas extraño tu,
mi mejor regalo, tu en las horas de amor eterno
tu cuando hablo, tu cuando sueño, tu en las noches que trae el viento todos mis versos
y mientras mas lo pienso, tu en la lluvia tocaste el cielo, tu en la orilla de mi silencio,
tu mi ternura mi, compañera, lo que mas quiero y mientras mas lo pienso, tu.
J. L. Guerra*

Para Gie Bele y Viany Beu, La flor y la luz en mi camino

Para Francisco, siempre te recordaré

Para mis padres, que en paz descansen

Para mis hermanos Concha, Juan, Guadalupe, Juana, Moisés y Jorge

*Para mis sobrinos en especial para Diego y Verónica.
Se como el río, siempre hacia adelante.
Eres el dueño de tu destino y que no importa quién eres, sino que quieres ser.*

A la familia Corona Tinoco.

AGRADECIMIENTOS

A los pescadores de Zapotalito particularmente a la SCPP Zapotalito, en especial a los señores Onésimo Hernández, Antonio Chávez, Carlos Chávez, Antonio Olmedo, Flavio (karma) Martín, Alejandro Hernández y Omar Olmedo. A la SSS Buzos de Cerro Hermoso especialmente a los señores Ursino López y Leonardo López.

A los pescadores de Corralero, especialmente a la familia Miaren; Adrián, Darío, Irán, Mario y Máximo, y Felicísimo Baños.

Al Dr. José R. Latournerié Cervera, por la dirección de la presente investigación.

Al Dr. Ignacio Méndez Ramírez, por el tiempo y paciencia que me brindo en la revisión de los análisis estadísticos.

Al Dr. Adolfo Gracia Gasca, que pese a sus múltiples compromisos me brindo su tiempo en la revisión y comentarios al presente trabajo

A la M. en C. Lourdes Barbosa Saldaña, por su apoyo durante la realización experimental del trabajo así como por sus comentarios durante la revisión del mismo, pero principalmente por su amistad.

Al Dr. Héctor Garduño Argueta, por sus comentarios durante la revisión del presente.

A las Biol. Renata Zarate y Claudia Calderón, al Biol. Ignacio González Mora por su apoyo en el trabajo de campo y laboratorio y de quienes este trabajo es parte, pero principalmente por su amistad.

A los amigos y compañeros del laboratorio de Acuicultura y Producción Acuática de la Facultad de Ciencias, UNAM. Biólogos . Sofía Abundes, Rafael Salinas, Gloria PanecatI, Humberto Salas, Celia Aceves, Jaime y Rocío Pacheco, Anna Hernández, Arturo Espín y Rogelio Villanueva

A los alumnos de la Biología de Campo Evaluación de la Abundancia y Algunos Indices Fisioecológicos de las Postlarvas y Juveniles de Camarones Pendidos y su Aplicación en el Desarrollo de un Cultivo Semiintensivo en Areas Aledañas al Sistema Lagunar Chacahua pastoría, Tututeoec, Oax.

Al Laboratorio de Acuicultura y Producción Acuática de la Facultad de Ciencias, UNAM y al Departamento de Salidas de Campo de la Facultad de Ciencias, UNAM. Por los apoyos brindados durante las salidas de campo sin los cuales este trabajo no habría sido posible.

Indice

Resumen	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Antecedentes	4
1.2. Objetivos Generales	6
1.2.1. Objetivos Particulares	6
1.3. Area de estudio	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS	9
2.1. Colecta y Aclimatación de organismos	9
2.2. Metabolismo de Rutina Bajo Condiciones de Aclimatización	9
2.3. Requerimientos de Energía	10
2.4. Evaluación de la sobrevivencia y crecimiento bajo condiciones de laboratorio.	10
2.5. Análisis Estadístico	11
3. RESULTADOS	12
3.1. Consumo de oxígeno (condiciones de colecta)	12
3.2. Sobrevivencia y Crecimiento de <i>Penaeus vannamei</i> bajo Condiciones de Laboratorio.	21
3.3. Consumo de oxígeno de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a crecimiento bajo condiciones controladas	25
4. DISCUSION	
4.1. Tasa metabólica de rutina (QO_2 mg O_2 /g P.s. $\times h^{-1}$) de organismos de condiciones de colecta	38
4.2. Tasa metabólica de rutina (QO_2 mg O_2 /g P.s. $\times h^{-1}$) de organismos de crecimiento bajo condiciones de laboratorio	42
4.3. Crecimiento y sobrevivencia	44
5. CONCLUSIONES	51
6. LITERATURA CITADA	52

PALABRAS CLAVE: *Penaeus vannamei*, *P. californiensis*, *P. brevis*, crecimiento, tasa metabólica de rutina, QO_2 (mg O_2 /g P.s. $\times h^{-1}$), consumo de oxígeno, Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca.

RESUMEN

Se evaluó la tasa metabólica de rutina bajo condiciones de colecta en tres especies de camarones peneidos; *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), *Penaeus californiensis* (Holmes, 1900) y *Penaeus brevirostris* (Kingsley, 1878) de los sistemas lagunares Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo de la Costa de Oaxaca. Se midió por otro lado el crecimiento, sobrevivencia y finalmente la tasa metabólica de rutina de *Penaeus vannamei* del sistema lagunar Chacahua-Pastoría. El diseño de tratamientos para medir el crecimiento fue factorial (2x3): dos niveles de temperatura (26° y 32 °C) y tres salinidades (10‰, 20‰ y 35‰), mismas que fueron las de colecta para los diferentes tiempos de muestreo. Esto a fin de determinar cuales eran las mejores condiciones para el desempeño de los organismos.

Los resultados mostraron que bajo condiciones de colecta, *Penaeus vannamei* presentó las tasas de consumo de oxígeno (QO₂) menores, siendo 34‰ y 28 °C la menor (2.03 mg O₂/g P.s. x h⁻¹). Con respecto al porcentaje de energía para manutención, la condición más adecuada fue 34‰ y 28 °C con 1.2% y 12‰ y 30 °C con 1.4%. Los valores mayores de QO₂ y porcentaje de energía para manutención correspondieron a *Penaeus brevirostris*.

Bajo condiciones de cultivo, las mayores sobrevivencias se presentaron en organismos de la temporada de secas siendo 35‰ con 100% y 20‰ con 90% las mayores. En 35‰ y 32 °C durante la época de secas se presentó el mayor crecimiento: 0.94g equivalente al 284.6%, seguido de 10‰ y 32 °C. con 1.36g equivalente al 272.8%.

Con respecto a la tasa metabólica, los valores menores se presentaron en 35‰ y 26 °C seguida de 20‰ y 26 °C de la temporada de lluvias, estas mismas condiciones son las de menor demanda de energía para manutención con 0.86% y 1.2% respectivamente. Con respecto a la influencia de la temperatura (Q₁₀) sobre la tasa metabólica, los organismos de lluvias fueron los menos afectados.

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura, actividad que persigue la utilización racional de los recursos acuáticos, es una disciplina muy compleja que requiere de la participación de diferentes áreas profesionales tales como la biología, ingeniería, economía, etc. Aunque muchos países cuentan con las áreas geográficas y clima adecuado para la realización de actividades acuícolas, solo unos cuantos la llevan a cabo de manera exitosa.

En países tales como China, Japón, Tailandia y Filipinas, se tienen registros de dicha actividad desde antes de la era cristiana Wheaton (1982) Actualmente en el hemisferio oriental se realiza de manera intensiva obteniendo altas producciones especialmente de especies como el camarón. En Ecuador y Panamá el camarón es el principal producto acuacultural, superando inclusive en orden de importancia a la producción agrícola (Hirono, 1983).

La constante demanda del mercado mundial, así como la importante fuente de divisas que representa, han propiciado que se sobrepase el nivel máximo de explotación del recurso en las pesquerías, repercutiendo directamente sobre el potencial reproductivo de las especies, mermando a la población en general. De esta manera la captura por embarcación disminuye y se incrementan tanto el esfuerzo pesquero como los costos de operación.

El camarón en nuestro país constituye uno de los recursos pesqueros más importantes por su volumen de captura, su alto valor en el mercado y por las numerosas familias cuyos ingresos dependen de su intervención en esta pesquería, que actualmente mantiene al país dentro de los principales productores mundiales (Banco de México, 1996; SAGARPA, 2003).

Bajo estas circunstancias, el cultivo de camarón en los últimos 10 años, ha representado una alternativa para apoyar y aumentar la productividad pesquera, disminuyendo los costos y aumentando la producción. En el país existen los ambientes propicios para su cultivo, como son la mayor parte de las áreas de inundación (marismas) adyacentes a las lagunas litorales así como las especies adecuadas para lograrlo.

Para poder enfrentar con éxito una empresa acuacultural es fundamental conocer los mecanismos que subyacen y explican la distribución y abundancia de las poblaciones en su medio natural. Estas bases pueden obtenerse al estudiar los aspectos básicos de la ecofisiología de la especie en cuestión. De esta forma puede entenderse como la variabilidad ambiental afecta limitando y/o modulando la sobrevivencia, capacidad reproductiva y crecimiento de los organismos. Por tanto, deben realizarse estudios bajo condiciones controladas en el laboratorio (Venkataramiah *et al.* 1975) a fin de relacionar y transferir los resultados así obtenidos a situaciones que ocurren en el campo, o bien, interpretar los fenómenos y eventos observados en el campo con la ayuda de algunas constantes fisiológicas (Klekowski y Duncan, 1975). En este sentido, se tienen los trabajos sobre las respuestas de postlarvas de camarón peneido, relacionados a la temperatura, salinidad y pH (Zein-Eldin y Griffith 1966);

Venkataramiah,1975; Gaudy y Sloane,1981; Crego y de la Cruz, 1988 entre otros).

El notable desarrollo que ha presentado la camaronicultura en el mundo ha obligado a realizar investigaciones en todos sus aspectos. El cultivo de camarón, con reproducción en cautiverio, comenzó a desarrollarse en Japón en 1934 con M. Fujinaga, que logró con éxito la reproducción y la crianza parcial del camarón *Penaeus japonicus* (Bardach, 1986).

Dentro de las investigaciones del cultivo de camarón, C. Lunz fue pionero en EUA, trabajando con *Penaeus aztecus*, *P. duorarum*, y *P. setiferus*, en la década de los cincuenta. Wheeler en 1967 y 1968 encontró que la adición de fertilizantes inorgánicos mejoraba el crecimiento de *P. aztecus* desde la etapa de postlarva a juvenil .

Bajo condiciones de cultivo, se han realizaron análisis sobre un mejor aprovechamiento del recurso, considerando los aspectos biológicos y ecológicos así como los adelantos técnicos, con el fin de implementar medidas sobre la administración y utilización más eficiente de las distintas especies de camarón bajo diferentes condiciones (Yoong y Reynoso,1983).

Las especies que actualmente se cultivan en México son *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris*, de hecho son las más cultivadas en el mundo (Anuario Estadístico de Pesca, 2003), debido a su potencial reproductivo, rápido crecimiento, y desde luego a su adaptación a las condiciones del cultivo en cautiverio tanto de alimentación como de la variación de los parámetros fisicoquímicos del agua; principalmente de salinidad y oxígeno. Estas especies han dado tan buenos resultados, que han sido introducidas en ambientes distintos a su lugar de origen. En nuestro país, se cultivan en el Golfo de México, pese a que en ese litoral también existen especies como *P. setiferus*, un camarón que puede tener potencial para su cultivo, mismo que se lleva a cabo de manera experimental por la Facultad de Ciencias en la Unidad multidisciplinaria de docencia e investigación de Sisal, Yucatán donde se están estudiando aspectos de su fisiología y nutrición.

Penaeus californiensis, es otra especie que se ha cultivado en nuestro país, aunque tiene ciertas limitantes para lograr un adecuado crecimiento en cautiverio, pues requiere de condiciones ambientales más estables en cuanto a salinidad, ya que es una especie marina clasificada como estenohalina. Bajo condiciones de cultivo, aunque es una especie voraz, su crecimiento se inhibe al alcanzar los 5 g de acuerdo con las experiencias recabadas durante algunos

ciclos de cultivo con esta especie en la granja Semillas Marinas del estado de Sinaloa (Miguel Badillo com. per.).

Es importante también conocer los requerimientos nutricionales de las diferentes especies, para lo cual se han desarrollado investigaciones en nutrición acuícola, que abarca a las diferentes especies cultivadas de camarón. Pueden incluir aspectos de la formulación en general (Hasting y Dickie, 1972;

Hilton *et al.*, 1984; Alexis *et al.*, 1985; Bordner *et al.*, 1986; Bordner, 1989; Conklin *et al.*, 1980; Morrissy, N. M. 1989; Reed y D´Abramo, 1989). De los carbohidratos (Forster, 1972; Akiyama *et al.* 1984); la importancia de los aminoácidos en el crecimiento de los organismos (Teshima *et al.* 1992; Merican *et al.* 1996); pH de la dieta Lim (1993); del estado de desarrollo (Alfonso *et al.* 1984 y 1985; Dosanjh *et al.* 1984); Chen *et al.* 1985 y 1993; Lee y Lawrence, 1985; Anderson *et al.* 1987; Dominy y Ako, 1988; Shingueno e Itoh, 1988); la selección del tipo de fuente de proteínas (Castell *et al.* 1989; Cruz-Ricque *et al.* 1987; Koshio *et al.* 1993; Sarac *et al.* 1993); sobre la reproducción con diferentes porcentajes de lípidos en el alimento (Bray y Lawrence, 1990); de mejoras en la fecundidad (Xu *et al.* 1994; Koshio *et al.* 1990). Sobre las vitaminas y minerales de la dieta (Hilton, 1989), incluso revisiones bibliográficas sobre la nutrición de diferentes especies de camarones Huang-Yung C., (1993).

1.1 Antecedentes

En México, la camaronicultura comenzó a desarrollarse en Puerto Peñasco, Sonora, estableciendo un sistema de cultivo de camarón en invernadero con la asesoría de las Universidades de Arizona y Sonora, logrando reproducir el cultivo de larvas, juveniles y organismos de talla comercial, particularmente de *P. stylirostris* y *P. californiensis* (Martínez, 1993).

Actualmente el desarrollo de la camaronicultura en México ha tenido auge y se ha promovido la creación de granjas camaroneras principalmente en el litoral del Pacífico Norte de nuestro país; Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora. En los últimos años se ha incluido Chiapas. Sin embargo la zona costera de Oaxaca, ha sido poco estudiada pese a que presenta un potencial económico relevante en términos de los recursos acuícolas.

En Oaxaca se han realizado estudios sobre la abundancia del camarón; en las lagunas del Golfo de Tehuantepec, abarcando pesquerías y abundancia de postlarvas (Chávez, 1974) y algunos muestreos puntuales sobre la abundancia de postlarvas en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría (González y Miguel, 1997). También se ha evaluado el potencial acuícola de algunos sistemas costeros como en el Istmo de Tehuantepec (Díaz, 1998).

Los aspectos ecofisiológicos de los peneidos del Pacífico Mexicano, han sido poco estudiados. Al respecto se cuenta con las investigaciones hechas por Rodríguez, (1980); Villarreal *et al.* (1992) con *P. vannamei* y *P. stylirostris*;

Villarreal y Ocampo (1993) evaluando el consumo de oxígeno en *P. californiensis* por razones acuiculturales. Por otro lado De la Lanza *et al.* (1986) realizaron un ensayo sobre la ingesta de detritos de halofitas en las especies *P. vannamei* y *P. stilirostris*. Existen otros aspectos investigados con especies del Golfo de México; Leal *et al.* (1985) alimentación de los estados larvales; Allen y Arnold (1994) sobre el balance hidrosalino de *P. aztecus* y *P. setiferus* (Díaz y Latournerié (1980); González (1990), hizo un estudio integral del balance energético de juveniles de *P. aztecus*; Cisneros (1990), sobre la regulación del medio interno y sobrevivencia de *P. aztecus*; Barbosa (1994) metabolismo respiratorio y excreción de nitrógeno de peneidos de la Laguna de Términos. Rosas *et al.* (1997) analizaron los niveles críticos de oxígeno en postlarvas de *P. setiferus* y *P. schmitti* bajo diferentes salinidades.

En los últimos años, se ha generado información sobre la obtención y manejo de las postlarvas de camarón, las cuales pueden obtense de manera natural o a partir de un laboratorio en cuyo caso, las larvas se producen bajo condiciones controladas. Se conocen además técnicas para su captura, cultivo (SEPESCA, 1990 y Martínez, 1993), manejo, aclimatación (Rodríguez, 1988), su identificación y determinación (Quinto y Loesch, 1965; Mair, 1979; Mair, 1981; Pérez-Farfante, 1988, Calderón *et al.* 1989). Pérez-Farfante y Kensley (1997) publicaron una nueva clasificación de los camarones peneidos y sergestoideos del mundo basándose en caracteres genéticos, y aunque esta

ha sido aceptada por muchos investigadores y personas que tienen que ver con la actividad camaronícola, otros con mas conocimiento de la nomenclatura zoológica no la han aceptado, porque consideran que la propuesta de especiación simpátrica a partir de diferencias en los números cromosómicos, no son caracteres diagnósticos que justifiquen la división del género *Penaeus* erigido por Burkenroad en 1934, y que se basa en caracteres morfotaxonómicos como establece el código internacional de nomenclatura zoológica, por lo que continúan usando la clasificación binomial original (Flegel, 2007).

En el presente trabajo se usa la clasificación original por lo que se considera solo el nombre del género *Penaeus* para las especies aquí empleadas; *Penaeus vannamei*, *P. californiensis* y *P. brevirostris*

En razón de que resulta prioritario realizar estudios ecológicos que apoyen el cultivo del camarón, con el fin de optimizar su aprovechamiento; de la importancia capital de las investigaciones ecofisiológicas para el desarrollo de la acuacultura, dado que proveen de la información necesaria para el apropiado manejo de las especies susceptibles de ser cultivadas y de las perspectivas que la camaronicultura tiene para los biólogos, se plantea la presente investigación bajo los siguientes objetivos.

1.2 Área de estudio

El sistema lagunar Chacahua-Pastoría, se localiza en la Costa Chica del Estado de Oaxaca. Perteneciente al Municipio de San Pedro Tututepec, Juquila, comprende aproximadamente 14,187 hectáreas, donde se asientan las comunidades de La Pastoría, Zapotalito, El Corral, Lagartero, Chacahua, El Azufre y Charco Redondo, compuestas principalmente por pescadores ribereño-lagunares.

Sus límites son: al Oriente con los pueblos de Río Grande, Jocotepec y Acatepec, sirviendo el Río Verde de límite entre ambos pueblos; al norte con el pueblo de Santa Cruz y al sur con el Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas extremas son: 15° 05' 8" y 16° 00' 2" de latitud norte y 97° 32' 50" y 97° 47' 20" de longitud oeste.

La laguna de Chacahua, ha enfrentado diferentes eventos que se pueden resumir en problemas fuertes de eutroficación, provocados por el azolve de la bocabarra que impide la interacción dinámica entre la laguna y el mar. Uno de los efectos principales fue la disminución en el nivel del agua, el decremento de su calidad, incrementándose la temperatura y la salinidad y el otro, el impedimento en el reclutamiento de postlarvas y juveniles de especies estuarinas al sistema propiciando el agotamiento de las especies de importancia económica para la pesca ribereña-lagunar. Estos efectos, se agudizaron debido a la sequía de 1990-1992, dando como consecuencia que varias hectáreas de manglar compuesta por las especies *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus* se secaran y que actualmente se encuentren en recuperación.

La comunicación de la Laguna de Chacahua con el mar, se interrumpió en 1979. En 1995, se pretendió dragar y construir las escolleras en la Barra de Chacahua, pero esto nunca se llevó a cabo. En éste mismo año, se dragó el canal de Cerro Hermoso de la Laguna de La Pastoría, mismo que ha sido desazolvado posteriormente. Por otro lado con el propósito de aportar agua dulce de Río Verde al sistema, se instalaron compuertas para regular la entrada de agua proveniente del distrito de riego de la zona, con el fin de rehabilitar el sistema, en especial la Laguna de Chacahua.

Durante la temporada de lluvias de 1997 y como consecuencia del huracán "Paulina", la Barra de Chacahua se abrió manteniéndose así actualmente, con lo que se esperaría una recuperación del sistema, si esta permanece abierta por mas tiempo, lo cual parece difícil si no se construyen escolleras que puedan mantenerla abierta permanentemente.

El sistema lagunar Corralero-Alotengo, pertenece al distrito de Jamiltepec, Municipio de Pinotepa Nacional. El sistema se localiza entre los 98°13' y 98°05'30" de longitud oeste y 16°10' de latitud norte.

La laguna está formada por un cuerpo principal del que sale un estero angosto hacia el poniente, el cual comunica al sistema con el mar. Esta

comunicación con el mar se abría naturalmente durante la temporada de lluvias, pero desde 1989 la comunicación con el mar se interrumpió. En 1996, se construyó una escollera que permitió nuevamente la comunicación de la laguna con el mar, aunque debido a la falta de estudios y la mala planeación presentaba hasta 1998 fuertes problemas de azolvamiento, tendiendo nuevamente al cierre de esta “boca” de comunicación.

El clima predominante en la Costa Chica es el cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1(w)i). Temperatura media anual de 27 °C, se encuentra en el límite térmico de las zonas muy cálidas Köppen modificado por García (1987). La precipitación va de los 1,200 a 1,500 mm³, mayor volumen vertido en verano, presentándose la máxima precipitación en septiembre. En la costa de Oaxaca, se pueden definir dos épocas: la de secas (noviembre-mayo) y lluvias (junio-octubre).

De la Región Costa, los sistemas lagunares Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo, son los más importantes, tanto por su área de inundación, como por el número de comunidades que de ellos dependen, por las actividades pesqueras que se realizan.

La vegetación característica de la zona es la selva Mediana Subperenifolia y Selva Baja Caducifolia, aunque existen también manchones de Selva Alta Subperenifolia en los Límites del Parque con el Río Verde y en la zona de las lagunas Miniyua, Espejo y Miniyoso. Existen especies importantes como: zanate (*Bravaisia integerrima*), macuil mareño (*Tabebuia chrysantha*), palo carnero (*Licania arborea*); mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), saladillo (*Avicennia germinans*) y tamarindillo (*Guaiacum culteri*).

Dentro de la fauna hay 34 especies reconocidas como raras o que requieren de protección especial, como: las tortugas marinas de carey (*Eretmochelys imbricata*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y la golfina (*Lepidochelys olivacea*); en reptiles la iguana verde (*Iguana iguana*) y cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*).

Se llega al parque Lagunas de Chacahua a través de la carretera federal México 200, aproximadamente a una hora de Puerto Escondido con dirección a Acapulco, Gro.

A la Laguna de Corralero, se llega a través de la carretera federal México 200, aproximadamente a dos y media horas de Puerto Escondido con Dirección a Acapulco, Gro. hasta llegar a la Ciudad de Pinotepa Nacional de donde sale una carretera municipal pavimentada de 20 km que va a la localidad de Corralero.

1.2 Objetivos Generales

1. Evaluación de la tasa metabólica de rutina en tres especies de camarones peneidos del sistema lagunar Chacahua-Pastoría bajo condiciones de colecta.
2. Estimación del efecto de la temperatura y la salinidad en el crecimiento de juveniles de *Penaeus vannamei* en condiciones de laboratorio y su posible aplicación en la actividad acuacultural.

1.2.1. Objetivos Particulares

- Cuantificar la tasa metabólica de rutina en camarones peneidos, con relación a las condiciones naturales de salinidad y temperatura.
- Estimar el efecto de la temperatura y salinidad en el crecimiento (g) y la sobrevivencia (%) de juveniles de *P. vannamei* en condiciones controladas.
- Estimar la influencia de la temperatura y salinidad en la tasa metabólica (QO_2 mg O_2 /g P. s. $\times h^{-1}$) de *P. vannamei*.
- Determinar el contenido calórico del tejido y la ración de manutención de *P. vannamei*.

1.3. Área de estudio

El sistema lagunar Chacahua-Pastoría, se localiza en la Costa Chica del Estado de Oaxaca. Perteneciente al Municipio de San Pedro Tututepec, Juquila, comprende aproximadamente 14,187 hectáreas, donde se asientan las comunidades de La Pastoría, Zapotalito, El Corral, Lagartero, Chacahua, El Azufre y Charco Redondo, compuestas principalmente por pescadores ribereño-lagunares.

Sus límites son: al Oriente con los pueblos de Río Grande, Jocotepec y Acatepec, sirviendo el Río Verde de límite entre ambos pueblos; al norte con el pueblo de Santa Cruz y al sur con el Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas extremas son: 15° 05'8" y 16° 00' 2" de latitud norte y 97° 32' 50" y 97° 47' 20" de longitud oeste.

La laguna de Chacahua, ha enfrentado diferentes eventos que se pueden resumir en problemas fuertes de eutroficación, provocados por el azolve de la bocabarra que impide la interacción dinámica entre la laguna y el mar. Uno de los efectos principales fue la disminución en el nivel del agua, el decremento de su calidad, incrementándose la temperatura y la salinidad y el otro, el impedimento en el reclutamiento de postlarvas y juveniles de especies estuarinas al sistema propiciando el agotamiento de las especies de importancia económica para la pesca ribereña-lagunar. Estos efectos, se agudizaron debido a la sequía de 1990-1992, dando como consecuencia que varias hectáreas de manglar compuesta por las especies *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus* se secaran y que actualmente se encuentran en recuperación.

La comunicación de la Laguna de Chacahua con el mar, se interrumpió en 1979. En 1995, se pretendió dragar y construir las escolleras en la Barra de Chacahua, pero esto nunca se llevó a cabo. En éste mismo año, se dragó el canal de Cerro Hermoso de la Laguna de La Pastoría, mismo que ha sido desazolvado posteriormente. Por otro lado con el propósito de aportar agua dulce de Río Verde al sistema, se instalaron compuertas para regular la entrada de agua proveniente del distrito de riego de la zona, con el fin de rehabilitar el sistema, en especial la Laguna de Chacahua.

Durante la temporada de lluvias de 1997 y como consecuencia del huracán "Paulina", la Barra de Chacahua se abrió manteniéndose así actualmente, con lo que se esperaría una recuperación del sistema, si esta permanece abierta por mas tiempo, lo cual parece difícil si no se construyen escolleras que puedan mantenerla abierta permanentemente.

El sistema lagunar Corralero-Alotengo, pertenece al distrito de Jamiltepec, Municipio de Pinotepa Nacional. El sistema se localiza entre los 98°13' y 98°05'30" de longitud oeste y 16°10' de latitud norte.

La laguna está formada por un cuerpo principal del que sale un estero angosto hacia el poniente, el cual comunica al sistema con el mar. Esta comunicación con el mar se abría naturalmente durante la temporada de lluvias, pero desde 1989 la comunicación con el mar se interrumpió. En 1996, se construyó una escollera que permitió nuevamente la comunicación de la laguna con el mar, aunque debido a la falta de estudios y la mala planeación presentaba hasta 1998 fuertes problemas de azolvamiento, tendiendo nuevamente al cierre de esta "boca" de comunicación.

El clima predominante en la Costa Chica es el cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1(w)). Temperatura media anual de 27 °C, se encuentra en el límite térmico de las zonas muy cálidas Köppen modificado por García (1987). La precipitación va de los 1,200 a 1,500 mm³, mayor volumen vertido en verano, presentándose la máxima precipitación en septiembre. En la costa de Oaxaca, se pueden definir dos épocas: la de secas (noviembre-mayo) y lluvias (junio-octubre).

De la Región Costa, los sistemas lagunares Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo, son los más importantes, tanto por su área de inundación, como por el número de comunidades que de ellos dependen, por las actividades pesqueras que se realizan.

La vegetación característica de la zona es la selva Mediana Subperenifolia y Selva Baja Caducifolia, aunque existen también manchones de Selva Alta Subperenifolia en los Límites del Parque con el Río Verde y en la zona de las lagunas Miniyua, Espejo y Miniyoso. Existen especies importantes como: zanate (*Bravaisia integrifolia*), macuil mareño (*Tabebuia chrysantha*), palo carnero (*Licania arborea*); mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), saladillo (*Avicennia germinans*) y tamarindillo (*Guaiacum culteri*).

Dentro de la fauna hay 34 especies reconocidas como raras o que requieren de protección especial, como: las tortugas marinas de carey (*Eretmochelys imbricata*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y la golfina (*Lepidochelys olivacea*); en reptiles la iguana verde (*Iguana iguana*) y cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*).

Se llega al parque Lagunas de Chacahua a través de la carretera federal México 200, aproximadamente a una hora de Puerto Escondido con dirección a Acapulco, Gro.

A la Laguna de Corralero, se llega a través de la carretera federal México 200, aproximadamente a dos y media horas de Puerto Escondido con Dirección a Acapulco, Gro. hasta llegar a la Ciudad de Pinotepa Nacional de donde sale una carretera municipal pavimentada de 20 km que va a la localidad de Corralero.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. *Colecta y Aclimatación de organismos*

Se emplearon camarones juveniles de tres especies; *Penaeus vannamei*, *P. brevis* y *P. californiensis* mismos que fueron capturados por medio de redes de atarraya y cuchara en diferentes sitios de la Laguna La Pastoría; Pozas de Cerro Hermoso, Rancho Viejo y Playa La Viruta. El traslado de los organismos se hizo en bolsas de plástico con agua del medio ambiente y oxígeno a saturación, debe señalarse que en los meses de octubre de 1995, abril y mayo de 1996, se llevaron a Puerto Escondido. Los organismos empleados en los meses restantes, se trasladaron al Laboratorio de Acuicultura y Producción acuática de la Facultad de Ciencias, UNAM en la Ciudad de México, donde se mantuvieron en fase de aclimatación por 24 horas y sin alimento. Se seleccionaron para el experimento camarones en estado de intermuda y sin lesiones o daño por captura. Los niveles de salinidad (‰) y temperatura (°C) se mantuvieron similares a los registrados en los sitios de colecta, representando las condiciones imperantes en cada estación del año (Tabla 3.1.1).

2.2. *Metabolismo de Rutina Bajo Condiciones de Aclimatización*

El QO_2 ($mg\ O_2/g\ P\ s^{-1}$), se midió por diferencia en la concentración de oxígeno en una cámara cerrada en un lapso de 1:00 hora, utilizando un oxímetro YSI 54 ARC y un sensor polarigráfico (YSI 5739). Se empleó un respirómetro semicerrado con recirculación de agua del medio previamente aireada y filtrada utilizando carbón activado. La temperatura se controló mediante termostatos automáticos de hélice. Los recambios de agua dependieron de la talla de los animales, aunque en general se hicieron a lo largo de media hora; es decir, se dejó fluir el agua a través de la cámara por media hora, garantizando de esta manera el recambio total, intercalados en cada medición.

En cada contenedor se colocó al azar un organismo (de especies diferentes para condiciones de colecta). El dispositivo permitió trabajar con 10 especímenes simultáneamente y dos cámaras control. Al final del ciclo, se procedió a la identificación de los camarones mediante claves de Avila y Loesch (1965); Pérez, (1988), Calderón *et al*, (1989) con la ayuda de microscopios estereoscópicos (cuando los animales fueron muy pequeños). Se tomaron registros de los datos correspondientes: longitud total (de la punta del rostro al final del telson), longitud total (de la espina epigástrica al final del telson) importante cuando el rostro está roto. Posteriormente los camarones se pesaron en base húmeda en balanzas analíticas Sargent-Welch modelos 100A y 400D de 0.0001 g. de precisión y se pusieron a secar en una estufa Lindberg/Blue M a 70 °C para finalmente volverse a pesar para trabajar el consumo de oxígeno en base seca ($mg\ O_2/g\ P.s.$)

Se consideraron en la evaluación de la tasa metabólica la separación de las fases luz (de las 07:00- 18:00 hrs) y oscuridad (de las 19:00-06:00 hrs) así como el ciclo de 24:00 hrs

2.3. Requerimientos de Energía

Para cuantificar el gasto de energía (cal/ejem *día⁻¹) así como la ración de manutención de los organismos, se utilizó el coeficiente oxalórico (Q_{ox}) de 3.20 cal/mg O₂ que de acuerdo con Brafield y Solomon (1972); Elliot y Davison (1975), es el valor aproximado para organismos amoniotéticos, que es el caso de los camarones.

Una vez secos los camarones fueron molidos en un mortero de porcelana, con el fin de tener una mezcla homogénea del tejido, posteriormente se humedeció esta harina y se hicieron pastillas con la ayuda de un peletizador, estas nuevamente se pusieron a secar en estufa a 70°C. Secas las pastillas, fueron quemadas utilizando una bomba calorimétrica Parr 1341EB con el fin de conocer el contenido calórico de los organismos de cada especie y condición.

2.4. Evaluación de la sobrevivencia y crecimiento bajo condiciones de laboratorio.

El diseño de tratamientos para medir el crecimiento, fue factorial (2x3): dos niveles de temperatura (26° y 32 °C) y tres salinidades (10‰, 20‰ y 35‰), cercanas a las de colecta para los diferentes tiempos de muestreo. Esto a fin de determinar cuales eran las mejores condiciones. Debe mencionarse que para el período de secas no se hicieron repeticiones debido a la baja disponibilidad de animales. Para los organismos de la temporada de lluvias, se tuvieron dos acuarios por cada condición, excepto para 32°C y 10‰ de salinidad donde no se tuvo ninguna pecera.

En el laboratorio se colocaron a razón de 20 organismos en acuarios de 50 l. para su aclimatación gradual, ajustando la salinidad en 3‰ y temperatura 2°C cada día, diluyendo el agua del medio o preparándola con sal obtenida en salineras de la zona cuando hubo que concentrar el medio.

Una vez aclimatados, se colocaron 10 camarones por acuario de 40 litros (distribuidos al azar). Se proporcionó a los organismos una dieta balanceada; "Camaronina 40" (Tabla 2.4.1). El alimento se suministró en una sola ración por día, equivalente al 10% de la biomasa total (porcentaje necesario para satisfacer la demanda de los juveniles), de lunes a viernes, en sábado se dio el 20% correspondiente al 10% de ese día y 10% del domingo. El remanente, se recuperó por sifoneo todos los días (excepto domingos) al hacer la limpieza de los acuarios y recambios de agua (20% diario) o más cuando fue necesario, la cual se mantuvo con aireación constante. La salinidad y temperatura de los acuarios, se ajusto cuando fue requerido. Para medir la salinidad se utilizó un refractómetro Atago S-28. Las temperaturas se midieron con termómetros de mercurio de 0.10°C de precisión, éstas se controlaron con termostatos semisumergibles EBO-JAGER. En el caso del oxígeno, este se mantuvo mediante aireación constante proporcionado por una compresora.

Tabla No. 2.4.1. Análisis proximal del alimento CAMARONINA 40, suministrado a los camarones durante la fase de crecimiento.

Constituyentes	Composición (%)
Proteínas	40.00
Lípidos	9.00
Fibra	4.00
E.L.N.	25.00
Calcio	1.80
Fósforo	1.00
Cenizas	10.00
Humedad	12.00

El alimento contiene además Vitamina A, Tiamina, Riboflavina, Piridoxina, Vitamina B-12, Niacina, Cloruro de Colina, Vitamina D-3, Acido Fólico, Vitamina K-3, Acido Ascorbico estabilizado, Vitamina E, Biotina, Acido Pantoténico, Inositol, Oxido de Magnesio, Sulfatos de Hierro, Zinc, Cobalto, Cloruro de Sodio, Lisina y Metionina.

El crecimiento se midió en tres tiempos (0, 15 y 28 días) y se consideró como el incremento en peso (g), para lo cual en los tiempos indicados se procedió a pesar en las balanzas analíticas a cada organismo del acuario. La sobrevivencia, se evaluó diariamente durante la alimentación con el fin de poder ajustar la cantidad de alimento a proporcionar en cada día. Al término de los ensayos de crecimiento, se cuantificó también la tasa metabólica de rutina (QO_2) bajo el mismo diseño (2x3) y siguiendo el procedimiento descrito anteriormente para condiciones basales.

2.5. Análisis Estadístico

La evaluación de la tasa metabólica de rutina (QO_2) de las diferentes especies, se hizo mediante ANOVA con mediciones repetidas introduciendo la talla como covariable, dado que se sabe que en un mismo estado de desarrollo los organismos pequeños exhiben tasas metabólicas más elevadas y mediante este tipo de análisis se elimina este efecto, contrastando únicamente los factores época y especie (Neter, *et al.*1990).

La sobrevivencia, se analizó como el número de organismos restantes en tiempos definidos y de manera porcentual. El Crecimiento bajo condiciones de laboratorio fue evaluado como el incremento de biomasa para cada tiempo. El análisis estadístico empleado fue ANOVA con mediciones repetidas.

En el procesamiento de la información se empleó el software OFFICE 2003, JMP ver. 3.1.6.0 para Windows y SPSS ver.8.0 para Windows.

3. RESULTADOS

3.1. Consumo de oxígeno (condiciones de colecta)

La tabla 3.1.1 presenta las condiciones de salinidad (‰) y temperatura (°C) a los que se colectaron los organismos. Resume los consumos promedio haciendo la separación de las horas de luz de las de oscuridad, así como el consumo promedio del ciclo. Se observa que la actividad metabólica es mayor durante las horas de oscuridad. El consumo de oxígeno en promedio fue mayor para *P. brevisrostris*, seguido de *P. californiensis*, los consumos menores se presentaron para *P. vannamei*.

En octubre de 1995, *P. vannamei*, presentó oscilaciones en el consumo teniendo el mayor en promedio durante las primeras horas de luz con 3.69 ± 0.9 mg O₂/g p.s. x h⁻¹. Tabla 3.1.1 presenta el promedio del ciclo (2.76 ± 0.5 mg O₂/g p.s. x h⁻¹), siendo los consumos mayor 3.69 ± 0.9 y el menor de 1.92 ± 0.3 para las 08:00 y 03:00 horas respectivamente, siendo esta última la lectura inicial, aunque esto no se refleja en la actividad de los organismos. Por otro lado, al hacer una separación del consumo de las fases Luz-oscuridad, se vio que estos fueron muy similares para ambos periodos (Figura 3.1.1).

Tabla 3.1.1. Resumen del consumo de oxígeno (QO₂) bajo condiciones de colecta de tres especies de camarones del sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Oax.

ESPECIE	MES	Sal.	T°C	QO ₂		Ciclo	n	P. S. (g)
				luz	osc.			
<i>P. vannamei</i>	Octubre 95	12±1	30±1	2.94±0.5	2.58±0.4	2.76±0.5	8	0.87±0.2
	Abril 96	36±1	28±1	4.37±0.4	5.39±0.4	4.88±0.6	9	0.19±0.0
	Abril 97	34±1	28±1	2.06±0.2	1.99±0.3	2.03±0.1	5	0.49±0.0
<i>P. californiensis</i>	Enero* 96	36±1	29±1	3.36±0.5	4.48±0.5	3.92±0.5	4	0.26±0.0
	Abril 96	36±1	28±1	3.16±0.2	3.76±0.2	3.46±0.3	9	0.36±0.1
<i>P. brevisrostris</i>	Enero* 96	36±1	29±1	3.64±0.9	4.40±0.7	4.02±0.8	4	0.17±0.0
	Mayo 96	36±1	31±1	4.79±0.8	5.59±0.8	5.16±0.7	9	0.10±0.0
	Marzo 97	34±1	29±1	8.29±0.7	8.75±0.5	8.52±0.4	8	0.12±0.0

(*) Organismos de la Laguna de Corralero, Pinotepa Nacional, Oax.

(n) número organismos empleados en cada mes

Los valores de QO₂ consideran el promedio y el error estándar

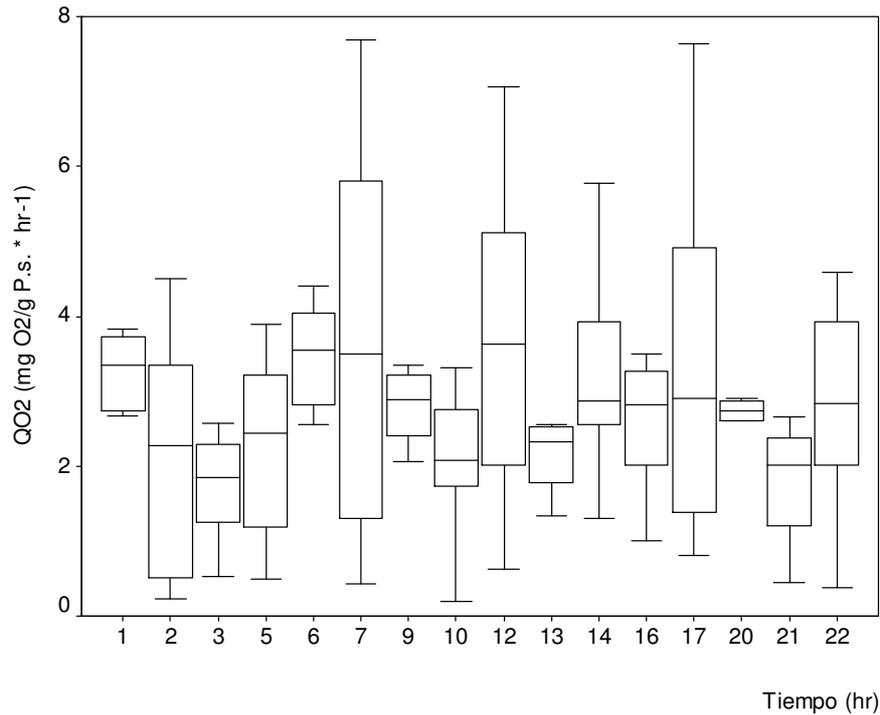


Fig. 3.1.1. Consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* de la Laguna La Pastoría, Oax. de la temporada de lluvias (octubre de 1995) durante un ciclo de 24 horas a 12‰ y 30°C.

Los organismos de enero de 1996; *P. californiensis* y *P. brevisrostris* mostraron de manera general que *P. brevisrostris* tuvo mayor consumo en promedio a lo largo del ciclo, el máximo registro se presentó a la 01:00 hrs con 4.76 ± 0.9 mg O₂/g. p.s. x h⁻¹ y fue menor que *P. californiensis* cuyo consumo mayor fue 5.33 ± 0.6 mg O₂/g. p.s. x h⁻¹ registrado a las 19:00 hrs. La tasa metabólica más alta del ciclo completo, se registró para *P. brevisrostris* (4.02 ± 0.8 mg O₂/g. p.s. x h⁻¹) mientras que para *P. californiensis* fue de 3.92 ± 0.5 . La tabla 3.1.1 presenta los consumos promedio separando las fases luz-oscuridad para ambas especies, estos resultados pueden observarse en la Figura 3.1.2. La lectura inicial fue a las 16:00 hrs, aunque no se observa influencia por la manipulación de los organismos, el aumento de la actividad se presenta en las lecturas siguientes y disminuye durante las horas de luz. En *P. brevisrostris* se presenta mayor variación en los diferentes tiempos de medición.

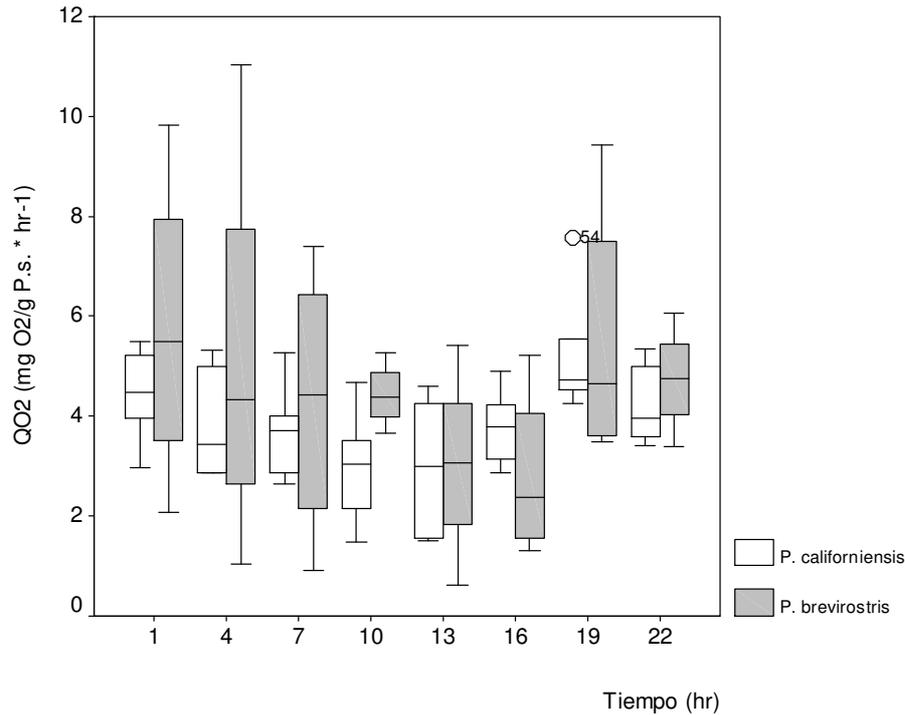


Fig. 3.1.2 Consumo de oxígeno de *Penaeus brevisotris* y *Penaeus californiensis* de la Laguna de Corralero, Oax. de la temporada de secas (enero de 1996) durante un ciclo de 24 horas a 36 ± 1 ‰ y 29 ± 1 °C

En abril de 1996, las especies fueron *P. vannamei* (4 organismos) y *F. californiensis* (4 organismos). Los consumos de oxígeno en las lecturas iniciales (01:00 am) son muy similares en ambas especies con 3.22 para *P. californiensis* y 2.98 *P. vannamei*. Este tuvo su máximo en el lapso de las 06:00 hr. con 7.55 ± 1.5 mg O₂/g p.s. x h⁻¹, mientras que el menor se presentó a las 19:00 y 04:00 hrs. con 2.20 ± 0.1 mg de O₂. *F. californiensis* tuvo su mayor consumo a las 24:00 hrs. con 6.93 ± 0.3 mg O₂/g p.s. x h⁻¹. De las dos especies, *P. vannamei* mostró el QO₂ mayor promedio (4.88 ± 0.6 mg O₂/g p.s. x h⁻¹), mientras que *F. californiensis* su consumo promedio durante el ciclo fue de 3.46 ± 0.3 mg O₂/g p.s. x h⁻¹. La tabla 3.1.1 muestra los consumos promedio para las fases luz-oscuridad siendo *P. vannamei* la especie con mayores consumos, se observan tasas metabólicas ligeramente mayores durante la noche que durante el día, así como una mayor variación en los especímenes de dicha especie (Figura 3.1.3).

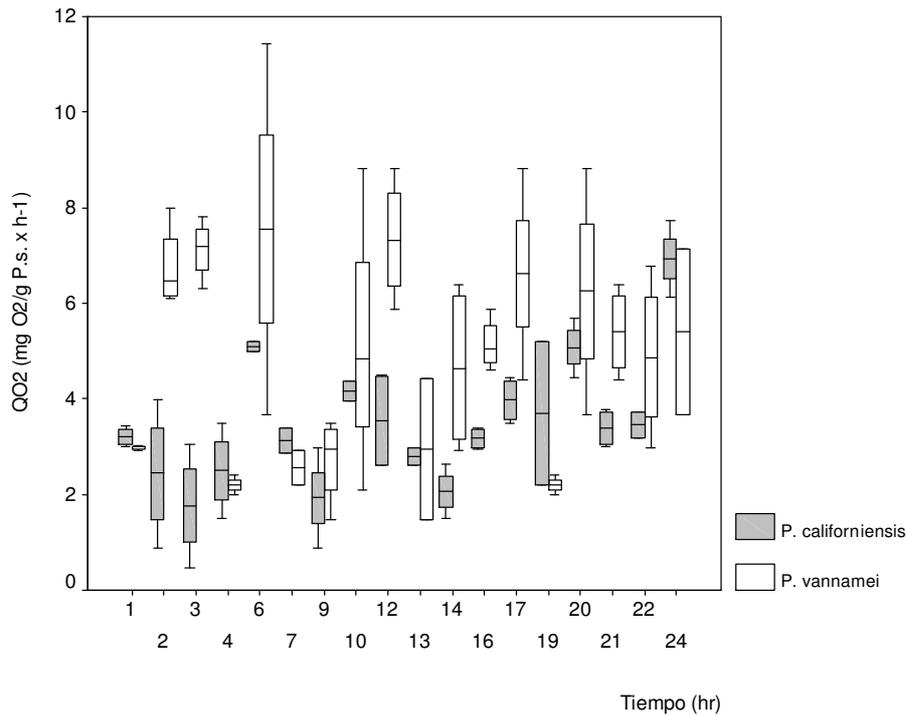


Fig. 3.1.3. Consumo de O₂ de *Penaeus vannamei* y *Penaeus californiensis* de la Laguna La Pastoría de la temporada de secas (abril de 1996) a 36‰ y 28°C durante un ciclo de 24 hrs.

En mayo de 1996, los nueve especímenes de *P. brevisrostris* tuvieron consumos que muestran variabilidad en su actividad (Fig. 3.1.4), presentando valores altos tanto en la noche (10.7 ± 1.3 y 8.69 ± 1.1 mg O₂) como en el día (8.67 ± 0.9 mg O₂) para las 23:00, 01:00 y 15:00 hrs. respectivamente. Los valores menores (2.66 ± 0.9 y 2.77 ± 0.6 mg O₂/g p.s. x h⁻¹) se presentaron a las 03:00 y 14:00 hrs respectivamente (Figura 3.1.4). El primer registro hecho a la 01:00 hrs muestra un valor alto, para posteriormente dar registros muy bajos (2.66 y 3.53 mg de O₂), puede observarse la ritmicidad en la actividad de los organismos. Los consumos promedio para las fases luz-oscuridad, tuvieron el valor menor para la fase luz (4.79 ± 0.8 mg O₂/g p.s. x h⁻¹) y mayor durante la noche (5.59 ± 0.8 mg O₂/g p.s. x h⁻¹), la Tabla 3.1.1 resume esta información.

En marzo de 1997, los consumos mayor y menor de *P. brevisrostris* se presentaron durante las horas de luz; 07:00 hrs. con 11.26 ± 1.5 mg O₂ y 15:00 hrs. con 10.95 ± 1.1 mg O₂/g. p.s. x h⁻¹, mientras el menor fue a las 18:00 hrs. con 5.41 ± 1.0 mg O₂/g. p.s x h⁻¹, el promedio del ciclo fue de 8.52 ± 0.4 mg O₂/g. p.s x h⁻¹, el consumo para la fase de oscuridad fue ligeramente mayor (Tabla 3.1.1). La figura 3.1.5 presenta la actividad de los organismos a lo largo de las 24 horas de medición, se presenta ritmicidad con un valor muy bajo a las 18:00 hrs antes de iniciar la fase de oscuridad, a partir del cual nuevamente aumenta la actividad.

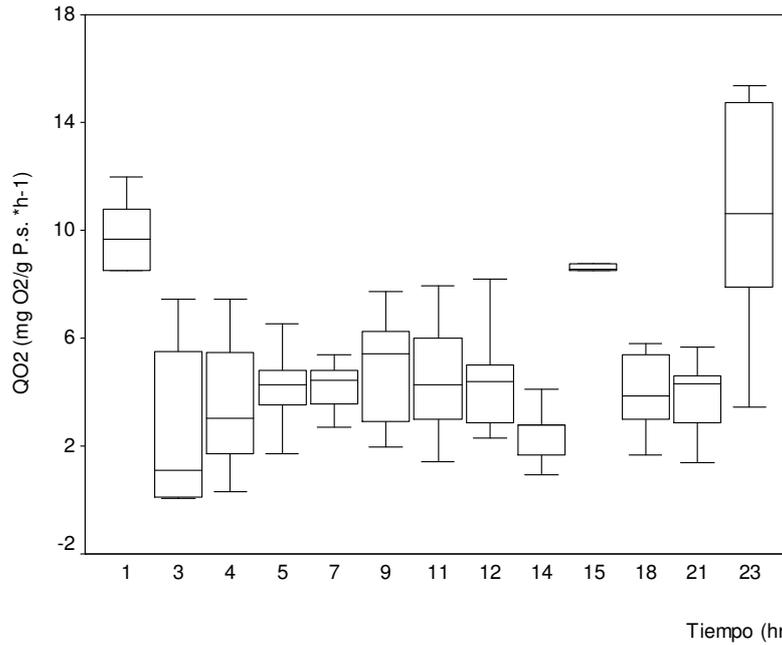


Figura 3.1.4. Consumo de O₂ de *Penaeus brevirostris* de la Laguna La Pastoría, Oax. durante la época de secas (mayo de 1996) a 36‰ y 31°C durante un ciclo de 24 hrs.

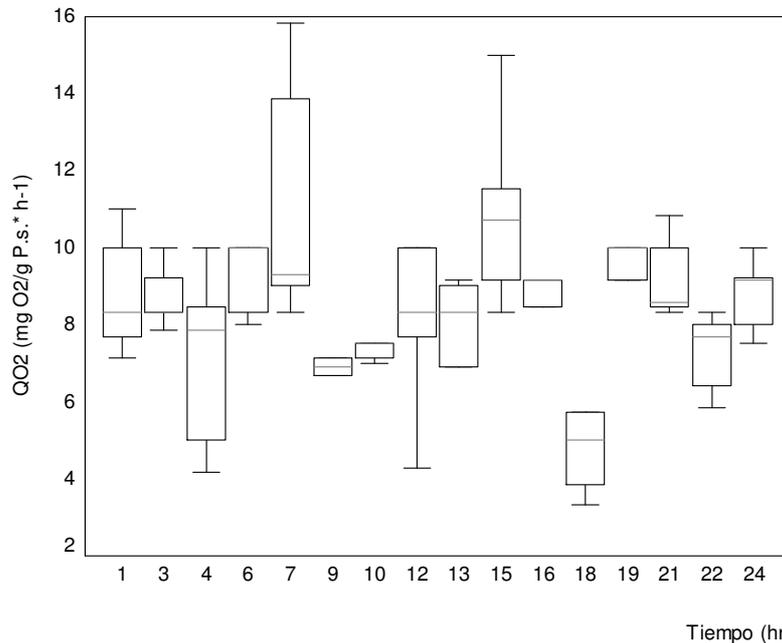


Fig. 3.1.5. Consumo de oxígeno de *Penaeus brevirostris* de la Laguna La Pastoría, Oax. durante la época de secas (marzo de 1997) a 34‰ y 29°C durante un ciclo de 24 hrs.

En abril de 1997, *P. vannamei* tuvieron consumo homogéneo a lo largo del ciclo, el valor mayor se dio en el periodo inicial; 16:00 hrs. con 2.64 ± 0.2 mg O₂/ g. p.s. x h⁻¹, posteriormente la actividad disminuye presentándose ritmicidad, el menor consumo se dio en la noche (22:00 hrs. con 1.61 ± 0.2 mg

$O_2/g \text{ p.s.} \times h^{-1}$) La tasa promedio fue de $2.03 \pm 0.1 \text{ mg } O_2/g. \text{ p.s.} \times h^{-1}$ (Figura 3.1.6). Al hacer la separación de las fases luz-oscuridad, se observó que durante la noche el consumo es ligeramente menor ($1.99 \pm 0.3 \text{ mg } O_2/g \text{ p.s.} \times h^{-1}$) que en el periodo de luz en el cual fue de $2.06 \pm 0.2 \text{ mg } O_2/g \text{ p.s.} \times h^{-1}$ (Tabla 3.1.1).

En cuanto al análisis del contenido calórico del tejido de los organismos, se hicieron tres réplicas para cada especie y condición, agrupando a los ejemplares de pesos similares. Se tuvieron valores diferentes para cada especie, para *P. vannamei*, el valor mayor fue 4,671.8 cal/g p.s. y el menor fue 4,135.8. Entre estos valores hay una diferencia en el contenido calórico de 536.1 cal/g p.s. cabe señalar que las condiciones de salinidad son diferentes para los meses en que se capturaron. *P. californiensis* por otro lado tuvo el menor contenido calórico, 3,704.9 en abril de 1996, pero tuvo también un valor alto (4,548.7) en condiciones iguales de salinidad y diferencia de un grado en la temperatura. *P. brevisrostris*, tuvo el mayor contenido calórico en 36‰ y 29°C con 4,565.5 cal/g. p.s y el menor fue de 3,911.4 cal/g p.s. existe una diferencia de 654.1 cal/g. p.s. entre estos en condiciones muy similares de salinidad y temperatura (Tabla 3.1.2).

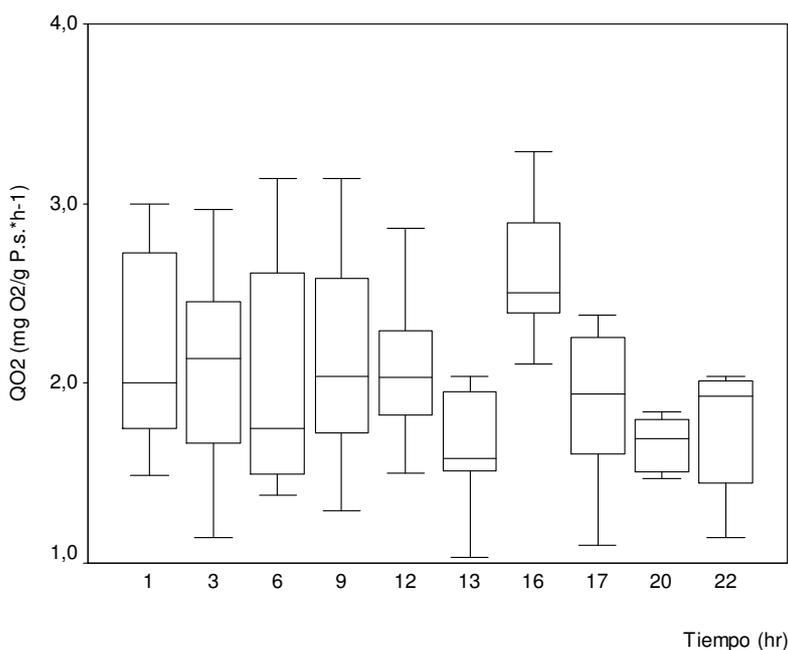


Fig. 3.1.6. Consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* durante la época de secas (abril de 1997) a 34‰ y 29°C durante un ciclo de 24 hrs.

Respecto a los requerimientos de energía para respiración, los resultados obtenidos muestran una demanda mayor para *P. brevisrostris* y van de 2.4% en enero de 1996 hasta 4.5% en marzo de 1997, con la diferencia que en este último la salinidad es 34‰, 2‰ menos que en enero, comparada con *P. vannamei* son menores (1.4%). Debe mencionarse que los especímenes de *P. brevisrostris*, son más pequeños que los empleados en las cuantificaciones del consumo de oxígeno, mientras que *P. vannamei* son de talla mayor. Los

ejemplares que presentaron la demanda intermedia, corresponden a *P. californiensis* con 2.1 y 2.2% (Tabla 3.1.2).

El análisis estadístico (mediciones repetidas) para las diferentes especies, mostró que existen diferencias significativas entre las especies con respecto al consumo de oxígeno ($P < 0.0001$), presentándose las diferencias con *P. brevis* respecto de *P. vannamei* y *P. californiensis* entre las cuales no hay diferencias en el consumo (Fig. 3.1.7). El tiempo de colecta (mes) también mostró diferencias significativas en el consumo de oxígeno ($P < 0.0001$), siendo la mayor la registrada para los meses de mayo del 96 y marzo del 97 (Fig. 3.1.8). El peso también mostró diferencias significativas ($P < 0.0156$). El tiempo (hr) dio como resultado diferencias ($P < 0.0001$) en el consumo, la actividad promedio a lo largo de los tiempos de medición, muestra que *P. brevis* es la especie con una tasa metabólica mayor, por arriba de *P. californiensis* y *P. vannamei*, especies en las que no se observan diferencias significativas, *P. vannamei* es la especie que presenta el menor consumo de oxígeno (Fig. 3.1.7 y 3.1.9). Las interacciones tiempo*peso, tiempo*especies y tiempo*mes también tienen efectos significativos (Tabla 3.1.3). La figura 3.1.7 muestra las diferencias en el consumo de oxígeno de las tres especies; se observa una diferencia mayor en *P. brevis* (3) con respecto a *P. californiensis* (1) y *P. vannamei* (2).

Tabla 3.1.2. Contenido del valor calórico y ración de manutención de los camarones de la Laguna Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo en diferentes condiciones de salinidad y temperatura.

Fecha	Sal. (‰)	T°C	Especie	QO ₂ /Día	Cal./g P.s.	% E/res*Día
Oct. 1995	12	30	<i>P. vannamei</i>	66.2	4,671.8	1.4
Abr. 1996	36	28	<i>P. vannamei</i>	117.1	-----	-----
Abr. 1997	34	28	<i>P. vannamei</i>	48.7	4,135.7	1.2
Ene. 1996*	36	29	<i>P. californiensis</i>	94.1	4,548.7	2.1
Abr. 1996	36	28	<i>P. californiensis</i>	83.0	3,704.9	2.2
Ene. 1996*	36	29	<i>P. brevis</i>	96.5	3,969.4	2.4
May. 1996	36	31	<i>P. brevis</i>	123.8	3,911.4	3.2
Mar. 1997	34	29	<i>P. brevis</i>	204.5	4,565.5	4.5

* organismos de la Laguna de Corralero

Tabla 3.1.3. Análisis de mediciones repetidas para efecto del mes, tiempo y sus interacciones en el consumo de oxígeno de las especies, introduciendo el peso como covariable.

Fuente de variación	G. L.	G.L. DEN	F	P
Entre especies				
Peso	1	62	6.1705	<0.0156
especie	2	62	11.250	<0.0001
mes	5	62	9.72	<0.0001
Dentro de horas				
Tiempo (hr)	7	56	12.0513	<0.0001

Tiempo*peso	7	56	2.4049	0.0317
Tiempo*especie	14	112	2.2269	0.0107
Tiempo*mes	35	238	5.7429	0.0001

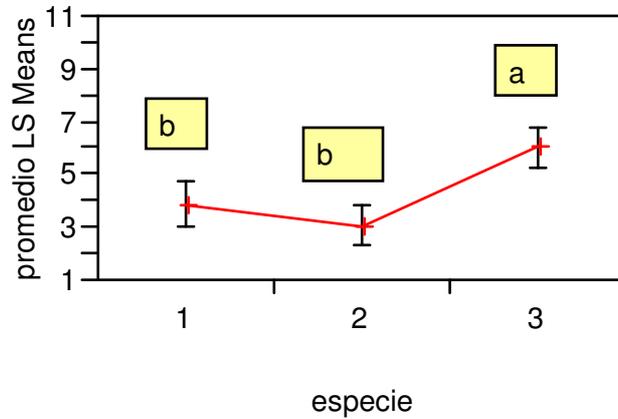


Fig. 3.1.7. Diferencias en el consumo de oxígeno de *P. californiensis* (1) *P. vannamei* (2) y *P. brevisrostris* (3) bajo condiciones de colecta.

LS Means Plot

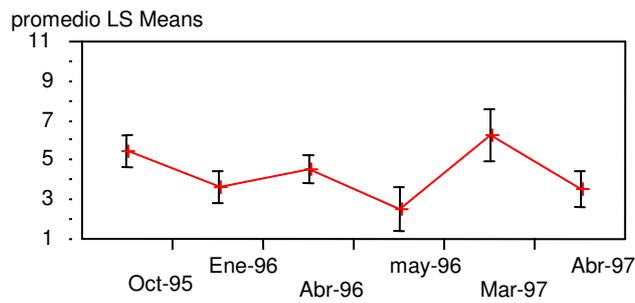


Fig. 3.1.8. Consumo de oxígeno de tres especies de camarones peneidos de acuerdo a los meses de colecta

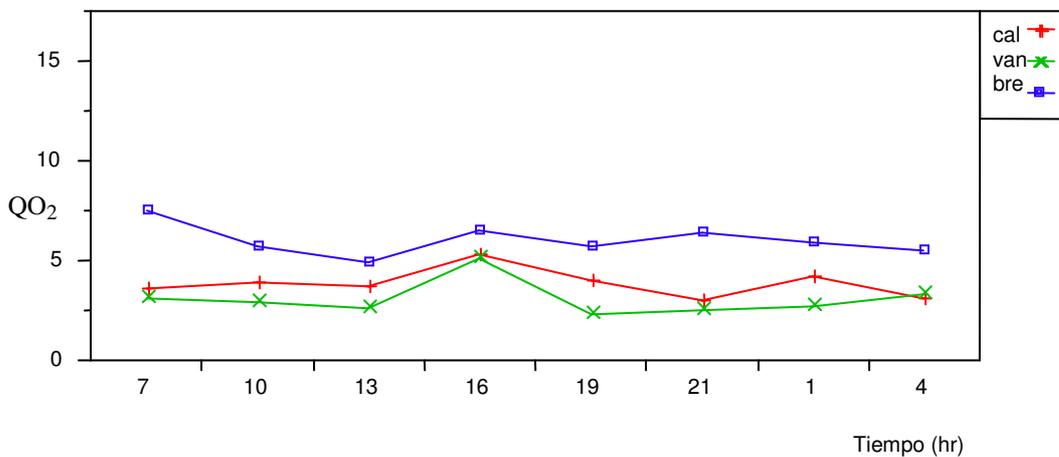


Fig. 3.1.9. Consumo promedio de oxígeno en ciclos de 24 hrs de tres especies de camarones peneidos bajo condiciones de colecta.

Las fases del ciclo resultaron ser significativas ($P=0.0002$), siendo *P. vannamei* la especie con la mayor diferencia en el metabolismo durante la noche, mientras que *P. californiensis* y *P. brevis* tuvieron mayor consumo durante el día. Las diferencias en el tiempo de colecta también resultaron ser significativas ($P=0.0001$), así como la interacción fase-peso ($P=0.0001$). No hubo diferencias entre las especies ($P=0.1367$), peso ($P=0.3643$) ni en la interacción fase-especie ($P=0.1184$) (Tabla 3.1.4). El mayor consumo evaluado en los diferentes meses, se observó en los organismos de marzo de 1997; *F. brevis*, mientras que el menor se presentó con los organismos de abril de 1997; *P. vannamei* (Tabla 3.1.1).

Tabla 3.1.4. Análisis de mediciones repetidas para efecto de la fase, las especies y sus interacciones en el consumo de oxígeno, introduciendo el peso como covariable.

Fuente de variación	F	Num.	G.L.Den	P
Entre especies				
Peso	0.8436	1	37	0.3643
especies	2.1012	2	37	0.1367
colecta	15.7315	5	37	0.0001
Dentro de fases				
Fase	17.1844	1	37	0.0002
Fase*peso	19.0378	1	37	0.0001
Fase*especie	2.2615	2	37	0.1184

3.2. Supervivencia y Crecimiento de *Penaeus vannamei* bajo Condiciones de Laboratorio.

La supervivencia de *Penaeus vannamei* de la temporada de secas después de 28 días de crecimiento, fue de 100%, para la condición de 26°C y 35‰ mientras que la menor se tuvo en 35‰ y 32°C (30%). Por lo que respecta a los organismos de la temporada de lluvias, se tuvieron en general bajas supervivencias, siendo la mayor 50% para la condición de 35‰ y 32°C y 20‰ y 32°C mientras que la menor fue para 10‰ en 26°C con 0%, al final del experimento. Siendo ésta la mas baja obtenida para los dos experimentos de crecimiento. Debe mencionarse que en esta fase, algunas réplicas, tuvieron alta supervivencia y otras baja, lo cual repercutió en el promedio final, es el caso de la condición 20‰ y 26°C (Tabla 3.2.1) por otro lado en 10‰ y 26°C la supervivencia final fue 0%.

Tabla 3.2.1. Supervivencia de *Penaeus vannamei* del sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Oax. bajo condiciones de laboratorio.

Temp. (°C)	Tiempo (días)	10 ‰			20 ‰			35 ‰		
		lluvias	lluvias	secas	lluvias	lluvias	secas	lluvias	lluvias	secas

26	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	15	63	56	70	50	50	100	50	50	100
	28	0	0	50	50	20	90	50	50	100
32	0			100	100	100	100	100	100	100
	15			60	50	50	90	50	50	90
	28			60	50	50	80	50	50	30

El análisis de mediciones repetidas, dio como resultado que sólo la temperatura y la interacción tiempo*temperatura no presentarían efectos significativos en la sobrevivencia (P 0.3182 y P 0.3164 respectivamente). La salinidad (P 0.0088) sí tiene influencia importante en la sobrevivencia siendo los resultados muy similares entre 20 y 35‰, con 63% y 61% respectivamente, mientras que con 10‰ la diferencia es del 35% (Fig. 3.2.1). La época y el tiempo también tienen efecto significativo (P 0.0001 y P 0.0001) respectivamente, en la sobrevivencia. La Fig.3.2.2 muestra que durante la época de lluvias se tiene menor sobrevivencia que en la de secas. Las interacciones tiempo*época y Tiempo*salinidad también tienen influencia importante en la sobrevivencia (Tabla 3.2.2)

Tabla 3.2.2. Mediciones repetidas para el efecto de la temperatura, salinidad, tiempo y sus interacciones en la sobrevivencia de *Penaeus vannamei*.

Fuente de variación	F	G. L.	G.L.Den	P
Entre peceras				
T °C	1.0934	1	11	0.3182
Salinidad	7.5034	2	11	0.0088
Epoca	47.4424	1	11	0.0001
Dentro de días				
Tiempo	149.0519	2	10	0.0001
Tiempo*T °C	1.2938	2	10	0.3164
Tiempo*sal	2.7929	4	20	0.0542
Tiempo*época	33.9377	2	10	0.0001

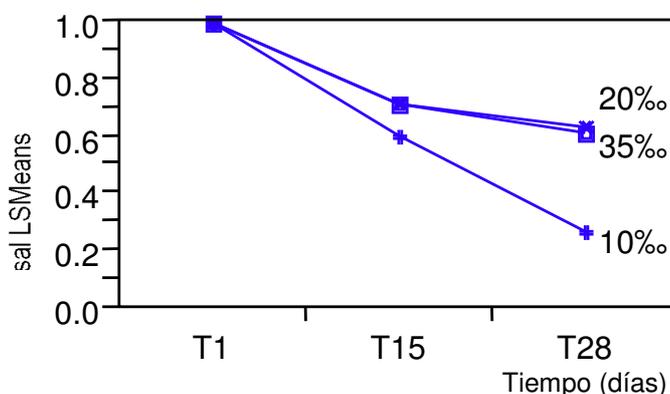


Fig. 3.2.1 Efecto de la salinidad en la sobrevivencia de *Penaeus vannamei* de las épocas de lluvias y secas crecidos a diferente salinidad.

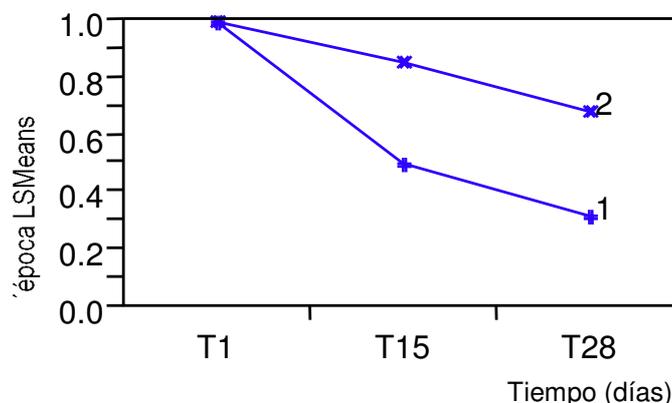


Fig. 3.2.2 Efecto de época; lluvias (1) y secas (2) en la sobrevivencia de *Penaeus vannamei* crecidos a diferentes temperatura y salinidad.

Con respecto al crecimiento, los organismos de la temporada de secas, tuvieron en promedio mayor incremento en peso a 32°C y 35‰ con 0.94g equivalente al 284.6%, En 26°C, el mayor crecimiento también fue en 35‰ con 0.67g equivalente al 221.7%, seguido de 20‰ con 0.41g (189.2%). Los animales de la temporada de lluvias, crecieron mejor a 20‰ en 32°C con 1.77g (207.3%), seguido de 35‰ también en 32°C con 1.02g que es equivalente al 181.6% (Tabla 3.2.3).

Tabla 3.2.3. Crecimiento (gr) de peso húmedo de *Penaeus vannamei* del sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Oax. en condiciones de laboratorio.

Tem (°C)	Tiem. (días)	10‰			20‰			35‰		
		lluvias	lluvias	secas	lluvias	lluvias	secas	lluvias	lluvias	secas
26	0	2.0±0.4	2.5±0.8	1.6±0.2	2.6±0.7	2.1±0.6	1.3±0.2	2.0±0.6	2.3±0.8	1.2±0.2
	15	0.98	1.07	0.55	0.83	0.59	0.74	0.93	0.47	0.73
	28			0.4	0.84	0.1	0.41	0.3	0.71	0.67
32	0			1.3±0.1	2.2±0.4	2.5±0.5	1.2±0.1	2.2±0.7	2.6±0.6	0.9±0.1
	15			0.8	0.7	0.89	0.99	0.8	0.68	0.74
	28			1.4	0.72	1.77	1.09	1.02	0.22	0.94

El análisis de mediciones repetidas (Tabla 3.2.4), mostró que la época tiene efectos significativos (P 0.0083) en el crecimiento de los organismos (Fig. 3.2.3), el cual es en promedio mayor durante las lluvias, tendiendo a disminuir a partir del día 15, mientras que en las se observa mas constante. El factor tiempo con relación al crecimiento tuvo mayor efecto (P 0.0001). La temperatura por su parte no tuvo influencia estadísticamente importante en el crecimiento de los organismos (Fig. 3.2.4), al igual que la salinidad, así como tampoco la interacción salinidad*temperatura. Las interacciones tiempo*salinidad, tiempo*temperatura, así como tiempo*época no tuvieron un efecto estadísticamente importante en el crecimiento de los camarones.

Tabla 3.2.4. Mediciones repetidas para el efecto de la temperatura, salinidad, tiempo y sus interacciones en el crecimiento de *Penaeus vannamei*.

Fuente de variación	F	G. L.	G.L.Den	P
Entre peceras				
Epoca	10.3177	1	11	0.0083
Temp	2.551	1	11	0.1385
Sal	1.7309	2	11	0.2220
Dentro de días				
Tiempo	183.0746	2	10	<.0001
Tiempo*epoca	1.8035	2	10	0.2144
Tiempo*temperatura	2.7471	2	10	0.1120
Tiempo*sal	2.0142	4	20	0.1312

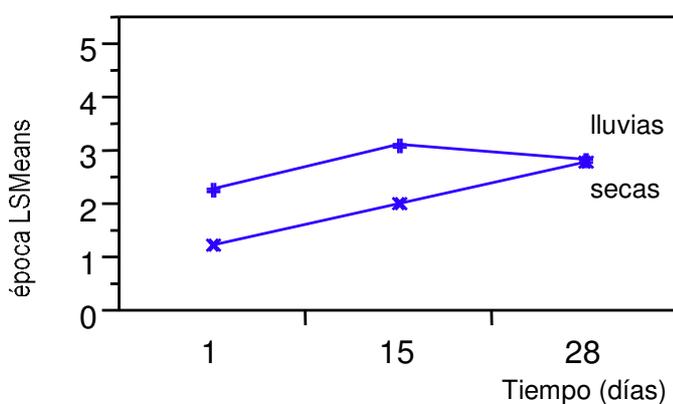


Fig. 3.2.3. Efecto de la época en el crecimiento de *Penaeus vannamei* a diferentes temperaturas y salinidades.

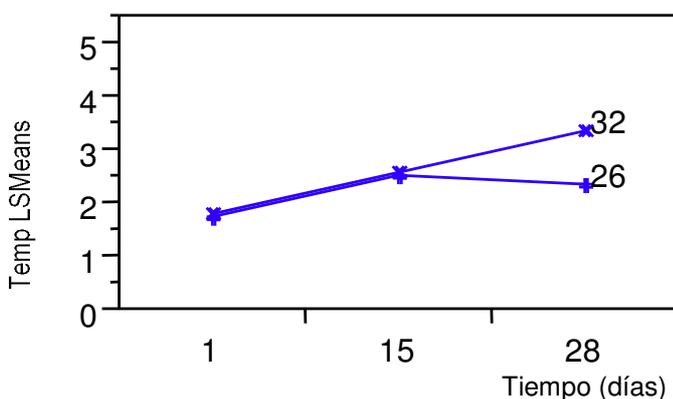


Fig. 3.2.4. Efecto de la Temperatura en el crecimiento de *Penaeus vannamei* a diferentes salinidades.

La calidad del agua en cuanto al oxígeno, registró valores de 4.69 a 5.79 mg/l para todas las condiciones de salinidad y temperatura ensayadas, encontrándose el menor valor (4.69 mg/l) en 20‰ y 26°C, mientras el mayor (5.79 mg/l) correspondió a la condición de 35‰ y 26°C. Durante la fase experimental correspondiente a la temporada de lluvia, el menor valor (4.99

mg/l), se presentó en 35‰ y 32°C, mientras que la concentración mayor también se tuvo en 35‰ pero a 26°C. Para los organismos de la temporada de secas, el oxígeno fluctuó de 4.69 a 5.64 mg/l, siendo 20‰ en 26°C el valor menor (4.69 mg/l), el mayor fue para 10‰ en 26°C con 5.64 mg/l (Tabla 3.2.5).

El pH varió ligeramente de 7.12 a 7.22 (tabla 3.2.5) para todas las condiciones de salinidad y temperatura, teniéndose el valor menor en 20‰ y 26°C para los animales de la temporada de lluvias, mientras que el mayor (7.22) se presentó en 10‰ a 26°C para ambas temporadas. La tabla 3.2.5 presenta los

valores promedio de los parámetros fisicoquímicos para las diferentes condiciones ensayadas de salinidad y temperatura.

Con relación a la temperatura, esta tuvo mayores fluctuaciones que fueron de hasta 2°C, principalmente como consecuencia de cortes en la energía eléctrica, lo que ocasionó el desajuste de los termostatos. Con respecto a la salinidad, se ajustó diariamente, para reponer el volumen evaporado, además de hacer recambios parciales de agua, los cuales fueron generalmente del 10% o mayor cuando se requirió. Los días en que se presentaron las variaciones más altas correspondieron al lunes, ya que en este día se registró la influencia de la temperatura sobre el agua pues los domingos no se hicieron recambios, por lo que generalmente este día la salinidad estuvo mas alta que el resto de la semana.

Tabla 3.2.5. Calidad del agua de los acuarios durante la fase de Crecimiento de *Penaeus vannamei* del sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Oax.

Epoca	Temp. °C	10±1 ‰		20±1 ‰		35±1 ‰	
		O ₂	p H	O ₂	p H	O ₂	p H
Lluvias	26±1	5.65±0.34	7.22±0.04	5.12±0.22	7.12±0.01	5.79±0.20	7.16±0.01
	32±1	5.17±0.31	7.21±0.02	5.16±0.12	7.13±0.01	4.99±0.16	7.18±0.02
Secas	26±1	5.64±0.27	7.22±0.02	4.69±0.40	7.16±0.01	5.57±0.28	7.16±0.03
	32±1	5.30±0.25	7.19±0.02	5.16±0.24	7.18±0.01	5.05±0.23	7.16±0.01

3.3. Consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento bajo condiciones controladas.

La comparación de los consumos promedio muestran que los mayores valores se obtuvieron en organismos de la temporada de secas, en 26°C y 20‰ fue de 1.79±0,2 mg de O₂/g p.s. x h⁻¹, mientras que en 32°C se presentó el consumo mas grande en 10‰ con 2.20±0,2 mg de O₂/g p.s. x h⁻¹. Para los organismos de la época de lluvias, se observaron en general homogéneos, teniendo el mayor consumo en 26°C a 10‰ con 1.22±0.3 mg O₂/g p.s. x h⁻¹. En

32°C se presentó en 35‰ con $1.22 \pm 0,4$ mg de O_2/g p.s. $\times h^{-1}$. (Tabla 3.3.1), ésta presenta también un resumen de los consumos promedio para las fases luz-oscuridad y del ciclo de cada condición de temperatura y salinidad ensayadas, además de los pesos secos promedio de los organismos empleados.

Tabla 3.3.1. Resumen de la tasa metabólica de rutina (QO_2 mg O_2/g Ps \cdot h $^{-1}$) de *Penaeus vannamei* de las temporadas de lluvias (1996) y secas (1997), sometidos a crecimiento bajo condiciones controladas de temperatura y salinidad.

Fase	26 °C				
	10‰ LLUVIAS	10‰ SECAS	20‰ LLUVIAS	20‰ SECAS	35‰ LLUVIAS
Luz	1,10±0,38	1,18±0,27	1,03±0,07	1,61±0,14	0,79±0,02
Oscuridad	1,34±0,30	2,32±0,35	1,36±0,14	1,96±0,17	0,69±0,10
Ciclo	1,22±0,34	1,75±0,37	1,20±0,15	1,79±0,23	0,74±0,26
Peso seco	0,59±0,09	0,56±0,10	0,89±0,08	0,59±0,09	0,81±0,12
Fase	32 °C				
		10‰ SECAS	20‰ LLUVIAS	20‰ SECAS	35‰ LLUVIAS
Luz		1,87±0,16	0,93±0,04	1,52±0,17	1,40±0,10
Oscuridad		2,32±0,30	1,18±0,13	2,19±0,22	1,05±0,12
Ciclo		2,20±0,23	1,06±0,44	1,86±0,32	1,22±0,49
Peso seco		0,74±0,05	0,82±0,04	0,71±0,07	0,71±0,13

En salinidad de 10‰ en 26°C, los consumos de los organismos de lluvias se observaron en general homogéneos, teniendo el valor mas alto durante los tiempos de la fase de oscuridad con 1.76 ± 0.2 mg O_2/g p.s. \cdot h $^{-1}$ a las 23 hrs y el menor se presentó durante las primeras horas de luz (9:00 hrs.) con 0.76 ± 0.3 mg O_2/g p.s. \cdot h $^{-1}$. En cuanto a la temporada de secas, el consumo mayor se presentó a la 1:00 de la mañana con 3.42 ± 1.4 mg O_2/g p.s. \cdot h $^{-1}$, y el

menor fue a las 16:00 hrs con 0.82 ± 0.3 mg O_2/g p.s. \cdot h $^{-1}$, el promedio mayor fue para esta condición; 1.75 ± 0.3 mg O_2/g p.s. $\times h^{-1}$. Los valores promedio de oxígeno consumido en las fases luz-oscuridad y el promedio del ciclo se presentan en la tabla 3.3.1 misma que resume estas fases para las diferentes salinidades experimentales de crecimiento y se puede observar en la Figura 3.3.1, esta muestra también las diferencias del metabolismo de *Penaeus vannamei* por época, siendo la de secas la de mayor consumo (Tabla 3.3.1). Presenta además el efecto del tiempo sobre la tasa metabólica, se observa que el consumo de oxígeno es mayor durante las primeras horas de oscuridad y

disminuye conforme se acerca la fase de luz. Con relación a la época, puede observarse que el consumo en promedio es mayor para la temporada de secas.

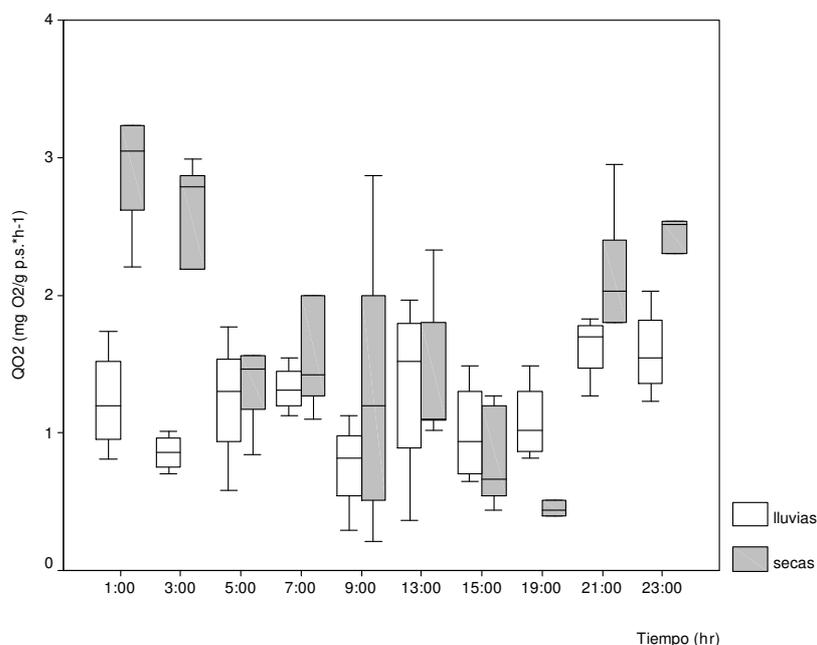


Fig. 3.3.1. Consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* durante un ciclo de 24 hrs. a 26°C y 10‰.

La comparación del metabolismo entre los organismos crecidos en condiciones controladas y los de condiciones de colecta del mes de octubre de 1995, los primeros tuvieron consumo promedio de 1.22 mg O₂/g p.s. x h⁻¹, para lluvias y de 1.75 mg O₂/g p.s. x h⁻¹ para secas mientras que para los de colecta el consumo promedio fue de 2.76 mg O₂/g p.s. x h⁻¹. Es importante mencionar que este resultado, tuvo mayor temperatura por 4°C, y 2‰ más de salinidad, además de mayor estrés, lo cual seguramente repercutió en el metabolismo respiratorio.

En salinidad de 20‰ y temperaturas de 26°C y 32°C de la época de lluvias, se presentó la mayor tasa promedio en 26°C (1.20±0.1 mg O₂/g p.s. *h⁻¹) mientras que para 32°C fue de 1.06±0.4 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ (Tabla 3.3.1), cabe señalar que en ambas temperaturas los consumos promedio son muy homogéneos, pero la variación entre los organismos de 32°C es alta en algunos registros, los valores mas altos se presentaron durante las horas de oscuridad (00:30) con 1.67±0.2 mg O₂/g p.s. x h⁻¹ para 26°C mientras que en 32°C la tasa mas alta se presentó a las 22:30 hrs. con 1.43±1.3 mg O₂/g p.s. * h⁻¹

¹ El mayor consumo durante la noche, lo tuvieron los animales de 26 °C (Fig. 3.3.2).

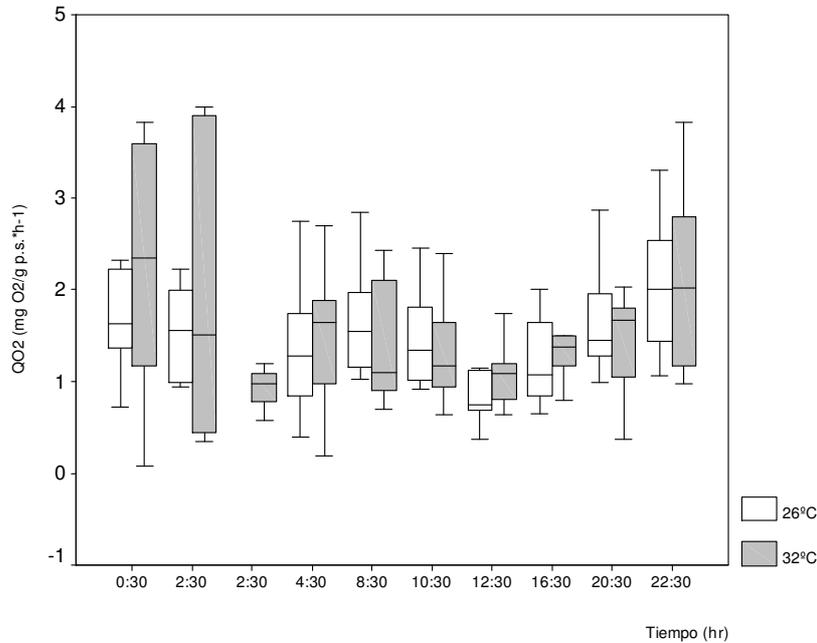


Figura 3.3.2. Ciclo de actividad metabólica de *Penaeus vannamei* de la temporada de lluvias sometidos a crecimiento a 20‰ y 26° y 32°C.

En salinidad de 35‰ de la época de lluvias, los consumos medios para el ciclo completo fueron de 0.74 ± 0.2 y 1.22 ± 0.4 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ para 26° y 32°C respectivamente (Tabla 3.3.1). La mayor actividad metabólica se observó en 26°C, y se registró en el lapso de 22:30 hrs. (1.12 ± 0.2 mg O₂/g p.s.*h⁻¹) el consumo menor se presentó a las 24:30 hrs. con 0.42 ± 0.0 mg O₂/g p. s.*h⁻¹. Para 32°C, 1.7 ± 0.2 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ fue el consumo más alto y se registró a las 12:30 hrs, mientras que el valor menor fue tomado a las 04:30 hrs. con 0.63 ± 0.2 mg O₂/g p.s.*h⁻¹. 32°C fue la temperatura donde se presentaron los valores mayores a lo largo del ciclo (Fig. 3.3.3).

La Figura 3.3.4 muestra la actividad de los organismos de la época de lluvias a 26°C, puede observarse que en 20‰ la tasa metabólica en general es mayor que a 35‰ de salinidad donde los consumos promedio para las fases luz-oscuridad son menores (Tabla 3.3.1).

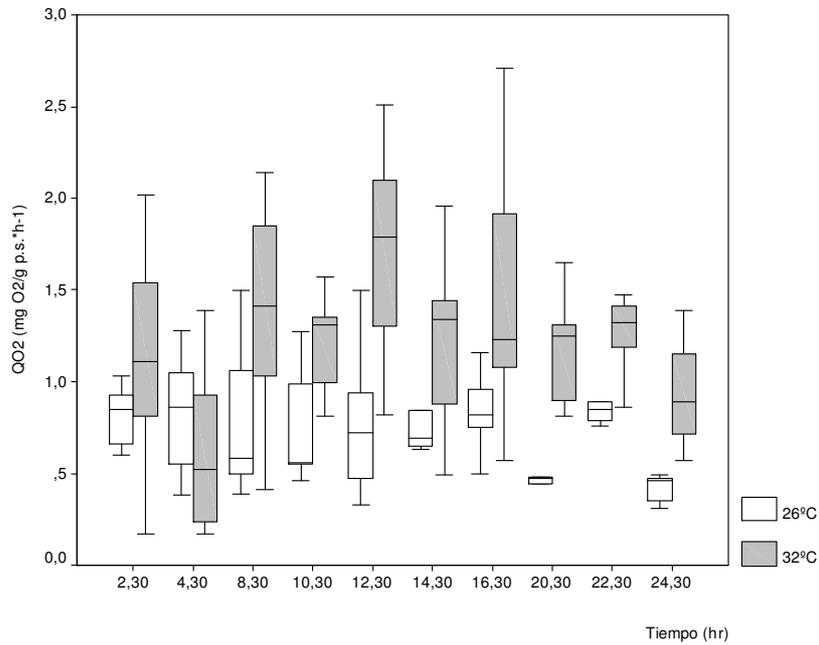


Figura 3.3.3. Ciclo de actividad metabólica de *Penaeus vannamei* de la temporada de lluvias sometidos a crecimiento a 35‰ y 26° y 32°C.

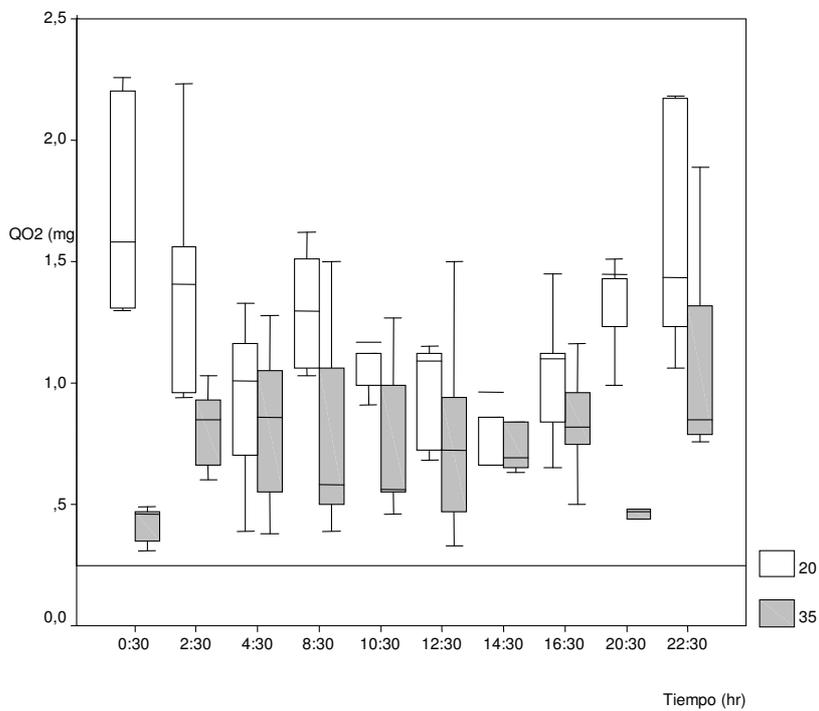


Fig. 3.3.4. Efecto de la salinidad sobre el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* de la temporada de lluvias sometidos a crecimiento a 26 °C.

Con respecto a 32 °C, el efecto es contrario ya que en este caso el consumo mayor se presentó en 35‰ de salinidad, dándose además los valores mayores durante la fase de luz y el consumo promedio para todo el ciclo también es mayor que para la condición de 20‰ de salinidad (Fig. 3.3.5 y Tabla 3.3.1). En la mayor concentración de salinidad así como la mayor temperatura (32°C) tuvieron en los organismos el mayor efecto, ya que el consumo mas alto para el ciclo se presentó en 32 °C y 35‰ de salinidad.

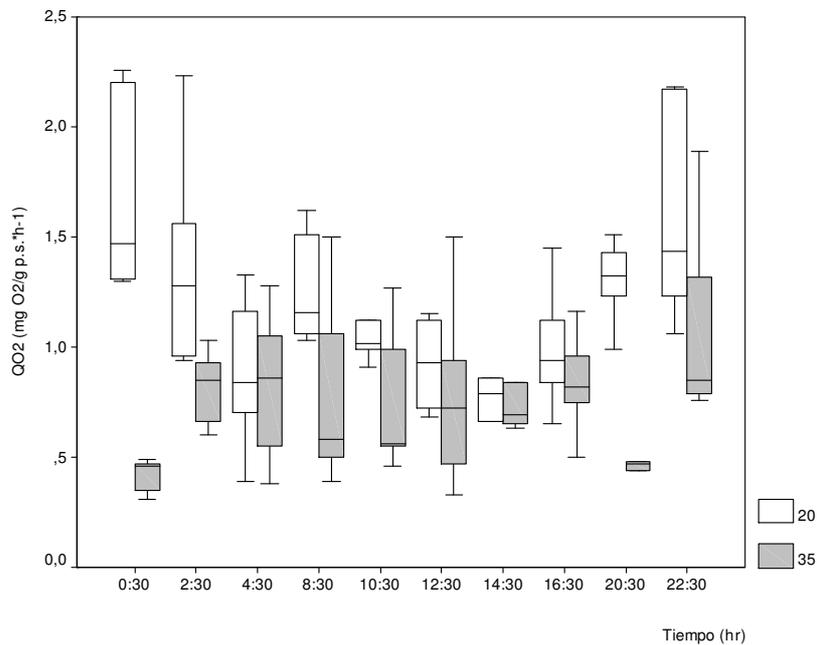


Fig. 3.3.4. Efecto de la salinidad sobre el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* de la temporada de lluvias sometidos a crecimiento a 26 °C.

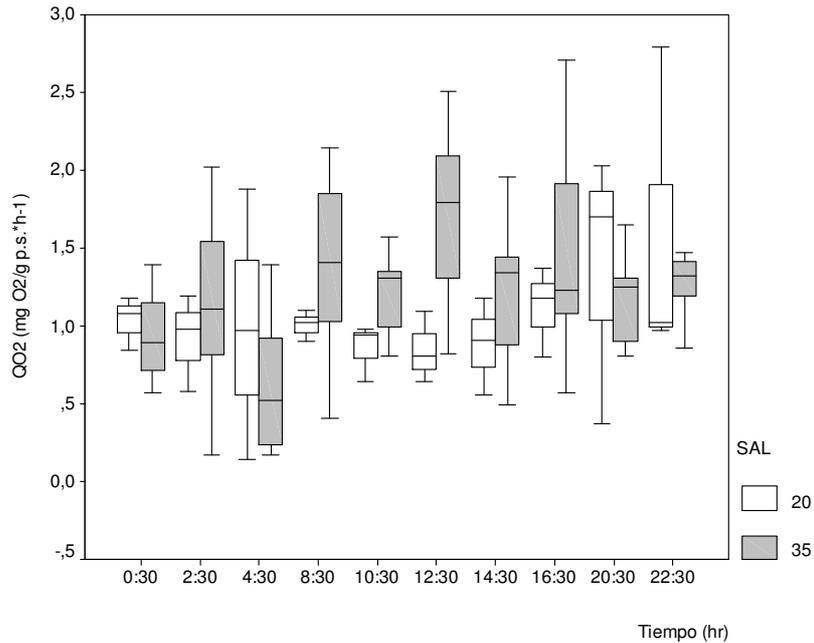


Fig. 3.3.5. Efecto de la salinidad sobre el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* de la temporada de lluvias sometidos a crecimiento a 32 °C.

Los resultados de la temporada de secas (abril de 1997) mostraron que para la condición de 10‰ y temperatura de 32°C, se tuvo un consumo promedio de 2.20 ± 0.2 mg O₂/g p.s.*h⁻¹. Los valores máximos y mínimos a lo largo del ciclo fueron: el mayor de 3.36 ± 0.4 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ medido a las 04:00 hrs y el menor 0.94 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ a las 02:30 hrs los promedios para cada una de las fases y del ciclo completo se presentan en la Tabla 3.3.1 y la Fig. 3.3.6. Los valores promedio para la condición de 20‰, son menores en las diferentes fases.

Para la condición de 20‰, los promedios fueron de 1.79 ± 0.2 y 1.86 ± 0.3 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ para las condiciones de temperatura de 26° y 32°C respectivamente (Tabla 3.3.1). Los mayores consumos fueron 2.87 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ para ambas temperaturas, pero en tiempos diferentes, ya que para 26°C se presentó a las 05:30 hrs mientras que en 32°C fue a la 01:00 am. Con relación a los mínimos, se presentaron para 26°C a las 13:00 hrs con 1.10 ± 0.4 mg O₂/g p.s.*h⁻¹ y para 32°C fue a las 11:30 hrs. con 1.00 ± 0.4 mg O₂/g p.s.*h⁻¹. A lo largo del ciclo, el consumo de oxígeno para las dos temperaturas fue muy similar (Fig. 3.3.7).

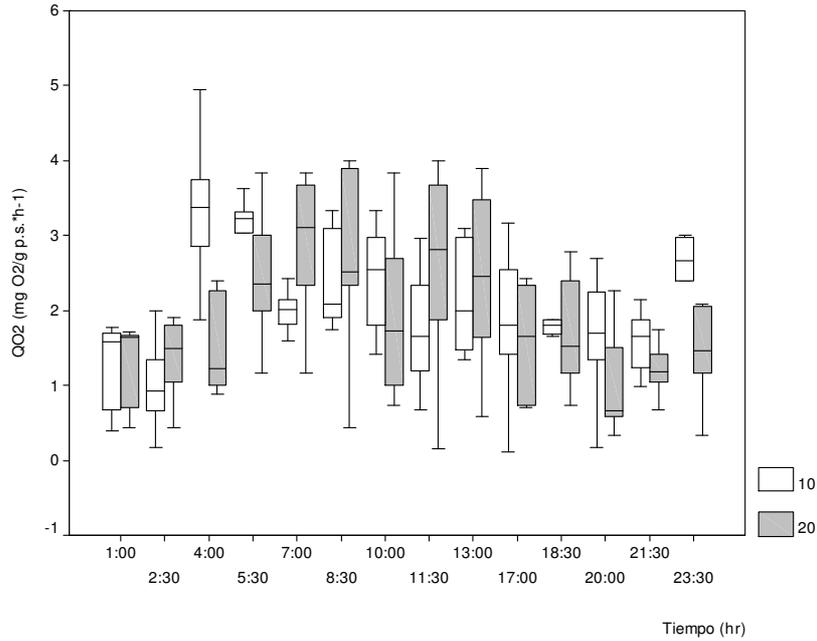


Fig. 3.3.6. Efecto de la salinidad (‰) en el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* de la temporada de secas sometidos a crecimiento a 32 °C,

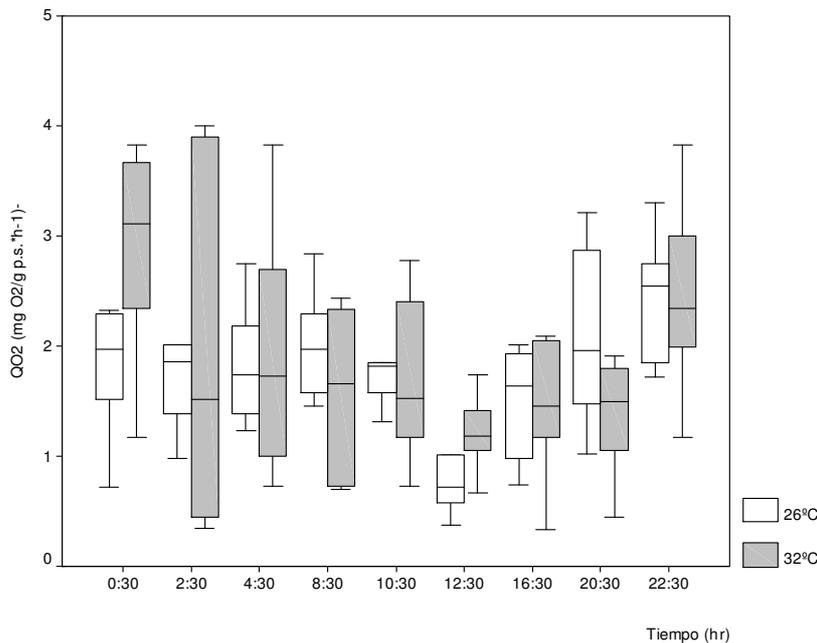


Fig. 3.3.7. Efecto de la temperatura (°C) en la actividad metabólica de *Penaeus vannamei* de la temporada de secas sometidos a crecimiento a 20 ‰.

El análisis estadístico de mediciones repetidas para el ciclo de 24 horas, mostró que la salinidad (P 0.2688), peso (P 0.0784) ni el tiempo (P 0.4097) tuvieron efectos importantes en la tasa metabólica de los organismos. No así la época (P 0.0134), en la que los mayores consumos en promedio se registraron para la temporada de secas (Fig. 3.3.8) donde los camarones de la época de

secas presentaron en promedio mayor consumo de oxígeno. La temperatura (P 0.0069), en la que también se presentan diferencias importantes (Fig. 3.3.9) siendo 32°C donde se tuvo el mayor consumo promedio. Las interacciones Tiempo*época (P 0.1600) y Tiempo*peso (P 0.3112) no influyeron significativamente en la tasa metabólica de los camarones. Pero si existe un efecto importante de las relaciones Tiempo*temperatura (P 0.0133) y Tiempo-salinidad (P 0.0002) (Tabla 3.3.2).

Tabla 3.3.2. Análisis de mediciones repetidas para el efecto de la época, temperatura y salinidad introduciendo el peso seco como covariable en el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento.

Fuente de variación	F	G. L.	DF Den	P
Entre peceras				
Epoca	6.8226	1	33	0.0134
Temp	8.3217	1	33	0.0069
Sal	1.3677	2	33	0.2688
Peso	3.2997	1	33	0.0784
Dentro de horas				
Tiempo	1.0758	8	26	0.4097
Tiempo-epoca	1.6465	8	26	0.1600
Tiempo-temperatura	3.1118	8	26	0.0133
Tiempo-sal	3.7409	16	52	0.0002
Tiempo-peso	1.2497	8	26	0.3112

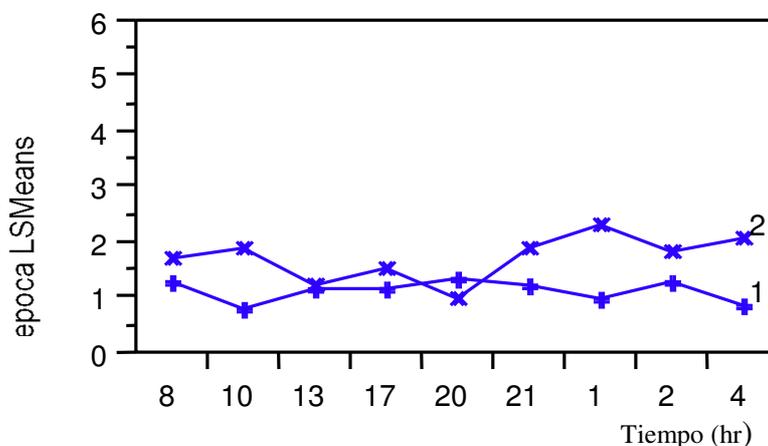


Fig. 3.3.8. Efecto de la época (lluvias (1) y secas (2)) en el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento.

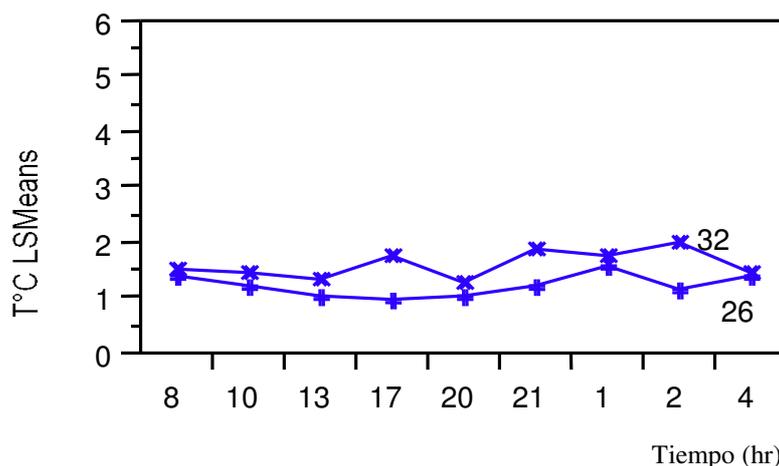


Fig. 3.3.9. Efecto de la temperatura (26°C y 32°C) en el consumo de oxígeno de *Penaeus vannamei* sometidos a sometidos a crecimiento.

Por lo que respecta a la tasa metabólica por fase (luz-oscuridad), la época y la temperatura si tienen influencia en estas (P 0.0204 y P 0.0164) respectivamente (Tabla 3.3.3). La Fig. 3.3.10 muestra las diferencias de la tasa metabólica para cada fase; observándose que es mayor durante la noche (t2) que en las horas luz (t1) y por otro lado que también durante la época de secas el metabolismo es mas alto. En el caso de la temperatura sucede algo similar; la mayor actividad se presenta durante las horas de oscuridad, pero además es mayor a temperatura de 32°C que en 26°C (Fig. 3.3.11). Las interacciones Tiempo*época, Tiempo*peso, Tiempo*salinidad y Tiempo*temperatura, no tuvieron efectos importantes sobre el consumo de oxígeno por fase Luz-oscuridad en *P. vannamei*.

Tabla 3.3.3. Análisis de mediciones repetidas para el efecto de la época, temperatura y salinidad introduciendo el peso seco como covariable en el consumo de oxígeno por fases de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento.

Fuente de variación	F	G. L.	DF Den	P
Entre peceras				
Epoca	5.9334	1	33	0.0204
Temp	6.396	1	33	0.0164
Sal	0.8083	2	33	0.4542
Peso	3.1007	1	33	0.0875
Dentro de fase				
Tiempo	0.2224	1	33	0.6403
Tiempo*época	0.595	1	33	0.4460
Tiempo*temp	0.271	1	33	0.6061
Tiempo*sal	2.4023	2	33	0.1062
Tiempo*peso	0.1818	1	33	0.6726

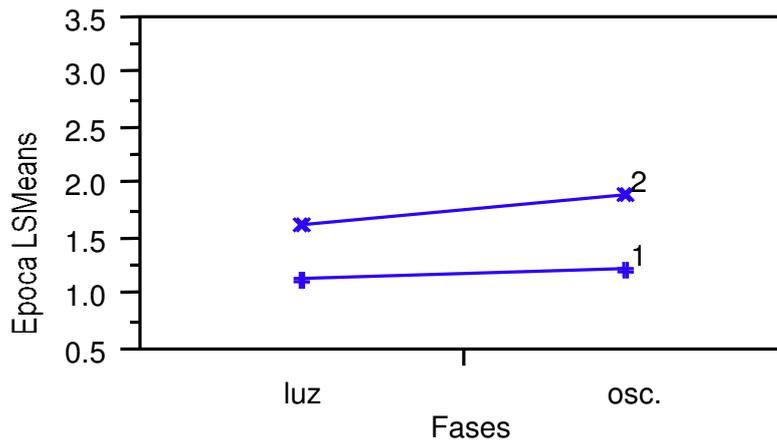


Figura 3.3.10. Efecto de la época; lluvias (1) y secas (2) en el consumo de oxígeno por fase luz y oscuridad de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento.

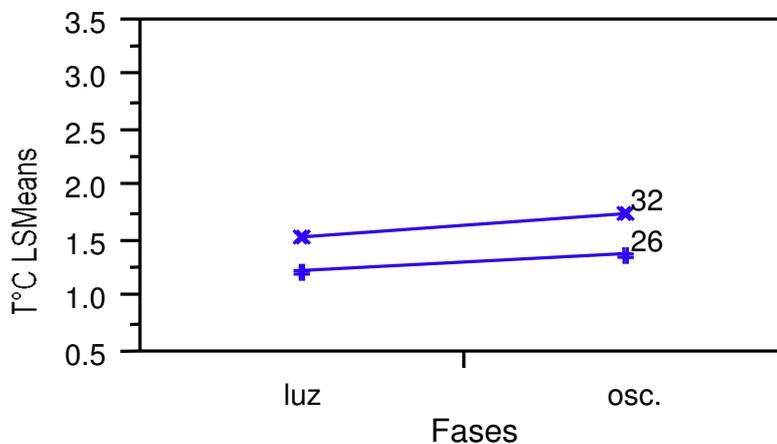


Figura 3.3.11. Efecto de la temperatura (26° y 32°C) en el consumo de oxígeno por fase; luz (t1) oscuridad (t2) de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento

El peso seco promedio de los organismos empleados para cada condición en ambas temporadas fue 0.7g, por lo que éste fue considerado como organismo tipo para poder hacer las comparaciones correspondientes de consumo de oxígeno. Los resultados de los análisis de regresión lineal resultado de la transformación logarítmica de la relación QO_2 -peso seco, mostraron los consumos (QO_2); menores en 35% con valor de 0.71 y 1.24 mg de O_2 en 10‰ ambos en 26°C para organismos de la época de lluvias, mientras que en secas fue de 1.67 mg de O_2 en 10‰ y 26°C. El consumo mayor, se tuvo con animales de la temporada de secas, en 10‰ y 26°C con 2.03 de QO_2 . Los resultados completos se presentan en la Tabla 3.3.4.

Tabla 3.3.4. Resultados de los análisis de regresión lineal ($Y = A + b X$) considerando como organismo tipo 0.7 g.

	L L U V I A S		
--	---------------	--	--

Salinidad (‰)	Temperatura (°C)	Ordenada	Pendiente	R ²	QO ₂
10	26	1.158	0.117	0.167	1.24
20	26	2.169	-1.103	0.706	1.40
20	32	1.622	-0.701	0.799	1.13
35	26	0.893	-0.256	0.950	0.71
35	32	1.833	-0.749	0.832	1.31
S E C		A S			
10	26	1.557	0.162	0.005	1.67
10	32	2.976	-1.312	0.401	2.05
20	26	2.507	-1.187	0.557	1.68
20	32	3.721	-2.218	0.497	2.17

Al evaluar la influencia que tiene la temperatura sobre el metabolismo de los organismos (Q₁₀), se encontró que para 35‰ y 32°C se tuvo menor tasa metabólica para los organismos de la época de lluvias (Q₁₀=0.81) y la mayor (Q₁₀=1.53) se tuvo en 20‰ y 32°C de la temporada de secas. En general para la época de lluvias, los resultados obtenidos de Q₁₀ fueron dispares mientras que los de secas fueron relativamente homogéneos, esto debido a las diferencias de peso en los organismos; menores en secas (0.59 g.) mientras que en lluvias fueron de 0.90 g. Tabla 3.3.5.

Para las condiciones de 10‰ correspondiente a lluvias, no se calculó el Q₁₀ debido a que sólo se pudo evaluar el consumo de oxígeno en 26°C. En cuanto a la época de secas, el Q₁₀ correspondiente a 35‰ tampoco se pudo realizar, ya que en este caso no se pudo evaluar la tasa metabólica en ninguna de las dos temperaturas por falta de organismos. La tabla 3.3.5 muestra los valores de la tasa metabólica correspondientes a cada condición.

Tabla 3.3.5. Influencia de la temperatura (Q₁₀) sobre la tasa metabólica de rutina de *Penaeus vannamei* sometidos a crecimiento bajo condiciones controladas

Salinidad‰	Temperatura	Q ₁₀
L L U V I A S		
20	26 - 32	1.23
35	26 - 32	0.81
S E C A S		
10	26 - 32	1.41
20	26 - 32	1.53

En lo que respecta al porcentaje de energía destinado a respiración (ración de manutención), los requerimientos durante la época de lluvias son muy variables y van de 0.86% en los organismos de 35‰ y 26°C a 2.14% en 35‰ y 32°C. Para la época de secas, van de 2.69 a 3.19 para 10‰ en 26°C y 10‰ en 32°C respectivamente. En cuanto al contenido calórico de los ejemplares, este varía considerablemente durante esta época. En los de temporada de secas, el contenido calórico es más constante para las

condiciones de 10 y 20‰ en ambas temperaturas; 26 y 32°C. La demanda energética por consiguiente es muy similar para estos animales (Tabla 3.3.6).

Tabla No. 3.3.6. Contenido del valor calórico y ración de manutención de *Penaeus vannamei* del sistema Lagunar Chacahua-Pastoría sometidos a crecimiento a diferentes condiciones de salinidad y temperatura.

Sal. (‰)	T (°C)	QO ₂ /Día	Cal./g. P.s.	% E para resp./Día
L L U V I A S				
10	26	91.5	4,519.8	2.02
20	26	92.2	7,697.0	1.20
20	32	79.0	3,865.5	2.04
35	26	54.4	6,297.0	0.86
35	32	90.6	4,233.0	2.14
S E C A S				
10	26	122.2	4,541.0	2.69
10	32	152.0	4,768.7	3.19
20	26	143.7	4,649.6	3.09
20	32	144.6	4,596.2	3.15

4. DISCUSION

4.1. Tasa metabólica de rutina (QO_2 mg O_2/g P.s. $\times h^{-1}$) de organismos bajo condiciones de colecta.

El consumo de oxígeno en condiciones de colecta, mostró en general valores altos para *Penaeus brevirostris*, siendo los mayores los correspondientes a los organismos de marzo de 1997, en salinidad de 34‰ y temperatura de 29°C. Los que tuvieron menor consumo de esta misma especie fueron los del mes de enero de 1996, aunque no son los camarones de menor peso, ya que estos correspondieron a los capturados en mayo de 1996 y tuvieron un consumo intermedio (Tabla 3.1.1). Pacheco (1998), menciona que organismos de *P. brevirostris* de la época de secas al ser sometido a pruebas de estrés de alta a baja salinidad, incrementaron su tasa metabólica (QO_2) de 5.4 a 8 mg O_2/g P.s. $\times h^{-1}$, Durante la temporada de lluvias observó un patrón similar con un incremento en el QO_2 de 7.7 a 12.2. Los especímenes utilizados por Pacheco, son de peso similar a los empleados en el presente trabajo, por lo que los valores registrados en ambas investigaciones tienen cierta similitud. *P. brevirostris*, es una especie poco estudiada, por lo que al hacer la revisión bibliográfica, no se encontraron registros en la literatura especializada. Las variaciones en la tasa metabólica de esta especie, observadas en la presente investigación, pueden estar relacionadas con otros factores, ya que investigaciones hechas con *Euphasia pacifica*, encontraron que la presión atmosférica hace que dicha especie incremente ligeramente su tasa metabólica (Torres y Childress, 1983). Lo anterior puede ser una condición importante para que *P. brevirostris* restrinja su distribución y su permanencia dentro de los sistemas estuarinos a sólo la época de secas que es cuando en las lagunas costeras de la zona, la salinidad es elevada y los organismos se mantienen en las cercanías del mar en condiciones de salinidad "similar" a este. Clark, (1992) en ensayos hechos con *Penaeus semisulcatus*, reporta que cuando a este camarón se le cambia la salinidad, presenta una reducción en la respiración debido a que al igual que *P. brevirostris* es pobre regulador y su mortalidad se incrementa.

Uno de los puntos importantes en la falta de investigación de *P. brevirostris*, es su escaso potencial fisiológico de regulación con respecto a la salinidad, que ha impedido su explotación comercial desde el punto de vista acuícola, ya que es una especie estenohalina, de hábitos netamente marinos, y aunque en estado juvenil temprano (menor a 1.0g de peso húmedo) se le puede encontrar en ambientes estuarinos, como son las lagunas costeras del Pacífico mexicano; sistema lagunar Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo entre otras, parece ser que sólo entra durante breves lapsos, pues hasta ahora en la zona del presente estudio, y en general en el estado de Oaxaca, su captura en la pesca ribereña no se presenta. Puede decirse que esta especie únicamente

ingresa a las lagunas costeras durante la marea alta y permanece dentro mientras las condiciones de salinidad, el factor más importante en el ciclo de vida de los peneidos (Chen y Lin, 1994) son similares a las marinas, lo cual se presenta durante la época de estiaje, ya que en la temporada de lluvias, el medio se diluye tendiendo a una condición hiposalina, desfavorable para la especie en cuestión, en esta época que es cuando ha sido capturada, se encuentra en la boca de la laguna, donde las condiciones son “similares” a las marinas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, muestran además que, conforme se incrementa el peso seco de los organismos, el metabolismo tiende a disminuir en las tres especies estudiadas, presentándose la mayor tasa metabólica en los individuos de menor peso; *P. brevirostris*, *P. californiensis* y por último *P. vannamei* (Tabla 3.1.1). Al respecto Villareal y Ocampo (1993), encontraron al evaluar el consumo de oxígeno a postlarvas y juveniles de *P. californiensis*, que los mayores valores fueron para las fases de postlarvas y posteriormente juveniles, es decir los de menor peso. En el camarón *Penaeus semisulcatus*, se obtuvieron efectos similares; el consumo fue inversamente proporcional al peso (Clark, 1992), González (1990), trabajando con *Penaeus aztecus*, encontró que el consumo de oxígeno se incrementa conforme aumenta la temperatura y salinidad, pero observó que puede decrecer al someter los organismos a cambios de salinidad a la alta o a la baja. Resultados similares también fueron reportados para *P. japonicus*, en la que se observó además un decremento significativo en la excreción con el incremento de la temperatura (Chen y Lai, 1993), Chen y Lin (1995), observaron en *Penaeus chinensis* que el consumo decrece con el incremento de la salinidad, pero se incrementa cuando el nitrógeno amoniacal aumenta en el medio. Al igual que *P. brevirostris*, *P. californiensis*, son especies de hábitos marinos clasificada como estenohalina, pero a diferencia de la primera, ésta ha sido más estudiada debido a que en México junto con *P. stylirostris*, fueron las primeras en ser cultivadas bajo condiciones controladas, por investigadores de la Universidad de Sonora, Mex. (Martínez, 1993). *P. californiensis* aunque es una especie que ha sido cultivada comercialmente en granjas de tipo semiintensivo e intensivo en el norte del país, la información publicada en revistas especializadas sobre esta especie es escasa. Por ende la información que aquí se presenta es importante para conocer más acerca de su fisiología, de tal manera que permita hacer su explotación más adecuada desde el punto de vista acuícola.

Los resultados de la comparación entre especies del presente trabajo, aunque solo corresponden a organismos de la época de estiaje (enero, marzo, abril y mayo de 1996 y 1997), mostraron mayor consumo de oxígeno para *P. brevirostris*, posteriormente *P. californiensis* y por último y *P. vannamei*, siendo además este mismo orden en el incremento del peso seco de los especímenes, es decir, los animales más pequeños correspondieron a *P. brevirostris*, mientras los mayores fueron de *P. vannamei*, resultados que coinciden con la literatura

consultada. Por otro lado el análisis estadístico mostró que existen diferencias altamente significativas entre las especies *P. vannamei* y *P. brevirostris* y entre *P. californiensis* y *P. brevirostris*. Mientras que la comparación entre *P. californiensis* y *P. vannamei*, no tuvo diferencias significativas en el consumo de oxígeno (Tabla 3.1.3). El análisis mostró además que la temperatura si es un factor que afecta mas el metabolismo de los organismos, mientras que la salinidad lo afecta en menor grado.

Los consumos menores de las tres especies fueron para *P. vannamei* de 0.49 g. de peso seco, en 34‰ y 28°C. *P. californiensis*, tuvo los valores medios de consumo, así como también el peso intermedio (0.31g). De acuerdo a estos valores de QO₂, puede decirse que *P. vannamei*, es la especie con mejor desempeño para las condiciones experimentales ensayadas, y aunque las salinidades en las que se evaluó la tasa metabólica son muy contrastantes, reflejan la capacidad que esta especie tiene para regular su medio interno, pues es un organismo clasificado como eurihalino, mientras que *P. brevirostris* y *P. californiensis*, son especies de hábitos marinos, con un intervalo de regulación muy reducido (estenohalinos), en este estudio las salinidades estuvieron dentro de los promedios del agua de mar; 34-36‰ para ambas especies (Rodríguez, 1976).

Es importante mencionar que, aunque las condiciones de salinidad y temperatura a las que se hicieron las mediciones de oxígeno fueron las de colecta, estadísticamente no son las óptimas para las diferentes especies evaluadas, pues el análisis de varianza mostró que, la temperatura influyó significativamente en el consumo de oxígeno de los organismos. Crego y de la Cruz (1988), mencionan que la tasa metabólica varía tanto con el grado de desarrollo de la especie como con la edad de los organismos. González (1990), encontró para *Penaeus aztecus*, consumos mayores en 24°C, mientras que para 30°C disminuyen ligeramente así como también disminuye el contenido energético del organismo. Se ha observado que la temperatura modifica la tasa metabólica, acelerando las reacciones enzimáticas y repercutiendo directamente en el consumo de oxígeno, lo cual influye al mismo tiempo, en los requerimientos energéticos para la realización de las diferentes actividades como, el crecimiento y la reproducción. Aunque investigaciones realizadas con *Oikopleura dioica* mencionan que la temperatura no afecta el metabolismo de este organismo (Gorsky *et al.* 1987). Belman y Childress (1973), mencionan que la langosta *Panulirus interruptus* y el cangrejo *Cancer productus* a 24°C aceleran su crecimiento, pero también observaron que en términos de energía esto es costoso, ya que los requerimientos para mantener los procesos metabólicos normales son altos, lo que no sucede en temperaturas menores. Estos investigadores encontraron que para 24°C se requiere del doble de energía que la que se necesita a 17°C. Además que cuando actividades como la natación, son mayores, incrementan el gasto energético, siendo el tamaño y la masa corporal factores importantes (Ikeda, 1985). Klein (1975) también reporta que el

consumo de O_2 está en función de la temperatura y de la salinidad, además del estado de desarrollo como en *Macrobrachium amazonicum* (Zanders y Rodríguez, 1992). En investigaciones con *Euphasia pacifica*, se ha reportado que el metabolismo aerobio depende de la temperatura, ligeramente de la presión y principalmente de la actividad del organismo (Torres y Childress 1983).

Los resultados demuestran que el consumo de oxígeno, está en función de la talla del organismo, es decir, cuando se incrementa la biomasa de los organismos, el consumo es menor, y cuando el peso es menor se tiene un aumento notable en la tasa metabólica. Estos resultados se diferencian claramente entre *P. vannamei* y *Penaeus brevisrostris* (Tabla 3.1.1). Resultados similares fueron reportados en los cangrejos *Panopeus herbstii* y *Menippe mercenaria*, donde el metabolismo disminuye conforme se incrementa el tamaño y peso del organismo y decrece cuando disminuye la concentración de oxígeno en el medio (Leffler, 1973). En *Penaeus californiensis*, la tasa metabólica aumenta con el incremento de la temperatura y disminuye con el aumento de la talla (Villareal y Ocampo, 1993). Eggleston y Lustick (1981), encontraron en el acocil *Orconectes rusticus*, que la temperatura influye directamente el consumo ya que este aumenta conforme se eleva la temperatura teniendo las tasas mayores a 25°C. El QO_2 también es afectado por la fase de la muda, la misma concentración de oxígeno disuelto, además de la salinidad y la temperatura en *Palemonetes antennarius* (Dalla Via, 1986). En *Penaeus japonicus* la tasa metabólica decrece con alta salinidad y baja temperatura, pero no con alta temperatura (Dalla Via, 1987; Chen y Lai, 1993). También se observó que en *Penaeus chinensis*, la tasa metabólica decrece cuando se incrementa la salinidad y la concentración de nitrógeno amoniacal (Chen y Lin, 1992).

En la presente investigación, se observó también actividad diferencial de los organismos, lo que se reflejó en el mayor consumo durante la noche sobre todo para *P. californiensis* y *P. brevisrostris*; periodo de mayor actividad para los organismos (Fig. 3.1.1-3.1.3). En *P. vannamei*, se observaron consumos ligeramente mayores durante la fase de luz para los meses de octubre de 1995 y abril de 1997 (Fig. 3.1.1 y 3.1.6). Rice y Armitage (1974), trabajando con *Orconectes nais*, encontraron que el foto período actúa a nivel del consumo por la actividad diferencial de los animales durante el día y la noche, notaron también que durante la muda el consumo disminuye, pero experimentos con zoeas de *Macrobrachim olfersi* han aportado información en el sentido de que durante la formación de la nueva exocutícula el consumo aumenta (McNamara, 1980). El metabolismo y la capacidad de regulación también varían con las diferentes fases del estado de muda en *P. vannamei* (Charmantier *et al.* 1994).

Como último punto relacionado con la tasa metabólica de rutina, se encontró que el porcentaje de energía que las diferentes especies canalizan para respiración por día, correspondió en menor grado a *P. vannamei* con 1.4 y 1.2% (Tabla 3.1.2) esta especie tuvo los consumos (QO_2) menores por día, lo

que indica que *P. vannamei*, es la especie más adecuada para fines de cultivo, ya que es la que canaliza menor cantidad de energía para respiración. La especie intermedia, correspondió a *P. californiensis*, ya que sus requerimientos de energía canalizada a respiración por día, fueron de 2.1 y 2.2%, mientras que *P. brevis* tuvo los mayores requerimientos de energía (Tabla 3.1.2).

4.2 Tasa metabólica de rutina (QO_2 mg O_2/g P.s. $\times h^{-1}$) de organismos de crecimiento bajo condiciones de laboratorio

En lo concerniente a la tasa metabólica de rutina de *P. vannamei* sometidos a crecimiento, los resultados muestran los consumos mayores para las condiciones de temperatura de 32°C, siendo 10‰ y 20‰, ambas de organismos de la temporada de secas, aunque no fueron los animales más pequeños como pudiera pensarse, ya que estos estuvieron en las condiciones de 10‰ también de la temporada de secas, pero en 26°C (Tabla 3.3.3). El análisis estadístico mostró que el factor temperatura y la época, influyeron sobre la tasa metabólica de los camarones (Tabla 3.3.3), bajo estas condiciones, se esperaría que los consumos mayores se presentaran en 35‰, ya que de acuerdo con la literatura consultada, los peneidos, tienen el punto iso-osmótico en el rango de 23.3 a 26.3‰ (Castille y Lawrence, 1981; Parado *et al.* 1987). Pero también es importante mencionar, que el consumo de oxígeno y la excreción en los crustáceos, se ven afectados por factores intrínsecos como el tamaño y la muda y factores extrínsecos como la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad, lo cual es perfectamente aplicable a *L. vannamei*. En este caso, además debe agregarse que los animales pertenecían a la temporada de secas, y las condiciones en que se hizo el crecimiento, fueron las de un medio diluido, correspondiente en condiciones naturales a la época de lluvias. Lo que indica la alta capacidad de regulación del medio interno que tiene la especie. Los resultados del consumo de oxígeno de todas las condiciones de salinidad y temperatura evaluadas para especímenes de secas, son mayores que los registros de lluvias (Tabla 3.3.1).

Los resultados de la presente investigación demostraron que, 35‰ en 26°C y 32°C, así como 10‰ y 20‰ en 32°C, fueron las mejores condiciones para los camarones. La influencia que tiene la temperatura sobre la tasa metabólica de los organismos, medida a través del Q_{10} , mostró que en 35‰ y 32°C se tuvo el menor efecto ($Q_{10}=0.81$) seguido de 20‰ y 32°C, ($Q_{10}=1.23$) para los organismos de la época de lluvias, mientras que en los organismos de la temporada de secas esta influencia fue mayor (Tabla 3.3.5). Los resultados de otros investigadores, muestran que el consumo de oxígeno en *Penaeus japonicus* se incrementa rápidamente hasta en 300% y se estabiliza en 200% después de unas horas con un cambio en la salinidad de 37‰ a 10‰ (Dalla Via, 1986), pero disminuye en alta salinidad y baja temperatura (30‰ y 15°C), pero no con temperaturas altas como 35°C (Chen y Lai, 1993). Otras investigaciones

reportaron que el consumo decrece con el incremento de la salinidad, pero puede aumentar conforme se incrementan parámetros como el amonio a diferentes salinidades (Chen y Lin, 1992). También se ha encontrado que

cuando cambia la temperatura de 20° a 35°C en 20‰, aumentan los niveles letales de la concentración de oxígeno disuelto para *Penaeus chinensis* (Chen y Nan, 1992). Nelson *et al* (1977) reportan que las altas concentraciones de proteínas en la dieta originan un incremento del 50% al 70% en el metabolismo basal y que en el langostino *Macrobrachium rosenbergii* el consumo (O₂) se incrementa de un 7 a 40% sobre el metabolismo estándar siendo esto resultado de la ingestión de la dieta. La elevación del metabolismo y su repercusión en el gasto de energía, es influenciado por el tipo de dieta, así como por la cantidad ingerida. Algunos crustáceos se adecuan a la concentración de oxígeno del medio como es el caso de la langosta *Panulirus interruptus* y el cangrejo *Cancer productus* Belman y Childress (1973), y los camarones *Penaeus vannamei* y *P. monodon* (Ross y Lee 1985).

El consumo para el organismo tipo (0.7 g) dio como resultado que los organismos de la temporada de lluvias, en la condición de 35‰ y 10‰ en 26°C, tuvieron los consumos menores; 0.71 y 1.24 mg O₂/g p.s. x h⁻¹ respectivamente. En general la tasa metabólica fue menor para los organismos de la temporada de lluvias que aquellos de la época de secas, en los que el QO₂ menor se presentó en 10‰ y 32°C con 1.67 (Tabla 3.3.6). De acuerdo con esta información podría pensarse que las mejores condiciones para el cultivo de esta especie, son las de la temporada de lluvias. 10‰ y 26°C sería la condición más adecuada para organismos de secas. El análisis estadístico por otro lado, dio como resultado que las mejores condiciones fueron 35‰-26°C y 35‰-32°C.

En cuanto al contenido calórico de los organismos y los requerimientos de energía, la condición que tuvo mayor contenido calórico fue 20‰ y 26°C y el menor 20‰ y 32°C con 1.2% y 2.04% respectivamente de energía canalizada a respiración, aunque fue 35‰ y 26°C la condición donde se tuvo la menor demanda de energía para respiración en la temporada de lluvias, por lo que esta se consideraría como la mejor para el desempeño de los organismos, seguida de 20‰ y 26°C. Bajo condiciones intensivas de cultivo comercial con esta especie, se ha observado que las temperaturas altas (mayores a 28°C) y salinidad baja, los organismos tienen mayor crecimiento y sobrevivencia. En laboratorios de producción intensiva de postlarvas, el crecimiento es mayor con temperaturas entre 30 y 32°C, no así la sobrevivencia, la cual disminuye conforme la temperatura aumenta, En época de secas, el contenido de energía fue muy similar; 4,768.7 cal/g p.s. el valor máximo y 4,541.0 cal/g p.s. el mínimo para 10‰ y 32°C y 10‰ y 26°C respectivamente, siendo 10 y 26°C la condición donde se tuvo menor demanda de energía 1.35% (Tabla 3.3.6).

Por lo que respecta a la comparación de *P. vannamei*, de condiciones de controladas con las diferentes especies de condiciones de colecta, puede

observarse sobretodo que los requerimientos de *Penaeus californiensis* y *P. brevivirostris* son mucho mas elevados que los de *P. vannamei* lo que significa nuevamente que esta especie es mas rentable para cultivarla, ya que canaliza menor porcentaje d energía para manutención (Tablas 3.1.2 y 3.3.6).

4.3. Crecimiento y sobrevivencia

De acuerdo con la literatura consultada, se esperaría que los mejores crecimientos y sobrevivencias se presentaran en salinidades bajas, ya que investigaciones hechas por Castille y Lawrence (1981) encontraron que *P. vannamei*, crece mejor en salinidades de 15‰ a 25‰ las cuales son consideradas como las ideales para esta especie. Bray *et al.* (1994), observaron que *P. vannamei* crece mejor en medios diluidos (5-15‰) con relación a otras salinidades ensayadas, aunque Huang-Yung *et al.* (1985) observaron que esta especie tiene mayor crecimiento en 20‰. Los resultados de estos investigadores, coinciden con los encontrados en el presente trabajo y reflejan la gran capacidad que esta especie tiene para adaptarse a diferentes condiciones de salinidad y temperatura, aunque las mayores sobrevivencias se presentaron en organismos de la temporada de secas siendo 35‰ con 100% y 20‰ con 90%. Por otro lado también en 35‰ pero a 32°C, se presentó la menor sobrevivencia (30%), aunque esto no significa que sea condición desfavorable, ya que es esta condición donde se tuvo el mayor crecimiento, seguido de 10‰ y 32°C.

Los resultados tanto de la sobrevivencia como del crecimiento, además de estar influenciados por las condiciones físico-químicas del agua, pueden ser también el reflejo de las condiciones de estrés al que fueron sometidos los organismos. Bajo condiciones naturales, se ha observado que esta especie crece rápidamente en medios diluidos desde 2‰ de salinidad en adelante. Debido a la capacidad de regulación que tiene la especie, se cultiva en granjas de producción semiintensiva e intensiva en agua "dulce" en los Estados de Colima y recientemente Hidalgo.

Los incrementos de peso (0.24-0.54 g/semana) obtenidos a lo largo de la fase de crecimiento, aunque pueden considerarse bajos para juveniles de la especie, lo que significa que, para obtener tallas comerciales superiores a los 12.0 g, se llevaría alrededor de 6 meses, partiendo de un peso inicial de 2 g. Los crecimientos alcanzados en esta investigación no están muy lejos de los encontrados en las pruebas de crecimiento hechas por Enciso (c. p.) en la Universidad de Nuevo León, trabajando con *P. vannamei* en cultivo intensivo en jaulas y con salinidad de 0.2‰ obtuvo crecimientos de 0.5 a 0.7g/semana. He y

Lawrence (1993) con la misma especie, reportaron crecimientos de 0.7 a 0.9 g/semana en salinidades de 26 a 31‰; Wyban *et al.* (1995) observaron que el crecimiento se incrementa con la temperatura, mencionan además que ésta, es el factor más importante en el crecimiento de los camarones, encontraron que la temperatura óptima para *P. vannamei* de talla media es 30°C, y disminuye conforme se incrementa el tamaño de los organismos. Allan y Maguirre (1992) con *Penaeus monodon* en salinidad de 32‰ y 26°C, tuvieron crecimientos de

0.7 g/semana. Al evaluar los requerimientos de vitamina B₁₂ con organismos de 0.57g de peso inicial de ésta especie, alimentados con 50.6% de proteínas y 6.68% de lípidos, obtuvieron crecimientos de 0.12 a 0.14 g/semana, siendo 0.05 mg de vitamina B₁₂/kg de alimento donde se tuvo el mayor crecimiento (Shiau y Lung, 1993). Shiau y Hsu (1994), con la misma especie, reportaron crecimientos de 0.15 a 0.28 g/semana en salinidades de 19‰ a 21‰ y temperaturas de 27° a 29°C al tratar de encontrar las necesidades de vitamina C de *P. monodon* de 1.1 g de peso inicial; Shiau y Liu (1994), en ensayos con *P. chinensis*, obtuvieron ganancias de 0.12 a 0.22 g/semana con juveniles de peso inicial de 0.37g. Por otro lado *P. japonicus* de peso inicial 0.4g tuvo un incremento promedio de 0.19 a 0.34 g/semana, alimentados con 60.7% de proteínas (Koshio *et al.* 1993). En otras investigaciones, esta especie creció entre 0.35g y 0.98 g/semana (Teshima *et al.*, 1992), con especímenes de peso inicial similar a los aquí empleados, lo que muestra que los crecimientos obtenidos en la presente investigación, aunque bajos, son aceptables comparados con los resultados de otras investigaciones.

Bajo condiciones de cultivo comercial, se obtienen ganancias promedio de peso húmedo entre 0.8 y 1.0 g/semana o más. Los resultados logrados, no están alejados de la realidad de una granja comercial, sobre todo si se considera que se les proporcionaron las condiciones ambientales y alimento adecuados para su buen desarrollo, pero que el “relativo” bajo crecimiento, puede deberse a otros factores como el estrés al que se sometieron los animales, ya que al tener un volumen de agua reducido, implicó siempre perturbar los organismos durante la alimentación, pero sobre todo al hacer los recambios de agua. Debe mencionarse también que en repetidas ocasiones al hacer las revisiones rutinarias, se encontraron camarones en el piso; lo que significa que por algún motivo saltaron fuera de los acuarios, repercutiendo en la evaluación final de crecimiento y sobrevivencia.

Por otro lado, es importante mencionar que las diferencias de crecimiento de las especies, pueden deberse no tanto al porcentaje proteico de la dieta, ya que los alimentos comerciales contienen concentraciones similares de estos elementos, pero pueden variar en cuanto a fibra y lípidos, es decir, estar asociadas principalmente con la composición química del alimento, en especial de ácidos grasos, fibra y otros carbohidratos (Sarac *et al.* 1993) o por la fuente principal de proteína (Koshio *et al.*, 1993).

Es importante mencionar que el éxito de las empresas camaronícolas depende del rápido crecimiento de los organismos, basado en la calidad del agua y del alimento empleado, acorde a las demandas de los diferentes estados de desarrollo. De acuerdo con el análisis proximal del alimento, proporcionado por el distribuidor (PURINA), y acorde con la información revisada, es posible afirmar que el alimento empleado es de calidad, pues contiene proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales, así como algunos aminoácidos indispensables para el desarrollo de los camarones tales como tiamina, riboflavina, piridoxina y niacina entre otros. Su contenido proximal coincide con las dietas empleadas en otras especies de peneidos;

Penaeus chinensis (Chen y Nan, 1992); *P.californiensis* (Villareal y Ocampo, 1993); *P.schmitti* y *P.setiferus* (Rosas *et al.*, 1997).

El alimento proporcionado, rebasó considerablemente los requerimientos que *P. vannamei* tiene para la fase de juvenil, pues contiene 40% de proteínas y 9% de lípidos, los cuales son adecuados para el buen crecimiento de los crustáceos en general. Estudios hechos por Smith *et al* (1985) y Garson *et al.* (1986), encontraron que el crecimiento de *P. vannamei* fue mayor con porcentajes superiores al 30% de proteínas, teniendo sobrevivencias superiores a 80%. Se ha observado también que con porcentajes de más de 40% de proteína en la dieta, se tiene alto crecimiento y mínima mortalidad. Las tasas de sobrevivencias obtenidas en este trabajo, son variables, y van desde 30% hasta 100%, lo cual indica que ni el crecimiento ni la sobrevivencia, dependen del alimento proporcionado, y de acuerdo a lo observado, pueden estar vinculados directamente a problemas de estrés, pues varios organismos fueron encontrados muertos fuera de los acuarios, aunque éstos estuvieron cubiertos con malla mosquitero para evitar que saltaran de las peceras, el hecho de encontrarlos fuera de ellas es claro indicio de perturbación. Autores como Fenucci *et al* (1980 y 1982), trabajando con *P.stilyrostris* alimentados con 33.8% de proteínas, así como Lee y Lawrence (1985), al probar porcentajes de proteínas de 30-50% en *P.setiferus*, reportaron que estadísticamente no se produce ningún beneficio en términos de crecimiento. En *P. vannamei* alimentados con 35, 40 y 45% de proteínas en pruebas de crecimiento, no se tuvieron diferencias significativas al cabo de 28 y 49 días (Davis y Arnold, 1994). Teichert-Coddington y Rodríguez (1995), en condiciones de cultivo semi-intensivo de *P.vannamei* en una granja de Honduras, al probar 20 y 40% de proteínas, no registraron diferencias significativas en el crecimiento y la producción, pero por otro lado el uso excesivo de proteína de la dieta disminuye las ganancias y aumenta los desechos nitrogenados.

Crecimientos de 0.5 g como los registrados en la presente investigación, han sido obtenidos en sistemas comerciales para la especie *P. vannamei* en los estados de Nayarit (Granjas Aquanova) y Sinaloa (Granjas La Clementina), permiten afirmar que con 30% de proteínas ésta especie tiene crecimientos de

0.5 a 1.6 g/semana y sobrevivencias que van del 60 al 80%. Resultados similares han sido reportados para investigaciones hechas con *P.esculentus*, utilizando 10% más de proteínas es decir 40% igual al empleado en el presente trabajo, por lo que se considera que ésta concentración, tiene la proporción adecuada de Proteína-energía (Hewit e Iving, 1990). Investigaciones hechas por Lawrence muestran que 20% de proteínas es suficiente para que *P.vannamei* tenga crecimiento adecuado y que con concentraciones superiores solo se desperdicia el alimento, además de contaminar los cuerpos receptores del agua utilizada, este autor menciona también que la excreción es mayor cuando se da alimento balanceado que cuando se alimenta con fresco, por otro lado señala que la utilización de proteínas es más alta con dietas balanceadas,

aunque aparentemente la digestión de la proteína fresca es más alta que la seca.

Es vital considerar que en una granja de camarón, el alimento representa el gasto mayor de los costos variables totales, siendo de alrededor del 55% y que la eficiencia económica de una granja es por tanto sensible al costo y a la calidad de las dietas, estas actualmente consideran elevados porcentajes de proteínas, tomando frecuentemente información de especies diferentes con resultados variables como es de esperarse. La información de este tipo, es la base para afirmar que tanto el crecimiento y la sobrevivencia de *P. vannamei* empleados en el presente trabajo, no dependen del alimento proporcionado.

En otros grupos de crustáceos, como el acocil *Procambarus clarkii*, se han tenidos buenos resultados en el crecimiento. Huner y Meyers (1979), con concentraciones de proteínas de 19.6 a 46%, no observaron diferencias significativas, o que puede tener crecimiento aceptable Huner (1984), menciona que *Procambarus clarkii* alimentados con 31.7% de proteínas, tiene crecimiento aceptable.

Los requerimientos de *P. vannamei*, son diferentes a especies de otras latitudes, por ejemplo Bautista (1986), señala que con 40 y 50% de proteínas, juveniles de *Penaeus monodon* tuvieron mayor crecimiento que con 30%. Para esta especie, se ha establecido que el porcentaje óptimo es 40% proteínas, considerando que es una de las especies más cultivadas y por supuesto más estudiada en el mundo (Chen, 1993). Bordner, *et al.* (1986) observaron que al emplear una dieta balanceada mas *Artemia spp* como alimento vivo, se tiene mejor crecimiento tanto en peso como en longitud con juveniles de langosta. Estos resultados también han sido corroborados en pruebas previas para *P. vannamei* que al ser alimentados con músculo fresco de camarón, se observó rápido crecimiento de ésta especie, sólo que para fines comerciales esto sería demasiado costoso.

Los carbohidratos, de acuerdo a la literatura consultada, no deben exceder el 20% de la composición de la dieta. Catacutan (1991), al ensayar concentraciones de 5 a 35% de estos elementos en *Penaeus monodon*, no encontró diferencias significativas. Pascual *et al* (1983); Alava y Pascual (1987),

observaron que en *P. monodon*, los carbohidratos como la trehalosa promueven mejor el crecimiento y la sobrevivencia, reportan que con 20% de carbohidratos se tiene el mejor desarrollo y pueden además ser utilizados como precursores e intermediarios de diferentes metabolitos necesarios para el crecimiento. Por otro lado, cuando las concentraciones son superiores a 25%, el crecimiento se inhibe (Bautista, 1986). Además de que la digestibilidad de las proteínas disminuye cuando las concentraciones de estos son altas. Se ha reportado que las dietas que generalmente contienen trehalosa y sacarosa, promueven alta depositación de proteína, además de tener gran valor nutritivo como fuente de Carbohidratos y que la sacarosa al 10% en la dieta promueve

alta sobrevivencia. *P.monodon* creció mejor en dietas que contenían almidón de maíz que con dextrina y glucosa, y con almidón y dextrina se tuvieron las mayores sobrevivencias, se mejora la digestibilidad de la materia seca y la depositación de proteínas (Shiau y Peng, 1992), aunque Davis y Arnold (1993), encontraron que el almidón de maíz, inhibe el crecimiento de *Penaeus vannamei*.

En otras investigaciones, se ha visto que la glucosa es pobremente utilizada e inhibe el crecimiento al ser incluida en diferentes estudios dietéticos con *P.aztecus* y *P.duorarum* (Andrews, 1972; Sick y Andrews, 1973 citados en Smith, 1985) respectivamente. Por otro lado, los disacáridos en 20% en la dieta, producen alta depositación de lípidos y cuando los carbohidratos se incrementan en la dieta, la digestibilidad de los lípidos decrece, pero la digestibilidad de la materia seca se incrementa de 75.7 a 86.9% Catacutan (1991).

Los lípidos (9%) contenidos en el alimento empleado, se encuentran dentro de los límites establecidos para crustáceos en general, por lo que este factor, no influyó en el buen crecimiento de los camarones, y que éste nuevamente se ve afectado por factores externos como el estrés. Se ha reportado que altos porcentajes de grasas en la dieta, traen efectos negativos a los organismos, pero que concentraciones de 0 a 6% son adecuadas para el buen desarrollo de los ejemplares. En la presente investigación, la concentración de lípidos fue de 9%, un poco elevada para la reportada para otras especies del mismo género. Ponat y Adelung (1983), en estudios con *Carcinus maenas* encontraron que al incrementar los lípidos de 6 a 15% en la dieta, decreció la sobrevivencia en 50% después de 140 días, en dietas con 15%, mientras que en 6%, ésta fue más alta. Estos investigadores sugieren que la concentración óptima para este cangrejo es entre 6 y 9% de lípidos, igual a la empleada en este estudio (9%). Davis y Robinson (1986), reportaron que *Procambarus acutus acutus* no crece bien con altos niveles de lípidos y que entre 0 y 6% se tiene el mejor desarrollo tanto en peso como en longitud. (Andrews, 1972 en Davis y Robinson 1986) notó que más del 10% de lípidos afectaban adversamente el crecimiento de *Penaeus setiferus* y *Palemon*

serratus cuando los porcentajes de aceites de maíz o de hígado de bacalao eran de 7.5-15%, mencionan también que los lípidos no deben de ser mayores de 10% en dietas para *Macrobrachium rosenbergii*, pues es posible que su incremento reduzca ligeramente el crecimiento de los organismos. (Akiyama y

Dominy, 1989 en Chen, 1993) recomiendan entre 6-7.5% de lípidos como el óptimo y un máximo de 10% para *P.monodon*. Bautista (1986), reporta mejor crecimiento para esta especie con porcentajes menores al 10%, además vio que los lípidos tienen menor eficiencia que los carbohidratos y que estos tienen alta concentración de energía. Observó que con 5% se tiene mayor conversión alimenticia. Menciona también que con porcentajes de lípidos altos, se presentan malformación del abdomen, además de degeneración y congestión de los túbulos del hepatopáncreas.

Algunos investigadores como D' Abramo, *et al.* (1985) mencionan que para el óptimo crecimiento de especies como *Pacifastacus leniusculus* se requieren de algunos compuestos específicos como los esteroides en porcentajes de 0.5-1% ya que este crustáceo, no tiene la capacidad de síntesis de dichos compuestos que son indispensables en su desarrollo y reproducción. También se ha observado que los niveles altos de estos en el alimento, inhiben crecimiento en la langosta *Homarus americanus* (Castell *et al.* 1989) y en el camarón *Penaeus japonicus* (Kanazawa, *et al.* 1971 en D' Abramo, 1985). Por otro lado *P. japonicus* no presenta metamorfosis de larva a postlarva, o muera en siete días cuando el alimento no contiene fosfolípidos (Kanazawa *et al.*, 1985). Se ha visto que la adición de grasas específicas como colesterol en 1% a la dieta, reporta óptimo crecimiento en juveniles de *Penaeus monodon* (Chen, 1993), mientras que la fosfatidilcolina en concentración a 1.5% en la dieta inhibe el crecimiento de *P.vannamei* (Coutteau *et al.* 1996).

El balance adecuado del alimento implica aumento de los costos, ya que el emplear proteína animal como las harinas de camarón y pescado principalmente, además de carbohidratos, lípidos, aminoácidos esenciales, vitaminas etc. incrementan los costos considerablemente, pero dando mejores resultados. Conklin *et al* (1980), mencionan que el agregar lecitina a la dieta mejoró la sobrevivencia de la langosta *Homarus*. Es importante adicionar otros nutrientes, especialmente aminoácidos esenciales, ya que se ha descubierto que algunas especies no pueden sintetizarlos, pero otras son incapaces de utilizarlos si se encuentran libres en el alimento como el caso de *P. monodon* (Chen, 1993). Pero pueden suministrarse como compuestos de un ingrediente principal como la harina de sangre, misma que puede reemplazar la proteína marina (Dominy y Ako, 1988). Como un punto final de la alimentación, está las modificaciones de los requerimientos nutricionales y conductuales de los organismos, por lo que el alimento debe darse vivo o lo más fresco posible, ya que el procesado altera su calidad (Celada *et al.* 1989; D' Abramo, *et al.*,1985).

Las investigaciones hechas con *P.japonicus*, indican que los camarones tienen mayor demanda de vitaminas que los peces, debido principalmente a la conducta alimenticia, edad, tamaño, factores ambientales e interrelación de los nutrientes. Estos también cambian con la especie (Chen, 1993). Pero la adición

de estas en la dieta es importante, pues la falta de alguna de ellas puede retrasar el crecimiento, o provocar trastornos histopatológicos a nivel del estomago medio cuando la colina e inositol están ausentes (Catacutan y de La Cruz, 1998); provocar muerte negra en *P.vannamei* por ausencia de vitamina C (He y Lawrence, 1993), aunque otras como la vitamina K parecen no ser esenciales para esta especie, mientras que la deficiencia de vitamina A y E deprimen el crecimiento pero no afectan la sobrevivencia (He *et al.* 1992).

Una forma de abaratar los costos del alimento, es proporcionar proteína vegetal como las leguminosas, ya que mejora parcialmente el valor nutritivo de la dieta y abarata los costos (Eusebio, 1991), pues se ha notado que en proporciones de 2:1 y 1:1 de proteína animal y vegetal respectivamente, se han

obtenido buenos resultados de crecimiento, sobrevivencia y digestibilidad, se ha reportado además, que la digestibilidad de proteína vegetal es tan alta como la animal; 83-86%. También se ha probado el crecimiento de los camarones por la adición de materia vegetal a la dieta y por el reemplazo de proteína animal por vegetal (Sick y Andrews, 1973 en Fenucci *et al.* 1982).

5. CONCLUSIONES

- En los organismos evaluados bajo condiciones de colecta *Penaeus vannamei* presentó las tasas de consumo de oxígeno menores, siendo 34‰ de salinidad y 28°C la menor (2.03 mg O₂/g P.s. x h⁻¹). Por lo que se considera como la especie con mejor desempeño bajo las condiciones evaluadas.
- Con respecto al porcentaje de energía para manutención, la condición más adecuada fue 34‰ y 28°C con 1.4% seguida de 12‰ y 30°C con 1.2%. Los valores mayores correspondieron a *Penaeus brevisrostris* (4.5%) en 34‰ y 29°C.
- Estadísticamente se presentaron diferencias en la tasa metabólica de las especies, así como entre los diferentes meses y temperaturas evaluadas.
- Bajo condiciones de cultivo, los resultados muestran que a salinidad de 35‰ en 26° y 32°C, así como de 10‰ y 20‰ a 32°C, fueron las mejores condiciones para crecimiento, todas para la época de secas.
- las mayores sobrevivencias también se presentaron en organismos de la temporada de secas siendo a 35‰ con 100% y 20‰ con 90% las mayores.
- En 35‰ y 32 °C se presentó la menor sobrevivencia (30%), aunque esto no significa que sea condición desfavorable, ya que es ésta condición donde se tuvo el mayor crecimiento, seguido de 10‰ y 32°C. también de la época de secas.
- El análisis estadístico mostró que la temperatura y el tiempo fueron los factores que más influyeron en el crecimiento de los organismos.
- Con respecto a la tasa metabólica, los valores menores se presentaron en 35‰ y 26°C seguida de 20‰ y 26°C de la temporada de lluvias, estas mismas condiciones son las de menor demanda de energía para manutención con 0.86% y 1.2%, por lo que se considera son las mejores condiciones para los organismos.
- Con respecto a la influencia de la temperatura (Q₁₀) sobre la tasa metabólica, los organismos capturados en la temporada de lluvias, fueron los menos afectados.

6. LITERATURA CITADA

- Akiyama, T., Muray, T., Hyasawa, Y. and Nose, T., 1984. Supplementation of various meals to fish meal diet for chum salmon fry. *Aquaculture*, 37: 217-222.
- Alava, V. R. y Pascual, F. P., 1987. Carbohydrate requirements of *Penaeus monodon* (Fabricius) juveniles. *Aquaculture*, 61: 211-217.
- Alexis, M. N., Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. y Theochari. V., 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Made by partial or complete substitution of fish meal by Poultry by-products and certain plant by products. *aquaculture*, 50: 61-73.
- Alfonso, E. y N M. C., 1984. Efecto de la harina de lombriz de tierra sobre el crecimiento y desarrollo de protozoas de camarón en cultivo. *Revista de Investigaciones marinas VI* (3): 99-105.
- Alfonso, E. y Leal S., 1985. Ensayos sobre alimentación de protozoas de *Penaeus notialis* en el laboratorio. *Revista de Investigaciones Marinas VII* (1): 79-86.
- Allan G. L. and G. B. Maguire, 1992. Effects of pH and salinity on survival, growth and osmoregulation in *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture*, 107, (1): 33-47 pp.
- Allan, G.L., Maguire, G. B., Hopkins, S.J., 1990. Acute and chronic toxicity of ammonia to juvenile *Metapenaeus macleayi* and *Penaeus monodon* and the influence of low dissolved oxygen levels. *Aquaculture*, 91 (3-4): 265-280.
- Allen D. D. and C. R. Arnold, 1994. Growth responses of *Penaeus setiferus* to four commercial feeds under controlled laboratory condition. *Journal of the World Aquacult. Soc.* 25 (4): 561-565.
- Anderson, R. K., Parker. L. P y Lawrence A., 1987. A C/C tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growth system. *J. W. Aquacul. Soc.*, 18 (3): 148-155.
- Avila, Q. y H., Loesch, 1965. Identificación de camarones (Penneidae) juveniles de los esteros del Ecuador. *Boletín Científico y Técnico. INP, Ecuador.*
- Banco de México, 1996. Elementos de Análisis de las Cadenas productivas; Camarón. Documento Técnico. FIRA. 44 p.
- Barbosa, M. L. 1994. Aspectos fisiocológicos del metabolismo energético de tres especies de peneidos de la laguna de Términos, Campeche. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D.F. 29 p.
- Bardach, T. y M. Rithley, 1986. *Acuicultura*. AGT Editor, México D. F. p 740
- Bautista, M. N., 1986. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy rations in test. *Aquaculture*, 53: 229-242.
- Belman W. B. é J. J. Childress, 1973. Oxygen consumption of the larvae of the lobster *Panulirus interruptus* (Randall) and the crab *Cancer pruductus* (Randall). *Comp. Biochem. Physiol.* 44A: 821-828.
- Bordner, C. E., D' Abramo, R. L., Conklin, E. D y Baum A. N., 1986. Development and evaluation of diet for crustacean aquaculture. *J. W. Aquacul. Soc.* 17: 44-51.
- Bordner, C. E., 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research V growth and survival of juvenile Dungenes crabs *Cancer magister*. *J. W. Aquacul. Soc.*, 20 (3): 118-121.

- 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, y Lester, J. L., 1990. Reproduction of eyestalk ablated *Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. *J. W. Aquacul. Soc.* 21(1): 41-52.
- Bray W. A., A. L. Lawrence, J. R. Leung-Trujillo, 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity
- Calderón, P. J., Macías, R. E y S. R. Rodríguez. 1989. Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón del género *Penaeus* (CRUSTACEA:DECAPODA) del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 15 (3): 57-70.
- Castell, J. D., Kean, J. C., D Abramo, R. L., y Conklin J. D., 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research I Evaluation of two formulations. *J. W. Aquacul. Soc.*, 20 (3): 93-99 pp.
- Castell, J. D. Kean, J. C., Mc Cann D. G. C. Boghen A. D., Conklin, J. D. and D' Abramo, R. L., 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research II Selection of a purification procedure for production of the rock crab *Cancer irroratus* Protein ingredient. *J. W. Aquacul. Soc.*, 20(3): 100-106.
- Castille F. Jr. and A. Lawrence, 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentration in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Com. Biochem. Physiol.* A68: 75-80.
- Catacutan, M. R. and M. De La Cruz, 1998. Growth and mid-gut cells profile of *Penaeus monodon* juveniles fed water-soluble-vitamin deficient diets. *Aquaculture*, 81: 137-144.
- Catacutan, M. R., 1991. Apparent digestibility of diets with various carbohydrate levels and growth response of *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 95: 89-96.
- Celada, J. D., Carral, J. M., Gaudioso V. R. Treviño C. y Fernández, 1989. Response of juvenile freshwater crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana) to several fresh and artificial diets *aquaculture*, 76: 67-78.
- Cisneros, T. S., 1990. Influencia de la salinidad, temperatura, sustrato y época del año sobre la regulación del medio interno de *Penaeus aztecus* de la Laguna de Tamihaua, Ver. Tesis de Licenciatura Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, 120 pp.
- Clark V. J., 1992. Physiological responses of adult *Penaeus semisulcatus* (De Haan) to Changes in salinity. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A (1): 117-119.
- Conklin, D. E., D' Abramo, L. R. Bordner C. E. y Baum N. A., 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobster: the effect of lecithin. *Aquaculture*, 21: 243-249.
- Coutteau P., Camara M. R. and P. Sorges, 1996. The effect of different levels and sources of dietary phosphatidylcholine on the growth, survival, stress resistance, and fatty acid composition of post larval *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 147: 261-273.
- Crego M. y A. S. de la Cruz, 1988. efecto de la temperatura, la salinidad y el pH sobre las larvas del camarón rosado *Penaeus notialis*. *Revista de Investigaciones Marinas* IX (2): 85-93.

- Cruz-Ricque L. E., Guillaume J. Cuzon G. and AQUACOP, 1987. Squid protein effect on growth of four penaeid shrimp. *Penaeus monodon*. Journal of the World Aquac. Soc. 18 (4): 209-217.
- Charmantier G., Soyez C. and ACUACOP, 1994. Effect of molt stage and hypoxia on osmoregulatory capacity in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 178: 233-246.
- Chávez, E. R., 1974. Estudios para la determinación de la época de entrada de postlarvas de camarón de las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. E. N. C. B., IPN, México.
- Chen C. J. and C-Y, Lin, 1992. Oxygen consumption and ammonia-excretion of *Penaeus chinensis* juveniles exposed to ambient ammonia at different salinity levels. Comp. Biochem. Physiol. 102 (2): 287-291.
- Chen H-Y., 1993. Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon* Journal of the World Maricul. Soc. 24 (2): 231-240.
- Chen J-C. and C-Y. Lin, 1995. Response of oxygen consumption, ammonia-N excretion and urea-N excretion of *Penaeus chinensis* exposed to ambient ammonia at different salinity and pH levels. J. W. Maricul. Soc., 16:288-296.
- Chen J-C. and F-H. Nan, 1992. Effects of temperature and salinity and ambient ammonia excretion on lethal dissolved oxygen of *Penaeus chinensis* juvenile. 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*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 165: 161-170.
- D'Abramo L. R., Wright, J. S., Wright, K. H. Bordner C. E. y Conklin., 1985. Sterol requirement of cultured juvenile crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Aquaculture, 49:245-255.
- Dalla Via, G. J., 1986. Salinity responses of the juvenile Penaeis shrimp *Penaeus japonicus* I Oxygen consumption and estimation of productivity. Aquaculture, 55: 297-306.
- Dalla Via, G. J., 1987. Effects of salinity and temperature on oxygen consumption in a freshwater P population of *Palaemonetes antennarius* (Crustacea-Decapoda). Comp. Biochem. Physiol. 88A: 299-305.
- Davis A. A. and C. R. Arnold, 1994 Growth response of *Penaeus setiferus* to four commercial feeds under controlled laboratory conditions. J. W. Aquacul. Soc., 25 (4): 561-565.
- Davis, A. D. and E. H. Robinson, 1986. Estimation of dietary lipid requirement level of the white crayfish *Procambarus acutus acutus*. J. W. Aquacul. Soc. 17: 37-43.
- Díaz H. F y Latournerié C. L., 1980. Factores Fisiológicos que afectan la supervivencia y el Metabolismo energético de dos especies de peneidos (*Penaeus aztecus* y *P. setiferus*) de la laguna de Mandinga, Veracruz. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D.F. 38 p.
- Díaz S. J., 1998. Evaluación del potencial acuícola costero mediante la aplicación de un sistema de información geográfica: dos estudios de caso en Oaxaca y Chiapas. Tesis de licenciatura, Fac. de Filosofía y Letras, UNAM 145 p.
- Dominy, W. G. and H. Ako, 1988. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 70: 289-299.

- Dosanjh. B. S., Higgs D..A., Plotnikof M..D. McBrid J. R., Market, J. R. y Bukley, J. T., 1984. Efficacy of conola oil pork lard and marine oil singly and combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 36: 333-345.
- Eggleston M. P. é S I. Lustick., 1981. The oxygen requirements of the crayfish *Orconectes rusticus* ohio. *J. Sci.*. 81 (2):92-94.
- Elliot, J. M. and W. Davison, 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. *Oecología. (Berl.)* 19:195-201.
- Eusebio P. S., 1991. Effect of dehulling on the nutritive value of some leguminous seeds as protein sources for the tyger prawn, *Penaeus monodosn*, juvenile. *Aquaculture*, 99: 297-308
- Fenucci, J. L., Zein-Eldin, Z. P. and Lawrence, A. L., 1980. The nutriticial responses of two penaeid to various levels of squid meal in a prepared diet. *Proc. World. Maricul. Soc.*, 11: 403-409.
- Fenucci, J. L., Zein-Eldin, Z. P. and Lawrence, A L., 1982. The assimilation of protein and carbohydrate from prepared diets by the shrimp, *Penaeus stylirostris*. *J. World Maricul. Soc.*, 13:134-145.
- Flegel, T.W., 2007. The right to refuse revision in the genus *Penaeus*. *Aquaculture*, 264: 2-8.
- Forster, J. R., 1972. Studies in compoud diets for prawns..*Proc. 3 Ann. Workshop World Maricul. Soc.* p.389-401 January 26-28 St. Petersburg Florida.
- García E., 1977. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). UNAM. México D.F. 217 p
- Garson, G. I., Pretto, M. R., y Rouse B. D. 1986. Effects of manures and pellets feeds on survival, growth and yield of *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* in panama. *Aquaculture*, 59: 45-52.
- Gaudy, R. and L. Sloane, 1981. Effects of salinity on oxygen consumption in postlarvae of the penaeid shrimp *Penaeus monodon* y *Penaeus stylirostris* without and with acclimation. *Mar. Biol.* 65: 297-301.
- González M. I., 1990. Aspectos de las relaciones de energía en camarones juveniles de la especie *Penaeus aztecus* lves de Tamiahua, Ver. en su ambiente natural. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D.F. 57 pp.
- González, M. I., Miguel G. F., 1997. Evaluación de la abundancia de y algunos índices fisioecológicos de las postlarvas y juveniles de camarones peneidos y su aplicación en el desarrollo de un cultivo semiintensivo en áreas aledañas al sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Tututepec, Oax. *Inforem de Biología de Campo, Fac. de Ciencias, UNAM* 30 p.
- Gorsky, G., Palazzoli, I. y Fenaux R. 1987. Influence. of temperature changes on oxygen uptake an amonia and phosphate excretion in relation to body size and weight in *Oikopleura dioica*. (*Appendicularia*).. *Marine. Biology*, 94:191-201.
- Hasting, W. H. and L. M. Dickie 1972. Feed formulation an evaluation. Malver, J..D.(Edi). *Fish Nutrition academy Press. London.* 327-374.

- He H., Lawrence A. L. and Liu R., 1992. Evaluation of dietary essentiality of fat soluble vitamins A, D, E. and K for penaeid shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 103: 177-185.
- He H. and A. L. Lawrence, 1993. Vitamin C requirements of the shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 118: 245-255.
- Hewitt D. R. and M. G. Iving, 1990. Oxygen consumption and ammonia excretion of the brown tiger prawn *Penaeus esculentus* fed diets of varying protein content. *Comp. Biochem. Physiol.* 96A (3): 373-378.
- Hilton J. W., 1989. The interaction of vitamins, minerals and the diet composition in the diet of fish. *Aquaculture*, 79: 223-244.
- Hilton J. W., Harrison, K. E. y Li. W. F., 1984. A semi-purified test diet for *Macrobrachium rosenbergii* and the lack of need for supplemental lecithin. *Aquaculture*, 37: 209-215.
- Hirono, Y., 1983. Preliminary report on shrimp culture activities in Ecuador, J. W. Mar. Soc., 14: 451-457.
- Houng-Yung, C Zein-Eldin é D. V. Aldrich, 1985. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on the growth of *Penaeus vannamei* and *Penaeus setiferus*. *J. World Maricult. Soc.* 15: 288-296.
- Huang-Yung C., 1993. Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon*. *J. World Aquacul. Soc.* 24 (2): 231-240.
- Huner, J. V. and S P. Meyers, 1979. Dietary protein requirement of the red crawfish *Procambarus clarkii*. (Girard) (Decapoda, Cambaridae) grown in a closed systems. *Proc. World Maricult. Soc.*, 10: 751-760
- Huner, J. V., 1984. Growth responses of juvenile male crawfish *Procambarus clarkii* fed artificial diets supplemented with *Egeria densa* a vascular aquatic plant. *J. W. Maricult. Soc.*, 15; 129-131
- Ikedo T., 1985. Metabolic rates of epipelagic marine zooplankton as a function of body mass and temperature. *Marine Biology* 85: 1-11.
- Kanazawa, A., Teshima, S. y Sakamoto. M., 1985. Effect of dietary lipids fatty acids and phospholipid on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture*, 50: 39-49.
- Klein, W. C. M., 1975. Oxygen consumption and respiratory levels of juvenile shore crab, *Carcinus menans* in relation to weight and temperature. *Netherlands Journal of Sea Research*, 9: 243-254.
- Klekowski, R.Z. and A. Duncan. 1975. Physiological approach to ecological energetics. In: W. Grodzinski, et. al. (Eds.). *Methods for ecological energetics*. IBP No. 24. Blackwell Sci. Publ. Oxford. 15-64 pp.
- Koshio, S., O Dor, K. R. y Castell, D. J., 1990. The effect of different dietary energy levels on growth and survival of eyestalk ablated an intact lobster *Homarus americanus*. *J. W. Aquacul. Soc.*, 21(3): 160-169.
- Koshio S., Teshima S-I.- Kanazawa A. and T. Watase, 1993. The effect of dietary protein content on growth, digestion efficiency and nitrogen excretion of juvenile kuruma prawns, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture* 113: 101-114.
- Lanza de la E. G., Rodríguez M. M y Soto, L. A. 1986. Ensayo experimental del consumo de detritos de halofitas por los camarones penéidos *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris*. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mex. (zool.)*, 57, (1): 199-212.

- Leal, S., Alfonso, E. y A. Gainza, 1985. Recomendaciones sobre la alimentacion de larvas de camarones *Penaeus notialis* y *Penaeus schimitti* en cultivo. Revista de Investigaciones Marinas VI (I): 87-93.
- Lee, P. G. and A L., Lawrence, 1985. Effect of the diet and size on growth feed digestibility and digestive enzyme activities of the marine shrimp *Penaeus setiferus* Lennaeus. J. World Maricul. Soc. 16: 275-287.
- Leffler, C.W. 1973. Metabolic rates in relation to body size and enviromental oxygen concentration in two species on Xanthi crab. Comp. Biochem. Physiol 44A: 1047-1052.
- Lim Ch, 1993. Efect of dietary pH on amino acid utilization by shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture, 114: 293-303.
- Mair, J., 1979. The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the coast of Mexico. J. Zool. Lond.
- Mair, J., 1981. Identification of small juvenile penaeid shrimp from the Pacific Coastal of Mexico. Bulletin of Marine Science.
- Martínez C. L., 1993. Camaronicultura. Bases Técnicas y Científicas para el Cultivo de Camarones Peneidos. AGT Editor. México. 233 p
- McNamara et al, 1980. Respiratory metabolismog *Macrobrachium olfersii* (Meigmann) Zoeae durin the moulting cycle from eclotion to first ecdysis. Biol. Bull. 159: 692-699
- Méndez, R. I., G. D. Namihira, A.L. Moreno, y C. S. Martínez. 1994. El Protocolo de Investigación: Lineamientos para su Elaboración y Análisis. Ed. Trillas, México. 210 p.
- Merican O. Z. and K.F. Shim, 1996. Qualitative requirements of essential fatty acids for juveniles *Penaeus monodon*. Aquaculture, 147: 275-291.
- Montgomery D. C., 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Iberoamericana. México. 589 p.
- Morrissy, N. M. 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research IV growth of fresh water crayfish *Cherax tenuimanus*. J. W. Aquacul. Soc., 20 (3): 114-117.
- Nelson, S. G., Knight. W. A. y Li. W. H. 1977. The metabolic cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palemonidae). Comp. Biochem. Physiol., 57A:67-72.
- Neter J., W. Wasserman and M. H. Kutner, 1990. Applied linear statistical models. IRWIN. USA.
- Pacheco T. J., 1998. Efecto del estrés de salinidad en los requerimientos de energía de tres especies de camarones peneidos en estado juvenil de los sistemas lagunares Corralero-Alotengo y Chacahua-Pastoría, Oax. Diferencias estacionales. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM 35 p.
- Parado E. P., Ferraris R. P., Ladja J. M. and J. G. De Jesús, 1987. Responses of Intermolt *Penaeus indicus* to large fluctationsin enviromental salinity. Aquaculture, 64: 175-184.
- Pascual. F. P., Coloso.R. M.and Tamse, C. T., 1983. Survival and some histological changes in *Penaeus monodon* Fabricius juveniles fed various carbohydrates. Aquaculture, 31:169-180.
- Pérez, F. I. 1988. Illustrated key to Penaeoid shrimps of commerce in the Americas. U. S. Departament of commerce. NOAA Technical Report NMFS 64.

- Pérez F. I. and B. Kensley, 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the world Keys and Diagnoses for the Families and Genera. Éditions du Muséum Paris, Francia. Tomo 175, Zoologie 223 pp.
- Ponat, A. and D. Adelung 1983. Studies to establishing an optimal diet for *Carcinus menans*. Marine Biology, 74: 275-279.
- Quinto, A. y H. Loesch, 1965. Identificación de Camarones (Penaeidae) Juveniles de los esteros del Ecuador. Boletín Científico y Técnico 1(3) INP, Ecuador.
- Reed, L. and L. R. D' Abramo, 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research III Effects of weight gain and amino acid composition of whole body and tail muscle of juvenile prawns *Macrobrachium rosenbergii*. J. W. Aquacul. Soc., 20 (3): 107-113.
- Rice, P. R. and K. B. Armitage, 1974. The effect of photoperiod on oxygen consumption of the crayfish *Orconectes nais* (Faxon). Comp. Biochem. Physiol., 47A: 261-270.
- Rodríguez C. M., 1976. Sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico Mexicano. Memorias del Simposio sobre biología Y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son. Agosto 8-13 de 1976, 1: 282-316.
- Rodríguez, G. A. 1980. Physiological stress in 2 species of estuarine related penaeid shrimp from the Pacific coast of Mexico. 2nd. International Workshop on Biosaline Research. p. 25.
- Rodríguez, M. C. 1988. Manual técnico para la operación de las granjas camaroneras. SEPESCA 153 pp.
- Rosas C., Sánchez A., Díaz E., Brito R., Martínez E., y L. Soto, 1997. Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti* postlarvae (PL 10-18) exposed to salinity changes. Aquaculture (152): 259-272.
- Ross S. J. and A L. Lee 1985. Growth feed digestibility and proximate body composition of juvenile *Penaeus vannamei* and *P. monodon* at different dissolved oxygen levels. J. World Maricul. Soc. 15: 333-346.
- <http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/planeacion/anuario/anuario2003>. Anuario Estadístico de Pesca.
- Sarac Z., Thaggard, Saunders J., Gravel M., Neill A. and R. T. Cowan, 1993. Observations on the chemical composition some commercial prawns feed and associated growth responses in *Penaeus monodon* Aquaculture 115: 97-110.
- SEPESCA, 1990. Manual del cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei*. SEPESCA. México. 60 p.
- Shiau S-Y and C-Q Lung, 1993. Estimation of the vitamin B₁₂ requirement of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. Aquaculture, 117: 157-163.
- Shiau S-Y and Hsu T- S., 1994. Vitamin C requirement of grass shrimp, *Penaeus monodon* as determined with Lascoorbiyl-2-monophosphate. Aquaculture, 122: 347-357.
- Shiau S-Y and J-S. Liu, 1994. Estimation of vitamin K requirements of juvenile *Penaeus chinensis* using menadione. Aquaculture, 126: 129-135.
- Shiau S-Y y Peng C-Y., 1992. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn *Penaeus monodon* reared seawater. Aquaculture 101: 241-250.

- Shingueno, K and S. Itoh, 1988. Use of Mg-l 0Ascorbil-2-phosphate as a vitamin C source in shrimp diets. J. W. Aquacul. Soc., 19(4): 168-174.
- Smith L. L., Lee P. G., Lawrence A. L. And Strauwn K., 1985. Growth and digestible by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone; effects of dietary protein levels and protein source. Aquaculture, 46: 85-96.
- Teichert-Coddington, D. R and R. Rodríguez, 1995. Semi-intensive comercial grow-out of *Penaeus vannamei* fed diets containg differin levels of crude protein durin wet and dry season in Honduras. J. of the . World Aquacult. Soc. 26 (1): 72-79 pp.
- Teshima S., Kanazawa A. and S. Koshio, 1992. Suplemental effects of methionine enriched plastein in *Penaeus japonicus* diets. Aquaculture, 101: 85-93.
- Torres J. J. é Childress, 1983. Relationship of oxygen consumption to swimming speed in *Euphasia pacifica*. Marine Biology, 74: 79-86.
- Venkataramiah, A., 1975. A review of the effects of some environmental and nutritional factors on brown shrimp, *Penaeus aztecus* (Ives) in laboratory cultures. 10th. Europ. Symp. Mar. Biol. Belgium. 1: 523-547.
- Villareal, H. J., J. Naranjo y P. Hinojosa. 1992. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus vannamei* postlarvae. Aquaculture 92: Growing Toward the 21st Century. P. 225.
- Villareal, H. J. And L. Ocampo, 1993. Effect of size and temperature on the oxygen consumption of the brown Shrimp *Penaeus californiensis*. Comp. Biochem. Physiol. 10 A (1): 97-101.
- Wheaton W. F., 1982. Aquacultura, Diseño y Construcción de Sistemas. AGT. México 704 p.
- Wyban J., Walsh A. W. and D. M. Godin, 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture, 138: 267-279.
- Xu X-L., Ji W-J., Castell J. D. and R. K. O´Dor, 1994. Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and satty acid composition of chinese prawn (*Penaeus chinensis*) broodstock. Aquaculture, 119: 359-370.
- Yoong, B. F. y N. B. Reynoso.1983. Cultivo del camarón marino (*Penaeus*) en el Ecuador. Pesca Marina, Julio-Agosto. p 19.
- Zanders I. P. and J. M. Rodríguez, 1992. Effects of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adults and on oxygen consumption in larvae and adults of *Macrobrachium ammazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). Comp. Biochem. Physiol 101A (3): 505-509 pp.
- Zein-Eldin, Z.P. and G.W. Griffith. 1966. The effect of temperature upon the growth of laboratory-held postlarvae *Penaeus aztecus*. Biol. Bull. 131 (1): 186-196.