



**CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DEL LANGOSTINO
(*Macrobrachium tenellum*) EN CULTIVOS EXPERIMENTALES DE
VERANO Y OTOÑO EN LA COSTA TROPICAL DEL PACÍFICO
MEXICANO**

**[GROWTH AND SURVIVAL OF PRAWN (*Macrobrachium tenellum*) IN
EXPERIMENTAL CULTURES DURING SUMMER AND AUTUMN IN
THE TROPICAL MEXICAN PACIFIC COAST]**

**F. Vega-Villasante^{1*}, E. A. Martínez-López², L. D. Espinosa-Chaurand¹,
M. C. Cortés-Lara¹ y H. Nolasco-Soria³**

¹Laboratorio de Acuicultura Experimental. Centro Universitario de la Costa.
Universidad de Guadalajara. Av. Universidad no. 203, Del. Ixtapa, C.P. 48280.
Puerto Vallarta, Jalisco, México.

²Licenciatura en Biología. Centro Universitario de la Costa. Universidad de
Guadalajara. México.

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California
Sur. México

Email: fernandovega.villasante@gmail.com

*Corresponding Author

RESUMEN

Para fines de cultivo, *Macrobrachium tenellum* es considerado como un buen candidato pues no es agresivo ni presenta canibalismo, puede tolerar un amplio rango de temperaturas, salinidades y concentraciones de oxígeno. El presente trabajo evalúa el cultivo semiintensivo de *M. tenellum* bajo condiciones ambientales de verano y otoño con especial atención en la temperatura del agua. Los resultados de los cultivos experimentales en la costa tropical del Pacífico mexicano, sugieren que esta especie demuestra mejor crecimiento durante el final de la primavera, verano y principios del otoño, época en que la temperatura promedio del agua es cercana a 30°C. Mientras que los cultivos de finales de otoño e inicios de invierno demuestran crecimientos mínimos, con una temperatura promedio del agua de cultivo de 27°C. Otros parámetros físicoquímicos como pH, concentración de O₂ y turbidez en el agua de cultivo fueron similares en todos los cultivos experimentales por lo que se sugiere que el factor temperatura fue el determinante en las diferencias encontradas en el crecimiento.

Palabras clave: camarón de río; temperatura; desarrollo; *Macrobrachium*; condiciones ambientales.

INTRODUCCIÓN

El género *Macrobrachium*, de la familia Palaemonidae, ha sido de gran interés biológico debido al número de especies que lo conforman, su distribución geográfica y a su gran importancia económica en muchos países. Los camarones de agua

SUMMARY

For aquaculture purposes, *Macrobrachium tenellum* is considered as a good candidate, is not aggressive nor presents cannibalism and can tolerate an ample interval of temperatures, salinities and oxygen concentrations. The present work evaluates the semi-intensive culture of *M. tenellum* under environmental conditions of summer and autumn with special attention to water temperature. The results of the experimental cultures in the tropical Mexican Pacific coast, suggest this species demonstrates better growth during the end of the spring, summer and the beginning of the autumn, time at which the average temperature of the water is near 30°C. The experimental cultures of end of autumn and beginnings of winter demonstrate minimum growth, with an average temperature of the culture water of 27°C. Other parameters like pH, O₂ concentration and turbidity in the culture water were similar in all the experimental cultures reason why temperature is suggested the factor was the determinant in the differences found in growth.

Key words: prawn; temperature; development; *Macrobrachium*; environmental conditions.

dulce o langostinos del género *Macrobrachium*, están distribuidos en las zonas tropicales y subtropicales. Existen más de 100 especies descritas, de las cuales 26 se encuentran en América (Holthuis, 1980). La biología de las especies del género parece obedecer a un denominador común: su hábitat dulceacuícola, a pesar de que algunas tienen capacidad para ocupar

medios salobres. En su mayoría, las primeras fases de su desarrollo las llevan a cabo en el área nerítica. Las especies por lo general son muy agresivas, entre los individuos de la misma población y con especies distintas. Son caníbales y depredadores (Holthuis, 1980; Hendrickx, 1995; New, 2000).

Para fines de cultivo, *Macrobrachium tenellum* es considerado como un buen candidato, pues a diferencia de la mayoría de sus congéneres no es agresivo ni presenta canibalismo y además se encuentra en altas densidades (Ponce-Palafox *et al.*, 2006), puede tolerar un amplio y fluctuante intervalo de temperaturas (de 16 a 32°C; Guzmán, 1987), salinidades (hasta 20 ups; Boschi, 1974; Espinosa, 1986; Hendrickx, 1995; Arroyo y Magaña, 2001) y concentraciones de oxígeno (de 0 a 5.59 ppm; Schiff y Hendrickx, 1997).

Algunos estudios se han dirigido a establecer el efecto de factores no bióticos sobre esta especie, con particular interés en la temperatura. Hernández *et al.* (1995) determinaron la preferencia térmica de *M. tenellum* bajo condiciones experimentales reportando que la temperatura preferida por esta especie fue de 28°C, con márgenes de 27 a 30.6°C. La energía que dedican a mantener su metabolismo es baja y su transferencia térmica alta comparada con otras especies (Lagerpetz, 2006). Los parámetros óptimos para el cultivo de esta especie (particularmente la temperatura) han sido sugeridos por algunos autores (Ponce Palafox *et al.*, 2002, 2006) y aparentemente coinciden con los de otras especies de *Macrobrachium*, sin embargo no han sido establecidos en las diferentes regiones en las que esta especie se considera nativa.

El presente trabajo evalúa el cultivo semiintensivo de *M. tenellum* bajo condiciones ambientales de verano y otoño con especial atención a la temperatura del agua de cultivo en la costa norte del Estado de Jalisco, con la intención de aportar información que pueda ser aplicada en producciones acuícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

Los cultivos se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (CUCOSTA), situado en la Delegación Ixtapa, municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, México. El CUCOSTA se halla situado a 20°42'19" N y 105°13'16" O, a una altitud de 10 metros sobre el nivel medio del mar.

Unidades experimentales

En cada cultivo estacional se utilizaron 9 piscinas circulares de 5 m de diámetro (Intex ®) de lona plastificada con estructura metálica, con una capacidad de 18,000 litros cada una. El agua de cultivo fue obtenida del sistema municipal, previamente reposada (7 días) para eliminar el exceso de cloro y fue ajustada a un metro de profundidad. Se llevaron a cabo recambios de agua (20%) solamente cuando la transparencia fue menor de 13 cm. La pérdida por evaporación fue restituida también con agua del sistema municipal sin reposar. El fotoperíodo (horas luz-oscuridad) fue el natural registrado para la zona norte del Pacífico en Jalisco durante el transcurso del verano otoño e invierno (desde 13-11 a 11-13 aprox). No se llevó a cabo control de temperatura. Se suministró aireación suplementaria con un aireador eléctrico de 1.5 HP (Pioneer ®). No se llevó a cabo fertilización artificial del agua de cultivo.

Organismos

Las postlarvas de langostino *M. tenellum* fueron capturadas con una red de cuchara en un lago artificial alimentado por un arroyo temporal que permite la migración de estos organismos desde los esteros hasta este cuerpo de agua (aprox. 6 km). Los organismos fueron seleccionados por peso para homogenizar la población a sembrar en cada uno de los cultivos y se sometieron a una aclimatación de 7 días previos al inicio del bioensayo. No se determinó el sexo de los organismos. Los animales fueron alimentados con alimento balanceado extruido para camarón (Camaronina ® Purina ® (35% de proteína, humedad 12%, grasa 8%, fibra cruda 5%, cenizas 10%, extracto libre de nitrógeno 30%). El horario y frecuencia de alimentación se establecieron *a priori* a las 13:00 h (única alimentación diaria). La ración de alimento a administrar se calculó de acuerdo a la biomasa inicial (10% de la misma), sin modificarse en el curso de los cultivos

Diseño

Los cultivos se llevaron a cabo en las siguientes fechas y densidades de siembra:

I) Primer cultivo de otoño: del 8 de octubre al 8 de diciembre de 2007 (60 días). Densidad: 160 organismos/piscina (8/m²).

II) Primer cultivo de verano: del 20 de mayo al 28 de julio de 2008 (66 días). Densidad: 160 organismos/piscina (8/m²).

III) Segundo cultivo de verano: del 25 abril al 26 de junio de 2009 (60 días) Densidad: 120 organismos/piscina (6/m²).

IV) Segundo cultivo de otoño: de 21 octubre al 4 de diciembre de 2009 (45 días). Densidad: 120 organismos/piscina (6/m²).

Se realizó una biometría inicial de la totalidad de los organismos por piscina (peso individual en g). No se llevaron a cabo biometrías intermedias. Se realizó una biometría final en la cual se registró el peso final individual (g), el peso final total y promedio por piscina. Se determinaron los siguientes parámetros biológicos:

$$\text{Supervivencia (S)} = \text{Nf/ Ni X 100}$$

Nf es el número final de organismos y Ni es el número inicial de organismos.

$$\text{Tasa de crecimiento porcentual (TC)} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{\text{Pi}} \times 100$$

Pf es el peso final del organismo y Pi es el peso inicial del organismo.

$$\text{Incremento en peso por día (IP/día)} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{\text{días de bioensayo}}$$

$$\text{Incremento en peso por mes (IP/ mes)} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{\text{meses de bioensayo}}$$

Parámetros físico-químicos

Las mediciones de temperatura, oxígeno y pH del agua fueron determinadas diariamente (14:00) con ayuda de un termómetro digital (Hanna ®), un oxímetro (YSI ®) y un potenciómetro de campo (Hanna ®), respectivamente, las dos primeras a 10 cm del fondo y el pH a 10 cm de la superficie de la columna del agua. La turbidez se determinó con un disco Secchi y se expresó como transparencia (cm). No se determinó ningún parámetro durante la noche ni la madrugada.

Productividad primaria

Para estimar la abundancia de células se tomaron muestras directamente de los estanques las cuales fueron preservadas con una solución de acetato-lugol en una proporción de 1:100 (Cortés-Altamirano, 1998), siguiendo el método de Hasle (1978) utilizando cámaras de sedimentación Sedgewick Rafter con capacidad de 1 ml y marcadas en recuadros de 1 mm² como marco de referencia. Se utilizó un microscopio compuesto Olympus CH30 con objetivos 20 y 40x; se obtuvieron microfotografías de los especímenes para la correcta observación de los organelos para su identificación.

Análisis estadístico

A los datos de peso inicial y final, temperatura, pH, oxígeno y transparencia se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía en cada uno de sus casos, posterior a las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0.05$) y de homogeneidad de varianzas de Bartlett ($\alpha = 0.05$). Las diferencias significativas entre los tratamientos fueron determinadas mediante comparaciones múltiples de Tukey ($P < 0.05$). Todas las pruebas se realizaron mediante el software estadístico SigmaStat V3.1 (2004).

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos en los cuatro cultivos experimentales. Los cultivos llevados a cabo durante los meses de otoño, demuestran crecimientos apenas superiores al peso en que los organismos fueron sembrados (incremento de 0.09 g para el cultivo I y 0.02 g para el IV). Las tasas de crecimiento son mínimas al igual que los incrementos en peso diario y mensual (45 y 8%, 0.015 y 0.0004 g, y 0.045 y 0.010 g, cultivo I y IV respectivamente) (Tabla 1). Las medias de los pesos iniciales de los langostinos fueron similares en otoño y verano. Se presentó diferencia estadística ($P < 0.05$) en los pesos finales de los organismos, correspondiendo los mayores valores a los cultivados en verano (9.3 ± 4.7 g cultivo II y 4.8 ± 1.91 g cultivo III). La supervivencia fue significativamente más baja ($P < 0.05$) en ambos tratamientos de verano (50 ± 12.1 y 55 ± 10.0 %, cultivos II y III respectivamente) comparada con la obtenida en otoño (70 ± 5.2 y 80 ± 5.3 %, cultivos I y IV respectivamente).

Con relación a las tallas máximas y mínimas (datos extremos no utilizados para calcular el promedio) encontradas en la biometría final, se encontró un fenómeno similar entre cultivos. En los cultivos de otoño apenas difieren del peso promedio total al final del cultivo (0.055 g). En los cultivos de verano se encontraron tallas máximas y mínimas muy alejadas del promedio final total del cultivo (26.55 y 4.55 g respectivamente). El número de organismos que se registró con pesos extremos en el cultivo II fue de 5.8 y 3.3 para máximos y mínimos respectivamente, mientras que para el cultivo III fue de 6.8 y 5.2 para pesos máximos y mínimos respectivamente (promedio de las 9 unidades experimentales por cultivo).

La tabla 2 muestra los promedios de los parámetros físicos y químicos de cada cultivo con los valores máximos y mínimos registrados en el transcurso de todo el cultivo. Las temperaturas promedio del agua registradas en verano fueron de 29.8 ± 1.1 y 29.5 ± 1.2 °C, que son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) a

aquellas encontradas en otoño y que apenas alcanzaron valores de 26.9 ± 1.82 y $27.2 \pm 2.02^\circ\text{C}$.

El pH se mantuvo en valores elevados para los cultivos de verano y otoño (8.5 ± 1.1 y 8.7 ± 0.6 , y 7.5 ± 0.9 y 8.5 ± 0.8 , respectivamente), sin diferencias estadísticas entre los cultivos ($P < 0.05$). Con relación al oxígeno disuelto en la columna de agua, se encontraron variaciones entre los cultivos, pero sin diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre ellos (Tabla 2).

La turbidez se mantuvo en rangos muy cercanos en todos los cultivos (13.75 ± 1.0 cm de transparencia) sin presentar diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$), sin embargo se manifestaron eventos de surgencias que propiciaron el aumento extremo de la

misma como puede apreciarse en los registros mínimos de transparencia (8.2 ± 1.0 cm). Estos incrementos fueron eventos aislados y no fueron la constante durante los cultivos, se manifestaron con igual frecuencia en verano y en otoño, lo cual sugiere que no son dependientes de la temperatura del agua, sin embargo nuestro estudio no fue diseñado para asegurar tal hecho. En el análisis de la productividad primaria durante los mismos se observó un crecimiento masivo de algas microscópicas del género *Scenedesmus* sp. en concentraciones de hasta $2 \times 935,000$ células por litro, también se observó la presencia de *Volvox* sp., ambas del grupo de las Clorofitas.

Tabla 1. Resultados de parámetros de crecimiento y supervivencia en cultivos de *M. tenellum* en verano y otoño.

Cultivo (duración/días)	Peso inicial g*	Peso final g*	Peso menor g	Peso mayor g	TC %	IP/día g	IP/mes g	Supervivencia (%)
I (60)	0.20 ± 0.09^a	0.29 ± 0.05^a	0.18	0.29	45	0.015	0.045	70 ± 5.2^b
II (66)	0.35 ± 0.10^a	9.3 ± 4.7^b	5.1	$26.9 \text{ g}^@$	2557	0.135	4.06	50 ± 12.1^c
III (60)	0.18 ± 0.08^{ab}	4.80 ± 1.91^b	4.0	$26.2 \text{ g}^@$	2566	0.077	2.31	55 ± 10.0^c
IV (45)	0.25 ± 0.12^a	0.27 ± 0.05^a	0.25	0.35	8	0.0004	0.01	80 ± 5.3^a

TC= Tasa de crecimiento. IP= Incremento en peso

Cultivo I y IV corresponde a el periodo de otoño; Cultivo II y III corresponden al periodo de verano.

* Peso promedio \pm desviación estándar.

Las letras de los superíndices diferentes en las columnas de peso inicial, peso final y supervivencia muestran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

@ Datos extremos no utilizados para el cálculo del promedio.

Tabla 2. Valores de parámetros fisicoquímicos registrados en el agua de cultivo en cultivos de *M. tenellum* durante verano y otoño.

Parámetros físico-químicos del agua	Cultivos			
	I	II	III	IV
Temperatura promedio ($^\circ\text{C}$)*	26.9 ± 1.82^b	29.8 ± 1.1^a	29.5 ± 1.2^a	27.2 ± 2.02^b
Máxima	28.8	33.5	32.9	30.1
Mínima	23.9	26.0	26.1	23.2
pH promedio (unidades)*	8.5 ± 1.1^a	7.5 ± 0.9^a	8.5 ± 0.8^a	8.7 ± 0.6^a
Máximo	9.7	8.7	9.5	9.5
Mínimo	7.9	7.3	8.2	8.0
Oxígeno (mg/L)*	5.0 ± 1.2^a	5.1 ± 0.5^a	4.7 ± 1.1^a	4.3 ± 1.2^a
Máximo	7.1	7.2	5	6.4
Mínimo	1.8	1.8	1.3	3.3
Transparencia promedio (cm)*	15.0 ± 3.0^a	14.0 ± 2.0^a	13.0 ± 3.0^a	13.0 ± 4.0^a
Máxima	50	45	50	55
Mínima	8	9	7	9

*Valores promedio \pm desviación estándar.

Las letras en los superíndices en las filas muestran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Los registros máximos y mínimos son eventos que se registraron de manera extrema y no constante en el transcurso del cultivo.

DISCUSIÓN

Para algunas especies de *Macrobrachium*, (vgr. *M. rosenbergii*), se ha generado una vasta información sobre su cultivo, sin embargo para otras (vgr. *M. tenellum*, *M. americanum*, *M. amazonicum*) el material disponibles en esta área del conocimiento es escaso. Ponce-Palafox *et al.* (2002) comentan que hay muy pocos trabajos efectuados sobre el crecimiento en estanques y comportamiento de las diversas especies nativas de *Macrobrachium* spp, como el caso de *M. tenellum*. Sin embargo, en México se ha propuesto, desde la década de los 70s, como una especie con potencial acuícola (Guzmán-Arroyo, 1987). A pesar de los pocos estudios biológicos que se han desarrollado con esta especie, la pobre información existente sobre sus poblaciones naturales y el impacto de las actividades humanas sobre las mismas, además su pesquería no es regulada aunque existe una veda oficial (declarada en 1989) no respetada del 1 de agosto al 31 de octubre de cada año (Diario Oficial de la Federación, 2010). Sin embargo su extracción de ríos, esteros y cuerpos de agua costeros es intensa y usual en muchas comunidades rurales de la costa del Pacífico (Hernández-Sandoval, 2008).

De acuerdo con Arroyo y Magaña (2001) las diferentes especies del género *Macrobrachium* se encuentran distribuidas generalmente en altitudes sobre el nivel del mar no mayor a los 1000 msnm, con una temperatura ambiente anual mínima de 16°C y máxima de 32°C, en zonas con precipitación total que fluctúa entre los 400 y 1350 mm anuales. Guzmán-Arroyo (1987) menciona que en la laguna costera de Tres Palos (Guerrero, México) los juveniles de *M. tenellum* prefieren aguas con una temperatura promedio de 29.8 C, mientras que las hembras y los machos adultos temperatura promedio de 31°C. Ruíz-Santos (1988) menciona que la tasa de crecimiento del *M. tenellum*, en condiciones naturales de lagunas costeras de sistema semicerrado, está asociada a la cantidad de oxígeno disuelto presente en el medio acuático, mientras que parámetros como la temperatura, precipitación y pH determinan las fluctuaciones de la densidad y la biomasa. Considerando lo anterior y que en los cultivos llevados a cabo en el presente estudio, las densidades de siembra fueron similares y no existió una variación significativa ($P < 0.05$) respecto al oxígeno disuelto, pH y transparencia del agua entre los mismos, se refuerza la tesis de que el crecimiento pudo estar influenciado directamente por la temperatura del agua, correspondiendo los mayores crecimientos a las mayores temperaturas (cultivos de verano; cultivos II y III).

Ponce-Palafox *et al.* (2006), en su estudio del cultivo de camarón de agua dulce *M. tenellum* en estanques rústicos, mencionan crecimientos máximos de 24 g en

un periodo de 144 días a temperaturas entre 29 y 32°C con supervivencia del 50%, reportando a los 60 días aproximadamente 10g de peso ganado. Esto es similar a nuestros resultados en los cultivos II y III (cultivos de verano) en donde los organismos aumentaron alrededor de los 10 y 5 g bajo temperaturas de 29°C y con supervivencias del 50%, en un tiempo 66 y 60 días respectivamente. De igual forma Ponce-Palafox *et al.*, (2006) establecen que para *M. tenellum* temperaturas de 25 a 29°C son óptimas para la reproducción, mientras que para el desarrollo larvario se mencionan de 28 a 30°C, estas últimas también son consideradas como las ideales para langostinos tropicales del género *Macrobrachium* por New y Valenti (2004).

Por su parte, Niu *et al.* (2003) realizaron un estudio en postlarvas de *M. rosenbergii*, evaluando el efecto de la temperatura sobre el consumo de oxígeno, el consumo de alimento y el crecimiento de los organismos. Sus resultados sugieren que el aumento de la temperatura incide en el incremento del consumo de oxígeno y del alimento provocando un mayor crecimiento. De acuerdo con este trabajo los mejores rendimientos se encontraron en un rango de 28 a 33°C. Los resultados de este autor coinciden con lo observado en el presente estudio, en el cual los mayores crecimientos corresponden a las mayores temperaturas promedio en los cultivos de verano y dentro del rango mencionado por estos investigadores ($29.8 \pm 1.1^\circ\text{C}$, cultivo II y $29.5 \pm 1.2^\circ\text{C}$ cultivo III)..

Manjappa *et al.* (2002), en su estudio del crecimiento de *Cyprinus carpio* reportaron la presencia de *Scenedesmus* sp. y de *Volvox* sp., demostrando que cuando este organismo fue alimentado con alimento alto en proteína y el alimento natural (microalgas), el crecimiento de los peces y la tasa de crecimiento específico fueron positivamente correlacionados con la presencia del alimento de origen natural. Estas microalgas también se encontraron en nuestros cultivos experimentales y pertenecen al grupo de las Clorofitas, que contienen clorofila y pigmentos carotenoides (a-caroteno, b-caroteno, astaxantina, luteína, etc.) (Navarrete-Salgado *et al.*, 2004). Los pigmentos carotenoides participan de manera muy importante en la eliminación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y por lo tanto en el estado de salud de los organismos cultivados que tienen acceso a ellos a través de las dietas o de la comunidad microbiana presente en el agua de cultivo (Vega-Villasante *et al.*, 2004, 2008). El consumo de organismos macro y microscópicos con altos contenidos de pigmentos carotenoides aparece como usual en *M. tenellum* pues una de sus características fenotípicas particulares es la intensa coloración naranja de las articulaciones de los pereiópodos, misma que se pierde cuando son mantenidos en cautiverio con dietas exentas de tales compuestos (observaciones personales de los autores, no publicadas). En el caso de los cultivos llevados a

cabo en este estudio, los organismos conservaron la pigmentación característica de sus apéndices locomotores. Estudios dirigidos a determinar la participación de estos pigmentos en el crecimiento y estado de salud de esta especie deben ser considerados como parte fundamental en el diseño de dietas específicas.

Al igual que en el estudio de Ponce-Palafox *et al.* (2006), antes citado, y en el presente trabajo para los cultivos de verano se coincide en la observación de pesos extremos de una parte de la población en cultivo, particularmente organismos machos (45 a 50 g y 26.2 a 26.9 g en los cultivos II y III). Este fenómeno ha sido poco estudiado en *M. tenellum*, pero parece corresponder con aspectos de la etología del género *Macrobrachium* y que en *M. rosenbergii* ha sido bien descrito y definido como “efecto toro”. Jayachandran (2001) menciona diferencias de crecimiento entre los machos de una misma población, en donde un macho adulto sexualmente maduro limita el crecimiento entre los machos jóvenes. La posible causa de que esto no se haya observado en los cultivos de otoño puede ser al bajo crecimiento de los organismos de la población general. En observaciones realizadas por Vega-Villasante *et al.* (resultados no publicados) con langostinos machos de *M. tenellum* mantenidos en acuarios, se ha intentado comenzar a definir criterios de diferenciación entre los machos dominantes y los subordinados jóvenes. Los machos dominantes son generalmente más grandes y oscuros (verde oliva intenso a marrón) con quelas casi siempre simétricas y largas, de un color uniforme que van del verde oliva y marrón oscuro al negro. Mientras que los machos jóvenes son de color gris o verde oliva claro con quelas (de menor tamaño y grosor) del mismo color o marrón claro con franjas amarillas o naranjas. Los dominantes son territoriales y establecen un área bien definida que si es traspasada por los otros machos desencadena un comportamiento agresivo. Los machos subordinados generalmente se localizan en los extremos del acuario mientras que el dominante ocupa el centro. En el caso de existir refugio en el acuario el macho dominante ocupará el mismo. Los machos subordinados, cuando mudan, son muertos y canibalizados por el macho dominante, sin embargo esta conducta parece moderarse con la colocación de refugios y con una alimentación adecuada.

Jayachandran (2001) menciona que los camarones palemónidos del género *Macrobrachium* son más activos durante la noche y que son consumidores de fondo, principalmente de detritos. En el caso de la presencia de detritos en todos los cultivos de la presente investigación se confirmó que existían condiciones de acumulación de los mismos, los cuales probablemente se dieron por las condiciones de surgencia, generando condiciones anóxicas en ciertas áreas del fondo y en la columna del agua

principalmente por la noche. En este sentido Arboleda-Obregón (2006) menciona que la visibilidad con el disco Secchi debe marcar de 30 a 40 cm, si la turbidez producida por el plancton es menor que 30 cm, se convierte en un problema, porque por la noche la misma comunidad planctónica consume el oxígeno disuelto, trayendo como consecuencia, en casos graves, la muerte de los organismos. En nuestro caso la transparencia promedio estuvo entre los 13 y 15 cm, lo que puede considerarse muy riesgoso para la salud de los langostinos por representar un factor mecánico al impedir el adecuado funcionamiento de las branquias además del descenso en la concentración de oxígeno (MacGibbon, 2008). Aun así se presentaron pocas manifestaciones evidentes de patologías que afectaran a la población cultivada; fueron detectados algunos organismos con ligera necrosis de los urópodos y otros con cierto oscurecimiento de las branquias, ambas consideradas como enfermedades que pueden presentarse en condiciones de baja calidad del agua (Ponce-Palafox *et al.*, 2005). Todo lo anterior expuesto podría explicar la mortalidad registrada en los cultivos, sugiriendo que la mortalidad de hasta un 50 % expresada en los cultivos de verano (cultivo II y III) puede estar relacionada con la incapacidad del sistema de aportar el oxígeno necesario. Sin embargo las mismas condiciones fueron registradas en los cultivos de otoño (cultivos I y IV) en los cuales se registraron menores mortalidades (30%).

Bajo los protocolos de cultivo establecidos en nuestro estudio, se puede sugerir que *M. tenellum* posee un potencial de cultivo en la costa norte de Jalisco y sur de Nayarit. Se recomienda que estos cultivos deban llevarse a cabo en las épocas en que la temperatura del agua puede mantenerse dentro de los rangos ya mencionados (28 a 32°C) y que corresponderían a finales de primavera, verano y principios de otoño. Cultivos de finales de otoño, invierno e inicios de primavera no son recomendados ya que el desarrollo de los organismos sería mínimo. Disminuir el “efecto toro” a través de la colocación de refugios o de cosechas selectivas de los machos grandes durante el transcurso del cultivo y llevar un control de los niveles de oxígeno, pH y turbidez se advierten como estrategias necesarias para cultivos comerciales. La posibilidad del cultivo y policultivo de engorda de juveniles silvestres en producciones rurales con una primera vocación de autoconsumo es el objetivo de nuestros actuales estudios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Programa del Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP) y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) (Proyecto 06-2009-661) por apoyar nuestra

investigación actual con esta especie de crustáceo. Nuestro reconocimiento a la M.C. Olimpia Chong Carrillo (Editorial Gente Nueva, Cuba) por las amables correcciones y sugerencias en las primeras versiones de este manuscrito y al Dr. Amilcar Cupul Magaña por su desinteresado apoyo a nuestro trabajo. Se agradece también a los estudiantes de la carrera de Biología: Manuel Vargas Ceballos, Cecilia Rojas Sahagún, Gabriela Orozco Franco y César Jáuregui Huerta, por su colaboración. Los autores agradecen y reconocen el trabajo de los árbitros de Tropical and Subtropical Agroecosystems, cuyas sugerencias y correcciones fueron indispensables para el mejoramiento del manuscrito.

REFERENCIAS

- Arboleda-Obregón, D.A. 2006. Limnología aplicada a la acuicultura. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VII, n° 11. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>. 23/05/2010.
- Arroyo, R. G. y Magaña, R.L. 2001. Contribución al conocimiento de las especies de *Macrobrachium* y *Atya* con especial referencia a los langostinos en el cauce del río Baluarte. Tesis de Licenciatura en Biología Pesquera, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- Cortés-Altamirano R., 1998. Las Mareas Rojas, AGT, México. 161 pp.
- Guzmán-Arroyo, M. 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis de Doctor en Ciencias del Mar, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Acuerdo por el que se establecen épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas continentales de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Edición del 31 de marzo de 2010. pp. 88 y 90.
- Hasle G. R., 1978, Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (Editor). Phytoplankton Manual. UNESCO, Francia. pp. 191-196.
- Hendrickx, M.E. 1995. Camarones. In: Fischer W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. y Niem, V.H. (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. 1. Plantas e invertebrados, FAO Italia.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO species catalogue. Shrimps and Prawns of the World. An annotated catalogue of species of interest to fisheries, FAO, Italia. 271 pp.
- Hernández , R.M., Bückle, R.L.F. and Díaz, H.F. 1995. Preferred temperature of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea, Palaemonidae). Revista Italiana Acquacultura. 30:93-96.
- Hernández-Sandoval, P. 2008. Efecto de la temperatura en el crecimiento y supervivencia del langostino *Macrobrachium occidentale* y del acocil *Cherax quadricarinatus*. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Jayachandran, K.V. 2001. Biodiversity, taxonomy, biology and management. Science Publishers. USA. 624 pp.
- MacGibbon, D. J. 2008. The effects of different water quality parameters on prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) yield, phytoplankton abundance and phytoplankton diversity at New Zealand prawns limited, Wairakei, New Zealand. Thesis of Master of Science in Ecology & Biodiversity, Victoria University of Wellington, New Zealand.
- Manjappa, K., Keshavanath P. y Gangadhara, B. 2002. Growth performance of common carp *Cyprinus carpio* fed varying lipid levels through low protein diet, with note on carcass composition and digestive enzyme activity. Acta Ichthyologica et Piscatoria. 32:145-155.
- Navarrete-Salgado, N.A., Fernández, E., Contreras-Rivero, G., Rojas-Bustamente, M.L. y Sánchez-Merino, R. 2004. Piscicultura y ecología en estanques dulceacuícolas, AGT, México. 180 pp.
- New, M.B. 2000. History and global status of freshwater prawn farming. In New, M.B. and Valenti, W.C. (eds.). Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, England. pp. 1-11.
- New, M.B. and Valenti, W.C. 2004. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science. England.
- Niu, C., Lee, D., Goshima, S. and Nakao, S. 2003. Effects of temperature on food consumption growth and oxygen consumption of

- freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae. *Aquaculture Research*. 34:501-506.
- Ponce-Palafox, J. T., Arana-Magallón, F. C., Cabanillas-Beltrán, H. y Esparza Leal, H. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico Americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2002. <http://www.revistaaquatic.com/civa2002/completo.asp?cod=67>. 19/03/2010
- Ponce-Palafox, J. T., González-Salas, R., Romero-Cruz, O. Toussaint, I., Arredondo-Figueroa, J. L., Esparza-Leal, H. y García-Ulloa, G. M. 2005. Enfermedades del camarón de agua dulce *Macrobrachium tenellum* y *M. rosenbergii* durante el cultivo comercial en estanques rústicos, en empresas rurales. *Revista Electrónica de Veterinaria*. Vol. VI, no. 12. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120507.html>. 21/03/2010.
- Ponce-Palafox, J.T., García-Ulloa Gómez, M., Arredondo-Figueroa, J.L., Hernández-Ocampo, D., Díaz-Álvarez, J., Aldama-Rojas, G. y Esparza-Leal, H. 2006. El cultivo del camarón de agua dulce *Macrobrachium tenellum* en estanques rústicos. Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2006. <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/completo.asp?cod=246>. 15/06/2010.
- Ruiz-Santos, H. 1988. Estudio de la edad y crecimiento del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en la laguna de Tres Palos, Guerrero. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vega-Villasante, F., Nolasco-Soria, H, Chong-Carrillo O., Fallarero A. y Carrillo-Farnés, O. 2004. Functional feeds in shrimp nutrition: the new research? Theoretical concept and practical approach. *Panorama Acuícola Magazine*. 9: 22-25
- Vega-Villasante, F., Carrillo-Farnés, O., Jaime-Ceballos, B. y Galindo-López, J. 2008. Alimentos Funcionales en la nutrición de organismos acuáticos: del pasado reciente al futuro inmediato. *Industria Acuícola*. 4:36-38.

Submitted November 12, 2010 – Accepted November 12, 2010
Revised received November 16, 2010