

Comportamiento osmorregulador de *Macrobrachium tenellum* y *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda:Palaemonidae) en diferentes salinidades

Giséle Signoret P. Brailovsky y Ernesto Soto Galera

Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calz. del Hueso 1100, Col. Villa Quietud. Del. Coyoacán. México, D.F. C.P. 04960. FAX No. +52(5)723 5469.

Abstract: The osmotic response of adult freshwater prawn *Macrobrachium tenellum* from the Pacific coast of Mexico was compared with that of *M. acanthurus* from the Gulf of Mexico. They received four experimental treatments with gradual and abrupt changes of salinity. Both species showed a similar osmotic behaviour at 0 to 20 ppt, reaching their isosmotic points at 632 and 640 mOsm/kg respectively; beyond this point both are hiporegulators. However, while *M. acanthurus* regulate precisely at 632 mOsm/kg, the blood osmolarity of *M. tenellum* will increase slowly beyond the isosmotic point. The maximum salinities tolerated by the specimens were 28 ppt for *M. tenellum* and 25 ppt for *M. acanthurus*.

Key words: *Macrobrachium*, osmoregulation, prawn, salinity tolerance, mortality, moult.

El género *Macrobrachium* (Bate 1868), está ampliamente distribuido en el territorio mexicano tanto en cuerpos de agua dulce como salobre, preferentemente someros, con alto contenido de materia orgánica. Este género incluye a los langostinos *M. tenellum* (Smith 1871), presente en México desde Baja California hasta Chiapas, y *M. acanthurus* (Wiegmann 1836), que se encuentra en todo el Golfo de México (Rodríguez de la Cruz 1965, Negrete 1977 y Granados-Berber 1984a), ambas especies están estrechamente relacionadas filogenéticamente (Holthuis 1952) y ocupan hábitats semejantes en cuerpos de agua estuarinos, donde sus poblaciones se han visto mermadas por una sobreexplotación debido a su valor comercial.

En las dos últimas décadas se ha trabajado sobre la biología y ecología de ambas especies, principalmente en relación a su distribución, reproducción y crecimiento, lo que ha dado pauta para una mejor comprensión de sus ciclos de vida, así como de sus relaciones con el medio (Román-Contreras 1979, Guzmán *et al.* 1982, Granados-Berber 1984b). Otro aspecto que se ha investigado frecuentemente es el cultivo de estas especies, pero no se han obtenido los resultados esperados, debido a dificultades técnicas en el mismo (New 1980).

En lo que se refiere a la fisiología de estas especies existen pocos trabajos: en el caso de *M. tenellum* no hay información sobre el tema y respecto a *M. acanthurus* se han hecho algunos estudios sobre respiración, osmorregulación,

ingestión de alimentos y locomoción (Moreira *et al.* 1983, Bernardi 1990, Gasca-Leyva *et al.* 1991).

En la presente investigación se compara el comportamiento osmorregulador entre adultos de *M. tenellum* y *M. acanthurus* en diferentes salinidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

El comportamiento osmorregulador de *M. tenellum* y de *M. acanthurus* fue estimado analizando la concentración osmótica de la hemolinfa (COH) en relación a la concentración osmótica externa (COE), en diferentes salinidades.

En la investigación se utilizaron 239 ejemplares adultos de *M. tenellum* (5.0 ± 1.0 cm de longitud; 9.0 ± 2.0 g de peso) y 271 individuos de *M. acanthurus* (8.6 ± 3.0 cm; 10.0 ± 2.5 g), provenientes de la Laguna de Coyuca de Benítez, Gro. y de la Laguna de Alvarado, Ver., respectivamente.

Los langostinos se colocaron en grupos de 25 individuos en acuarios de 60 l de capacidad, con agua dulce y oxigenación constante; se mantuvo una temperatura de 20 ± 1 °C y se controlaron el pH, NH_3 , NO_2^- , NO_3^- , a través de recambios de agua cada 24 horas y por filtración con carbón activado y fibra sintética. Estos animales se aclimataron durante 72 horas, después de las cuales se empezó el experimento. La determinación de los estados de muda en que se encontraban los organismos se hizo de acuerdo a la técnica propuesta por Drach y Tchernigovzteff (1967) y solamente se utilizaron individuos que se encontraban en intermuda (estados C y D).

Posteriormente se sometieron a cuatro tratamientos experimentales, con cambios de salinidad de 1, 2, 4 y 5 ‰ por día, cubriendo los intervalos de 0 a 7, de 0 a 14, de 0 a 24 y de 0 a 35 ‰, respectivamente; además de contarse con un grupo control de 0 ‰. Las salinidades experimentales utilizadas se prepararon con sal marina y agua desclorada.

Cada seis horas se tomaron muestras de 30 µl de hemolinfa, por punción directa de la cavidad pericárdica con ayuda de un capilar; dichas muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 segundos en una centrífuga Eppendorf 5144; simultáneamente se tomaron muestras del agua de los acuarios para determinar su presión osmótica, la cual se midió en un osmómetro "Micro-Osmette" de la Precision Systems, Inc.; asimismo se registró la mortalidad en cada tratamiento.

RESULTADOS

La presión osmótica interna promedio de los organismos en concentraciones de 0 ‰ de salinidad (grupo control) fue de 419 mOsm/kg como valor promedio, con un mínimo de 401 mOsm/kg, un máximo de 442 mOsm/kg y una desviación estándar de 10.30 para *M. tenellum*, mientras que para *M. acanthurus* estos valores fueron: 420 mOsm/kg como valor promedio, 406 mOsm/kg como mínimo, 445 mOsm/kg como máximo y una desviación estándar de 10.28. Por otro lado, en las diferentes salinidades a las que fueron expuestos los organismos, se registraron los siguientes intervalos de COH: de 401 a 716 mOsm/kg para *M. tenellum* y de 402 a 667 mOsm/kg para *M. acanthurus*.

De acuerdo a los resultados de la presión osmótica interna en las diferentes salinidades, *M. tenellum* y *M. acanthurus* presentaron un comportamiento osmótico similar en salinidades bajas, siendo hiperreguladores en salinidades de 0 a 20 ‰. En este intervalo se observaron dos tendencias de la COH: la primera, de 0 ‰ hasta 10 ‰, en la cual la COH aumentó progresivamente a medida que aumentó la COE. En la segunda, la cual se presentó después de las 10 ‰ hasta el punto isosmótico, se observó una tendencia de la COH a mantener las concentraciones aunque aumentara la COE (Fig. 1).

Por otra parte, los valores de los puntos isosmóticos fueron de 640 mOsm/kg para *M. tenellum* y de 632 mOsm/kg para *M.*

acanthurus; después del punto isosmótico la primera especie resultó hipoconformadora, mientras que la segunda fue hiporreguladora.

Para ver las diferencias en los comportamientos osmóticos de las dos especies, se hizo un análisis de varianza con los resultados de presiones osmóticas internas obtenidas a través del experimento, en el cual se obtuvo una $P=0.009$, lo cual indica que las diferencias fueron significativas. Con el

propósito de puntualizar estas diferencias se hizo un análisis de regresión lineal en dos intervalos de COE: de 0 a 299 mOsm/kg y de 300 a 700 mOsm/kg, en cada una de las especies (Cuadro 1). En el intervalo de 0 a 299 mOsm/kg *M. tenellum* presentó una pendiente menor que *M. acanthurus*, mientras que en el rango de 300 a 700 mOsm/kg ésta última especie fue la que registró menor pendiente.

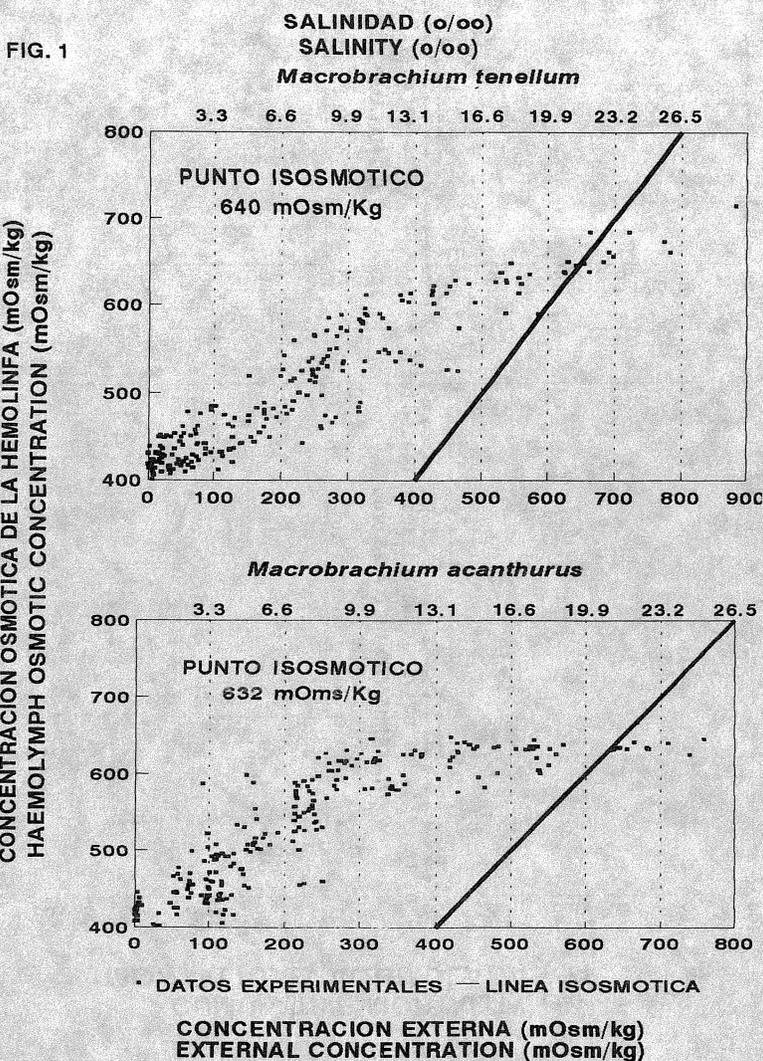


Fig. 1. Presión osmótica de la hemolinfa en relación a la presión osmótica externa en *Macrobrachium tenellum* y *M. acanthurus*.

Haemolymph osmotic pressure in relation with the external osmotic pressure in *Macrobrachium tenellum* and *M. acanthurus*.

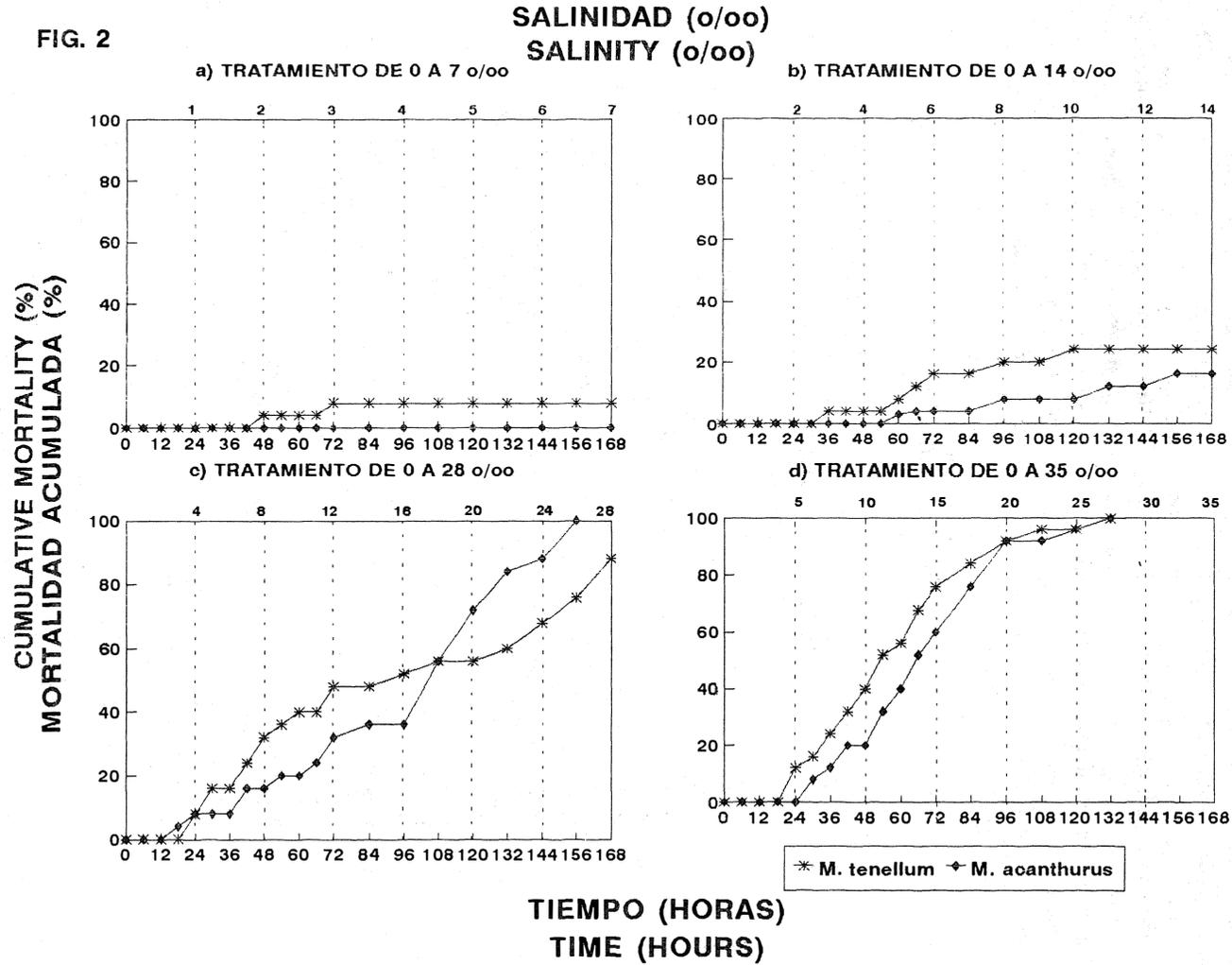


Fig. 2. Mortalidad acumulada de *Macrobrachium tenellum* y *M. acanthurus* en diferentes salinidades.
Cumulative mortality of *Macrobrachium tenellum* and *M. acanthurus* at different salinities treatments.

CUADRO 1
Regresión lineal de la concentración osmótica externa de
Macrobrachium tenellum y *M. acanthurus*.

Regresión lineal de 0 a 300 mOsm/kg de
concentración osmótica externa.

| | <i>M. tenellum</i> | <i>M. acanthurus</i> |
|----------------|--------------------|--------------------------|
| a | 412.63 | 408 |
| b | 0.467 | 0.64 |
| r ² | 0.775 | 0.78 |
| n | 176 | 198 |

Regresión lineal de 300 a 700 mOsm/kg de
concentración osmótica externa.

| | <i>M. tenellum</i> | <i>M. acanthurus</i> |
|----------------|--------------------|--------------------------|
| a | 493.95 | 571 |
| b | 0.24 | 0.107 |
| r ² | 0.688 | 0.310 |
| n | 63 | 76 |

Los cambios de la pendiente entre la concentración externa y la interna nos indican la regulación de los organismos ante su medio; así, una pendiente hipotética de "cero" refleja una perfecta osmorregulación, mientras que una pendiente cercana a "uno" indica isosmoticidad. De acuerdo a lo anterior y a los resultados obtenidos, encontramos que en el intervalo de 0 a 299 mOsm/kg, las dos especies tuvieron valores altos en su pendiente, lo cual refleja un aumento progresivo de su presión osmótica interna. Después de este intervalo se da un cambio de pendientes con valores más bajos, lo que muestra una tendencia a mantener su concentración osmótica interna; esto se dio con mayor énfasis en *M. acanthurus*.

La mortalidad registrada en los tratamientos con cambios de 1 y 2 ‰ no rebasó el 25 % de mortalidad acumulada (Fig. 2a y b), mientras que en el tratamiento de 4 ‰ *M. acanthurus* alcanzó el 100 % de mortalidad en 24 ‰ de salinidad. En *M. tenellum* sólo se observó el 88 % de mortalidad acumulada en 28 ‰ (Fig. 2c); en el último tratamiento (5 ‰), las dos especies presentaron su mortalidad máxima en 25 ‰ (Fig. 2d). Ninguna de las dos especies alcanzó las 35 ‰ de salinidad, siendo las salinidades

máximas toleradas de 28 ‰ para *M. tenellum* y de 25 ‰ para *M. acanthurus* (Fig. 2).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que las dos especies tienen comportamientos osmóticos similares en bajas salinidades; sin embargo, pasando el punto isosmótico sus comportamientos son distintos.

M. tenellum presentó un comportamiento hiperregulador en bajas salinidades e hipoconforme en altas salinidades; este comportamiento ha sido reportado para varias especies del género: *M. ohione* (Castille y Lawrence 1981), *M. heterochirus* (Moreira et al. 1983) y *M. rosenbergii* (Stern et al. 1987).

Por otro lado, *M. acanthurus* se comportó como hiperregulador en salinidades por encima de los 300 mOsm/kg e hiporregulador en altas salinidades, manteniendo constante su presión osmótica interna entre 10 y 26 ‰ de salinidad; este comportamiento se ha observado en *M. equidens*, que mantiene su COH entre 7 y 30 ‰ (Denne 1968) y en la especie *M. olfersii* en la cual Moreira et al. (1983) encontraron hiporregulación entre 21 y 28 ‰ de salinidad; en el mismo trabajo los autores indican que *M. acanthurus* se comporta como hiperregulador en bajas salinidades e hipoconforme en altas salinidades. Esta capacidad de regularse hiper-hipo-osmóticamente se asocia a organismos de aguas salobres.

Los valores de los puntos isosmóticos de *M. tenellum* (640 mOsm/kg) y *M. acanthurus* (632 mOsm/kg) son semejantes a los puntos isosmóticos de *M. ohione*, con 643 mOsm/kg (Castille y Lawrence 1981), *M. heterochirus*, con 647 mOsm/kg y *M. olfersii*, con 620 mOsm/kg (Moreira et al. 1983).

Estudios sobre requerimientos respiratorios de *M. acanthurus* (Moreira et al. 1983, Gasca-Leyva et al. 1991) indican que la especie tiene tres etapas en el consumo de oxígeno: la primera con un alto consumo de oxígeno en bajas salinidades; la segunda, que se presenta

alrededor de las 10 ‰, donde se registra el menor consumo de oxígeno y la tercera donde se tiene también un alto consumo de oxígeno. Si comparamos estos resultados con la presente investigación, se puede observar que en la etapa donde *M. acanthurus* aumenta su COH a medida que aumenta la COE, hay un mayor consumo de oxígeno (salinidades bajas); alrededor de las 10 ‰ en donde la especie empieza a mantener su COH el consumo de oxígeno es mínimo, pero esta regulación de la COH con el aumento de la COE estimula el consumo de oxígeno hasta alcanzar su máximo en el punto isosmótico.

En relación a la mortalidad de ambas especies, ésta resultó ser baja en salinidades inferiores a 14 ‰, presentándose el 100 % de mortalidad después de las 24 ‰. Signoret-Poillon y Soto-Galera (1996) informan que la mortalidad presentada por la especie *M. tenellum*, no es solo función de la salinidad a la que fue expuesta esta especie, sino también al tiempo de exposición en dichos tratamientos; es importante mencionar que la resistencia a las variaciones de salinidad está relacionada también con los estadios de muda en los que se encuentran los organismos (Lobao y Sawaya 1978).

El comportamiento osmótico de las diferentes especies de langostinos puede estar condicionado por distintos factores fisiológicos como son el estado de muda en que se encuentren los organismos (Mantel y Farmer 1983), al estado del ciclo de vida por el que atraviesan y el tiempo de aclimatación en las salinidades expuestas (Castille y Lawrence 1981, Stern *et al.* 1987). En lo que se refiere a la aclimatación a diferentes salinidades, McNamara (1987) encontró que *M. olfersii* muestra una considerable flexibilidad en el ajuste osmótico a las variaciones de salinidad en función del tiempo de exposición, también registró que los puntos isosmóticos de los organismos cambiaban de acuerdo al tiempo de exposición.

Los resultados presentados en este estudio indican que *M. acanthurus* y *M. tenellum* muestran comportamientos osmóticos diferentes

en altas salinidades, no obstante de ser especies estrechamente relacionadas. Estas diferencias en la presión osmótica interna pueden ser un reflejo de las diferentes adaptaciones que estos organismos han desarrollado a las variaciones de salinidad y a características ambientales propias de sus hábitats (Staton y Felder 1992).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la revisión del manuscrito a Sonia Espina de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

Se hizo una comparación de las respuestas osmóticas entre langostinos adultos de *Macrobrachium tenellum* de las costas del Pacífico mexicano y *M. acanthurus* del Golfo de México. Los organismos se sometieron a cuatro diferentes tratamientos experimentales con cambios bruscos y graduales de salinidad. Ambas especies presentaron comportamientos osmóticos similares en salinidades de 0 a 20 ‰, alcanzando sus puntos isosmóticos en 632 y 640 mOsm/kg, respectivamente, después de los cuales *M. tenellum* resultó hipoconforme mientras que *M. acanthurus* se comportó como hiporregulador. Las máximas salinidades toleradas por estas especies fueron de 28 ‰ para *M. tenellum* y de 25 ‰ para *M. acanthurus*.

REFERENCIAS

- Bernardi, N. 1990. Temperature influence upon food ingestion and spontaneous locomotion of the freshwater prawn *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *J. Therm. Biol.* 15:33-36.
- Castille, F.L. & A.L. Lawrence 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the haemolymph of the freshwater shrimp, *Macrobrachium ohione* Smith and *Macrobrachium rosenbergii* De Man. *Comp. Biochem. Physiol.* 70A:47-52.
- Denne, L.B. 1968. Some aspects of osmotic and ionic regulation in the prawns *Macrobrachium australiensis* (Holthuis) and *Macrobrachium equidens* (Dana). *Comp. Biochem. Physiol.* 26A:17-30.
- Drach, P. & C. Tchernigovtzeff 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et Milieu. Sér. A: Biol. Mar.* 18(3A):595-610.
- Gasca-Leyva, J.F.E., C.A. Martínez-Palacios & L.C. Ross 1991. The respiratory requirements of *Macrobrachium*

- acanthurus* (Wiegmann) at different temperatures and salinities. *Aquaculture* 93:191-197.
- Granados-Berber, A.A. 1984a. Biología, ecología y pesquerías de los langostinos en México. *Universidad y Ciencia* 1:5-27.
- Granados-Berber, A.A. 1984b. Aspectos reproductivos del camarón prieto *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la cuenca del río González, Tabasco, México. (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., UNAM, México* 11:1-22.
- Guzmán, A.M., J.L. Rojas & L.D. González 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobrachium tenellum* y su relación con los factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., UNAM, México* 9:67-80.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Found. Publ. Occasional Paper. 12:1-396.
- Lobao, V.L. & P. Sawaya 1978. Resistencia de *Macrobrachium holthuisi* Genofre & Lobao, 1976 e *M. iheringi* Ortmann, 1897 a variaVao da salinidade em funVao dos estadios do ciclo de intermuda. *B. Inst. Pesca*, 5:119-127.
- Mantel, L.H. & L.L. Farmer 1983. Osmotic and ionic regulation. p. 373-429. In: D.E. Bliss (ed.). *The Biology of Crustacea*. V. Academic Press. Nueva York.
- McNamara, J.C. 1987. The time course of osmotic regulation in the freshwater shrimps *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann) (Decapoda Palaemonidae). *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 1:245-251.
- Moreira, G.S., J.C. McNamara, S.E. Shumway & P.S. Moreira 1983. Osmoregulation and respiratory metabolism in brazilian *Macrobrachium* (Decapoda Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 74A:57-62.
- Negrete, A.R. 1977. Fecundidad en el langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Palaemonidae) en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- New, N.B. 1980. El potencial del cultivo de *Macribrachium* en Latinoamérica. *Rev. Latinoamer. Acuicultura, México* 6:1-40.
- Rodríguez de la Cruz, M.C. 1965. Contribución al conocimiento de los Palemónidos de México. II. Palemónidos del Atlántico y Vertiente Oriental de México con descripción de dos especies nuevas. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. S.I.C. México* 1:71-112.
- Román-Contreras, R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *An. Cen. Cien. Mar y Limnol. UNAM, México* 6:137-160.
- Signoret-Poillon Brailovsky, G. & E. Soto-Galera 1996. Tolerancia de *Macrobrachium tenellum* (Smith) a diferentes salinidades. Universidad, Ciencia y Tecnología, Morelos, México. En prensa.
- Staton, J.L. & D.L. Felder 1992. Osmoregulatory capacities in disjunct western Atlantic populations of the *Sesarma reticulatum* complex (Decapoda: Grapsidae). *J. Crust. Biol.* 12(3):335-341.
- Stern, S., A. Borut & D. Cohen 1987. Osmotic and ionic regulation of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) adapted to varying salinities and ion concentrations. *Comp. Biochem. Physiol.* 86(A):373-379.