



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES IZTACALA

RESPUESTA DEL LANGOSTINO Macrobrachium tenellum (Smith)
Y SU PARASITO BRANQUIAL Probopyrus pacifensis Román
A VARIACIONES EXPERIMENTALES DE SALINIDAD
Y TEMPERATURA

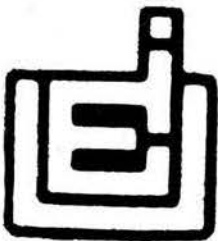
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MA. DEL CARMEN ESPINOSA PEREZ



MEXICO, D. F.

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

RESPUESTA DEL LANGOSTINO Macrobrachium tenellum (Smith) Y SU PARASITO
BRANQUIAL Probopyrus pacifensis Román A VARIACIONES EXPERIMENTALES DE
SALINIDAD Y TEMPERATURA.

PRESENTADO POR: **MA. DEL CARMEN ESPINOSA PEREZ.**

A MIS PADRES:

ENRIQUETA PEREZ Y RAFAEL ESPINOSA.

A MIS HERMANOS:

ESTHER, MA. EUGENIA, RAFAEL, GEORGINA Y GERARDO.

A MI FAMILIA.

PARA ELLOS ESTE TRABAJO,

MI CORAZON SIEMPRE SUYO,

MI AMOR Y MI VIDA

SUYOS PARA SIEMPRE.

AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi agradecimiento al M.enC. Ramiro Román Contreras por la paciencia y orientación que me brindó durante la Dirección de este trabajo.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M., por el apoyo brindado durante el tiempo en que realicé este trabajo.

A los integrantes del jurado examinador: Biol. Ma. de los Angeles Sanabria E., Biol Rafael Chávez L., M.enC. Norma A. Navarrete S. y M.enC. Regina Sánchez M., por sus comentarios y sugerencias al manuscrito final de esta investigación.

A la Dra. Vivianne Solis Weiss, por la confianza, el apoyo y la amistad que me ha brindado siempre. Gracias Vivianne.

Al Proyecto D.G.A.P.A. No. IN209789, dirigido por la Dra. Solis, por el apoyo económico brindado.

Al M.enC. Pablo Hernández A. y a la Dra. Flor M. Cruz A. por los valiosos comentarios para este escrito.

Al M.enC. Xavier Chiappa C. y al Biol. Angel Durán D. por la asesoría en el aspecto estadístico.

Mi más grande agradecimiento a Elena Sánchez B., Miguel A. Molina R. y José Luis Mireles F., por su siempre inapreciable presencia, y por que este trabajo también es suyo.

A mi muy querida amiga Laura E. Ortíz Peña, por que siempre está conmigo.

A Andrés Cruz, Arturo Caballero, Carlos Tellez y Alfonso Becerril, por enseñarme que Caifán, es el que todo lo puede.

A los integrantes del Lab. de Ecología Costera, Alejandro G., Pablo H., Victor O., Luis M., Veronica R., Erna L., Laura G., Claudia M., Pilar A. y Jesús V., gracias por la amistad, apoyo y aliento brindado durante mi estancia en el mismo.

A mis amigos y profesores de la E.N.E.P. Iztacala, por tomar parte en mi desarrollo profesional.

A ellos: a Ma. Eugenia Ramos A. y Leticia Espinosa C., Carlos I., Lourdes V., Rocio B., Mayte C., Julian D. y Lidia E. por su amistad, confianza, apoyo, aliento, en fin... por todo lo demás también.

A todos aquellos amigos, que por falta de espacio no me es posible mencionar, pero que siempre recuerdo.

INDICE.

I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION.....	2
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. OBJETIVOS.....	8
V. MATERIALES Y METODOS.	
V.1. COLECTA DE ORGANISMOS.....	9
V.2. MANTENIMIENTO Y ACLIMATACION.....	9
V.3. PRUEBAS LETALES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA.....	11
V.4. ANALISIS ESTADISTICO.	
V.4.1. RESPUESTA DEL HOSPEDERO.....	13
V.4.2. RESPUESTA DEL PARASITO.....	14
VI. RESULTADOS.	
VI.1. NIVEL LETAL DE SALINIDAD.....	15
VI.1.1. RESPUESTA DE <u>M. tenellum</u> DURANTE LOS CAMBIOS DE CONCENTRACION.....	16
VI.1.2. RESPUESTA DE <u>M. tenellum</u> DURANTE EL TIEMPO DE EXPOSICION.....	18
VI.1.3. RESPUESTA DE <u>Probopyrus pacifensis</u>	19
VI.2. NIVEL LETAL DE TEMPERATURA.....	21
VI.2.1. RESPUESTA DE <u>M. tenellum</u> DURANTE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA.....	22

VI.2.2. RESPUESTA DE <u>M. tenellum</u> DURANTE EL TIEMPO DE EXPOSICION.....	24
VI.2.3. RESPUESTA DE <u>Probopyrus pacifensis</u>	25
VII. DISCUSION.....	27
VIII. CONCLUSIONES.....	39
IX. LITERATURA CITADA.....	40

I. RESUMEN.

En el presente trabajo se establece el efecto de las variaciones experimentales de salinidad y temperatura en la sobrevivencia del langostino Macrobrachium tenellum (Smith) y su parásito branchial Probopyrus pacifensis Román, se determinan los límites letales para el langostino y el parásito en los parámetros mencionados. Así mismo se presenta una descripción del comportamiento de ambos organismos durante dichas variaciones.

Se determinó el límite letal superior en la temperatura (40°C) y el límite letal de salinidad ($39^{\circ}/\text{oo}$) para ambas especies. Se observaron alteraciones conductuales, así como alteraciones en la pigmentación de los organismos. Se establece la sobrevivencia del parásito a la muerte del hospedero.

Se establecen conocimientos importantes de la historia ambiental de M. tenellum, así como aspectos funcionales que hasta el momento eran totalmente desconocidos para estas especies.

II. INTRODUCCION.

Entre los principales recursos con los que cuenta el hombre para su subsistencia se encuentran los diferentes grupos de organismos acuáticos tales como peces, moluscos y crustáceos, por mencionar algunos. Este hecho hace necesario incrementar los conocimientos sobre su biología, ecología y pesca, a fin de establecer un marco óptimo para su aprovechamiento y administración racional (Guzmán-Arroyo, 1975).

Particularmente en el grupo de los Crustáceos, son los penéidos los que han recibido mayor atención. Sin embargo, en las últimas décadas ha crecido considerablemente el interés por el conocimiento biológico sobre el grupo de los Palaemonidos, especialmente los llamados 'langostinos', debido en gran parte a su alta cotización en el mercado, soportando así mismo una pesquería regional muy importante. En México es el género Macrobrachium el que más importancia ha adquirido, destacando cuatro especies autóctonas: Macrobrachium carcinus, M. acanthurus, M. americanum y M. tenellum (Guzmán-Arroyo *et al.*, 1977), considerando que su sabor, tamaño y facilidad de manejo las hacen objeto de interés no sólo para el aprovechamiento de poblaciones silvestres, sino también para el desarrollo de programas de cultivo o semicultivo (Román-Contreras, 1983).

Esta última opción requiere de la realización de estudios enfocados a determinar las condiciones ambientales óptimas para el mejor desarrollo de los organismos en cautiverio, además de dar un enfoque adecuado a problemas sanitarios. Ambos aspectos son de gran importancia debido a la influencia

directa que tienen sobre la sobrevivencia de los organismos. El primero involucra los diferentes factores del medio que representan mayor importancia en su desarrollo, destacando para el grupo de los Palaemónidos el oxígeno, la temperatura, el pH, la salinidad y el sustrato, entre los principales (Tome, 1988). Cada uno de ellos presenta intervalos óptimos para cada especie, si se sobrepasan dichos límites los organismos mueren, de ahí la gran importancia de conocer la interacción que existe entre la capacidad metabólica de los organismos y las variaciones ambientales.

En el aspecto sanitario la infestación por diferentes parásitos es un punto que debe considerarse como de gran importancia, debido al efecto negativo que pueden tener sobre los organismos de interés comercial; sobre todo la infestación por parásitos Bopyridos (Crustácea: Isopoda), ya que si bien en condiciones silvestres pueden tener pocas consecuencias, en condiciones de cultivo puede presentar extremos de gravedad (Guzmán-Arroyo y Román-Contreras, 1983). Estos organismos son ectoparásitos que actúan sobre el hospedero con un efecto castrador, considerado como la destrucción o alteración del tejido gonádico, comportamiento reproductivo, balance hormonal y otras modificaciones en el esfuerzo reproductivo; así mismo, pueden esperarse efectos significativos sobre la energía del hospedero, su nivel metabólico y su capacidad bioquímica y de crecimiento (Beck, 1980; Anderson, 1977).

El presente trabajo se enfoca al estudio del 'langostino' Macrobrachium tenellum (Smith) infestado por el parásito bopyrido Probopyrus pacifensis Román, y la respuesta que éstos presentan a los cambios en dos de los factores básicos para su sobrevivencia: la salinidad y la temperatura.

III. ANTECEDENTES.

Si bien el género Macrobrachium es considerado como de gran importancia pesquera y de cultivo, la atención a investigaciones enfocadas hacia él parece no presentarse en la misma magnitud; al menos no para todas las especies. El género comprende a 125 especies de las cuales unas 30 se distribuyen en América y 11 son originarias de México. De manera general los 'langostinos' habitan aguas dulces y salobres, se encuentran en zonas tropicales y subtropicales, ocupando medios acuáticos lóticos y frecuentemente lénticos; son de hábitos bénticos encontrándolos en oquedades, grietas entre piedras, troncos, ramas y raíces sumergidas (FIG.1). Son considerados organismos omnívoros, pero pueden adquirir hábitos carnívoros y su actividad es principalmente nocturna (Granados, 1984).

Es hasta 1984 cuando Granados realiza una recopilación de la información hasta entonces conocida para el género. En 1988, Tome presenta una recopilación más completa donde es posible apreciar que los estudios realizados han sido enfocados principalmente a la especie Macrobrachium rosenbergii. Opinión compartida por Malagrino (1988), que presenta una monografía sobre el género, donde se enfatizan las áreas científicas que requieren de una mayor profundización del conocimiento, como la nutrición, procesamiento, comercialización y patología, donde se ubican los estudios parasíticos.

Esta última área ha sido muy poco explorada a excepción de los trabajos

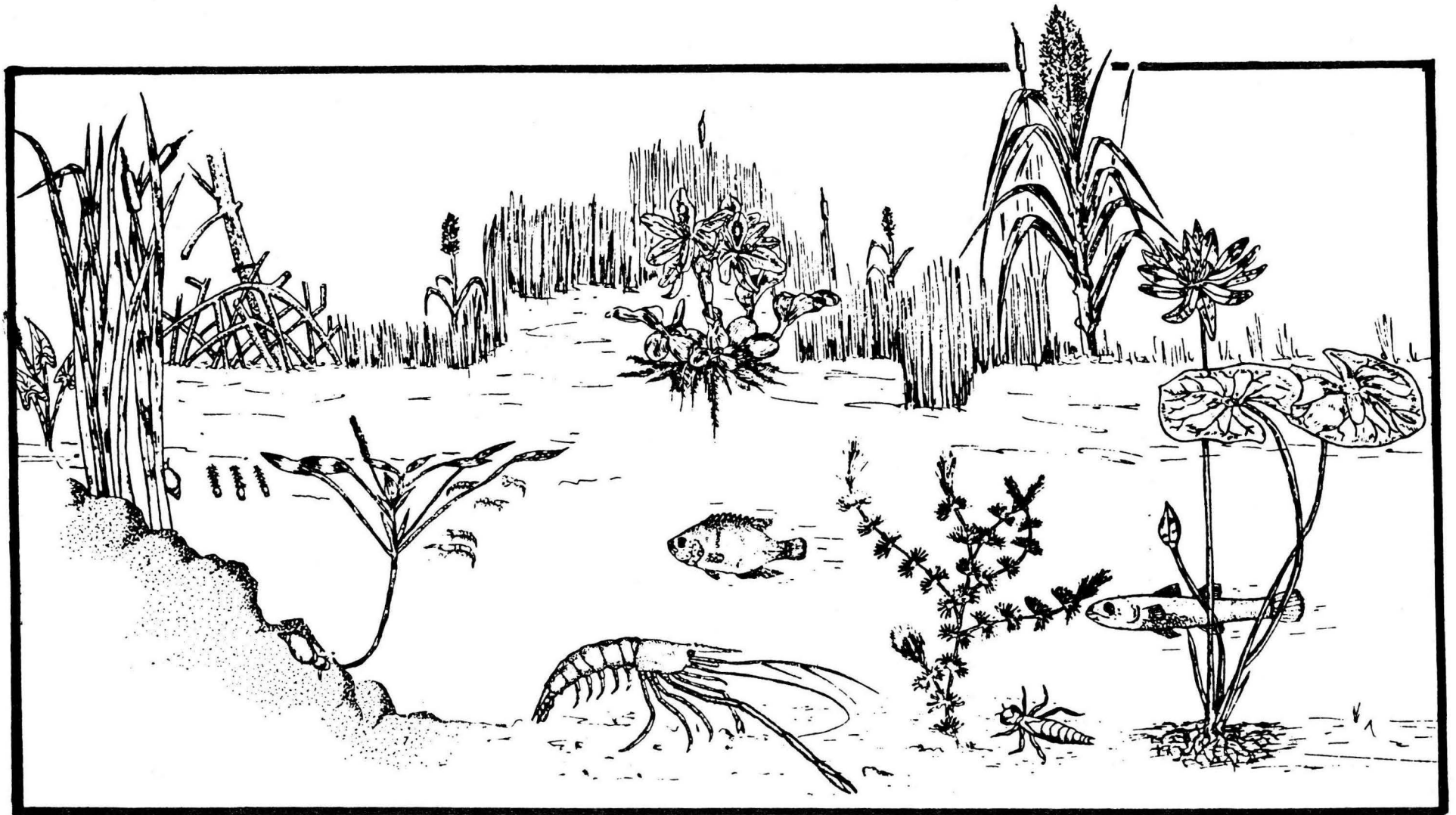


FIGURA 1. HABITAT DE Macrobrachium tenellum. (ESCALA NO DEFINIDA).
(ADAPTADA DE CAMPOS-LINCE, 1986).

realizados por Sinderman (1977) y Ayala (1987 y 1988), quienes dan un listado de las diferentes enfermedades y tratamientos para los 'langostinos'.

Macrobrachium tenellum, la especie objeto de estudio, no es la excepción, como puede apreciarse en la TABLA I y las áreas que mayor conocimiento presentan son las de biología, ecología y en menor proporción las de pesquería y condiciones de cultivo, donde se resumen los estudios sobre el efecto que pudiera tener el medio ambiente sobre los organismos y la posible utilidad para su mejor aprovechamiento.

AUTOR (ES). AÑO.	TEMAS DE CONTENIDO.
Guzmán-Arroyo, 1975. Sánchez, 1975. Guzmán-Arroyo, 1976. Guzmán-Arroyo y Negrete, 1976. Sánchez, 1976. Guzmán-Arroyo, <u>et al</u> , 1977. Negrete, 1977. Cabrera-Jiménez, <u>et al</u> , 1979. Gonzáles, 1979. Román-Contreras, 1979, 1991 Martínez, <u>et al</u> , 1980. Guzmán-Arroyo, <u>et al</u> , 1982. Cabrera, 1983. Guzmán-Arroyo, 1987. Ruíz, 1988.	Ciclo de vida. Pesquería. Cultivo. Pesquería. Fecundidad. Desarrollo Larval. Notas sobre Biología. Fecundidad. Fecundidad. Desarrollo Larval. Reproducción. Estudios Poblacionales. Cultivo. Reproducción. Morfología. Biología. Ecología. Pesquería. Estudios Poblacionales.

TABLA I. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE Macrobrachium tenellum.

Es evidente también la falta de estudios relacionados con la patología y como consecuencia, el parasitismo en la especie, enfatizándose la falta de estudios sobre el parasitismo por Bopyridos.

La familia Bopyridae comprende 469 especies, de las que solo algunas del género Probopyrus se presentan en agua dulce, habiendo encontrado registros a gran distancia del mar (Beck, 1979). Se ha determinado así mismo la correspondencia específica de un parásito particular con un hospedero específico. Particularmente, el parásito Probopyrus pacifensis infesta a M. tenellum se ubica en el hospedero debajo del caparazón del cefalotórax en la zona branquial, encontrando generalmente una pareja de parásitos: hembra y macho. Morfológicamente la hembra presenta un cuerpo distorsionado con apéndices infuncionales, dedicando la mayor parte del volumen de su cuerpo a la reproducción (Markham, 1986). El macho es de tamaño diminuto si se compara con la hembra, presenta simetría corporal y sus patas son prensiles (Richardson, 1905), se sitúa entre los pleópodos de la hembra (FIG. 2y3). El ciclo de vida de estos organismos presenta tres estadios larvales y un hospedero intermediario (un copepodo calanoideo) antes del establecimiento en el hospedero definitivo (FIG. 4); (Dale y Anderson, 1982).

La relación de éste parásito con M. tenellum no ha encontrado un interés real para su estudio, si bien se han presentado trabajos en relación a la biología e infestación en otros hospederos (TABLA II). son pocos los trabajos dedicados a la relación mencionada. Como ejemplos, los presentados por Guzmán-Arroyo y Román-Contreras (1983), así como otro presentado sólo por el segundo autor en el mismo año; donde cabe mencionar la sinonimia de P. pandalicola con P. pacifensis.

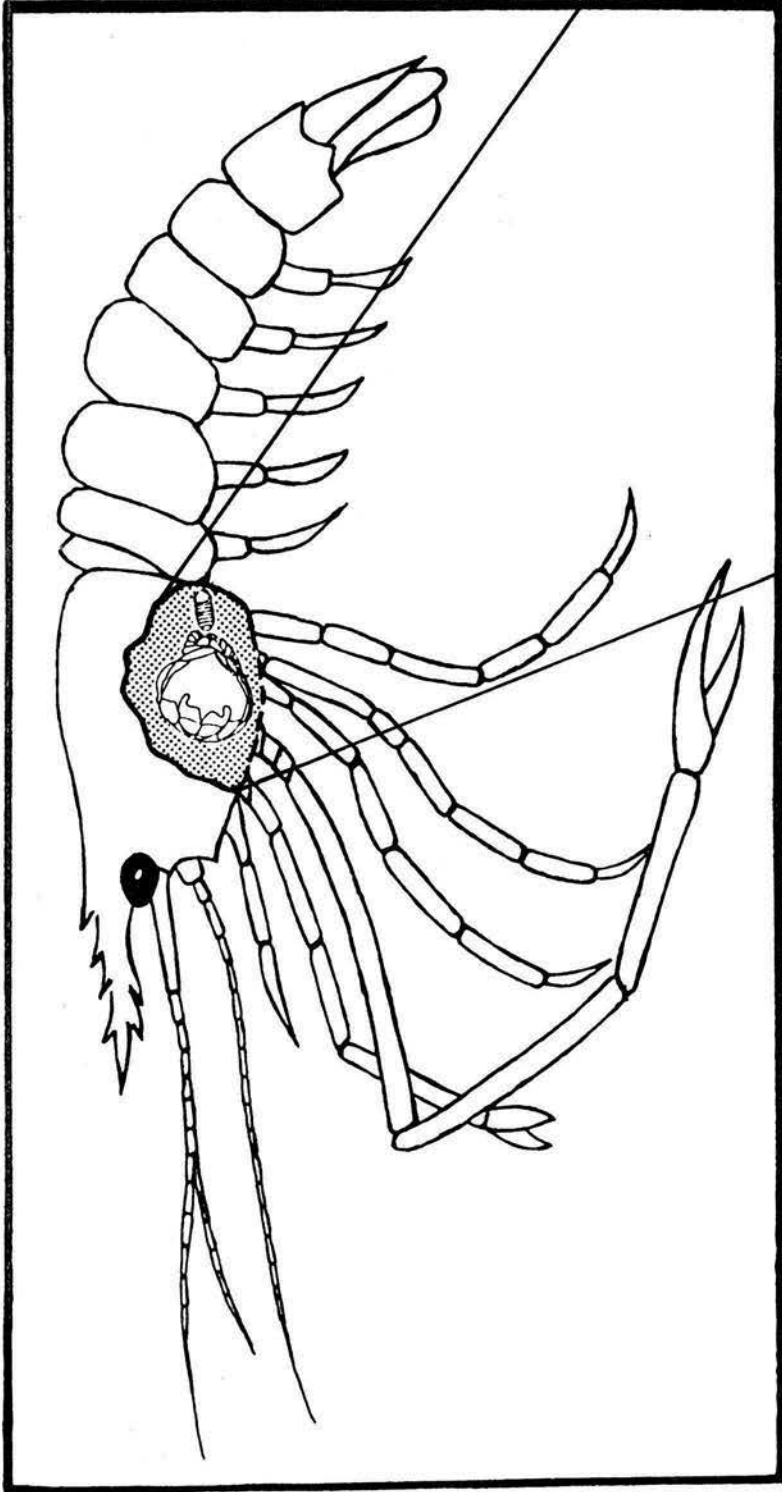


FIGURA 3. UBICACION DE *Probopyrus pacifensis* EN EL HOSPEDERO *Macrobrachium tenellum*.

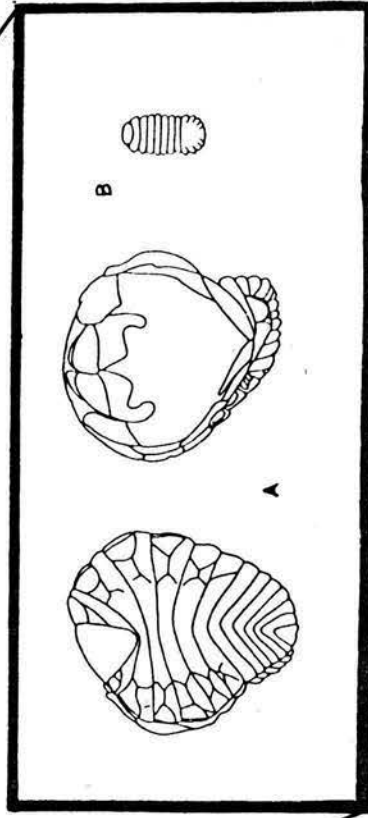


FIGURA 2. MORFOLOGIA GENERAL DEL GENERO *PROBOPYRUS*. (TOMADO DE RICHARDSON, 1905).

A. HEMBRA B. MACHO

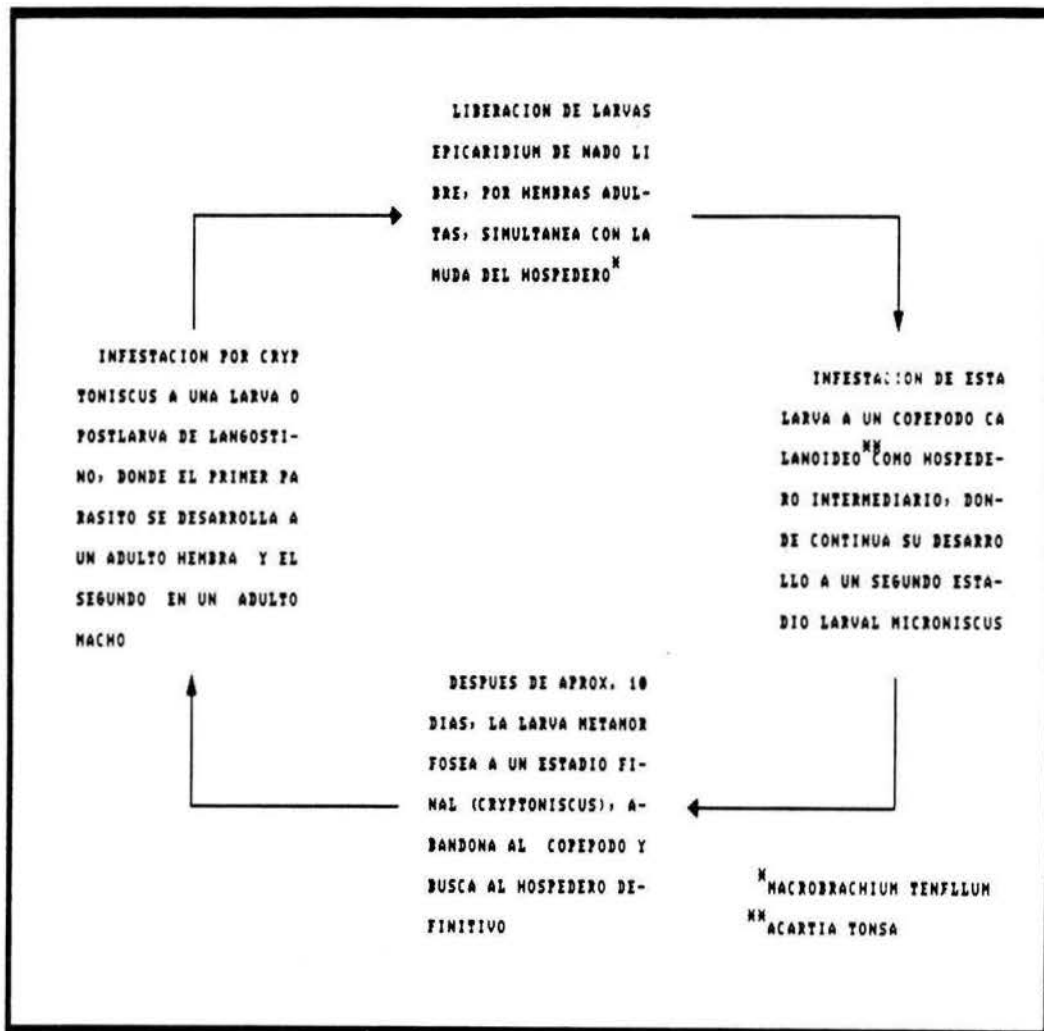


FIGURA 4. CICLO DE VIDA DE *Probopyrus* spp. ADAPTADO DE DALE Y ANDERSON, 1982.

AUTOR (ES). AÑO.	TEMAS DE CONTENIDO.
Lemos de Castro y Brasil, 1974. Anderson, 1975a. Anderson, 1975b. Anderson, 1977. Beck, 1979. Beck, 1980a. Beck, 1980b. Dale y Anderson, 1982. Román-Contreras, 1983. Guzmán-Arroyo y Román-C., 1983.	Taxonomía. Influencia de Infestación. Influencia de Infestación. Influencia de Infestación. Ecología parásito-hospedero. Comportamiento Biológico. Influencia de Infestación. Desarrollo Larval. Biogeografía. Estudios Poblacionales.

TABLA II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE Probopyrus pandalicola.

Así, considerando las expectativas favorables de cultivo que se presentan para M. tenellum, se hace necesario desarrollar estudios que de alguna manera inicien la búsqueda de las condiciones óptimas para su aprovechamiento, sin dejar de lado el efecto que involucran las relaciones parasíticas.

IV. OBJETIVO GENERAL.

Establecer el efecto de las variaciones de salinidad y temperatura en la sobrevivencia de Macrobrachium tenellum y su parásito branquial Probopyrus pacifensis.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Determinar el límite letal de la concentración de sales totales disueltas para el hospedero y el parásito.
2. Determinar el límite letal superior de temperatura para el hospedero y el parásito.
3. Establecer la respuesta que presentan ambos organismos a las variaciones en los diferentes niveles de cada parámetro.

V. MATERIALES Y METODOS.

V.1. COLECTA DE ORGANISMOS.

El material biológico se colectó en la Laguna Coyuca, Guerrero, en lugares que han sido caracterizados para la sobrevivencia de M. tenellum en trabajos previamente realizados para la especie en el área de estudio por Román-Contreras en 1979 y 1991. Los organismos se colectaron mediante el uso de una red de cuchara; en el momento de la captura se seleccionaron aquellos individuos considerados juveniles según las especificaciones establecidas por Cabrera, et al (1979) y Guzmán-Arroyo (1975); así mismo se realizó una revisión general de los organismos con el fin de observar la presencia del parásito.

El material biológico se transportó al laboratorio en bolsas de polietileno con agua del lugar y debidamente oxigenadas.

V.2. MANTENIMIENTO Y ACLIMATAACION.

En el laboratorio se confirmó la presencia del parásito mediante el uso de un microscopio estereoscópico. Se tomó registro de la medida de longitud total del hospedero considerándola desde la punta del rostro hasta el final de los urópodos (FIG.5); (Schmitt, 1921).

Los organismos se mantuvieron en tanques previamente establecidos considerando las indicaciones ambientales mencionadas por Martínez, et al (1980).

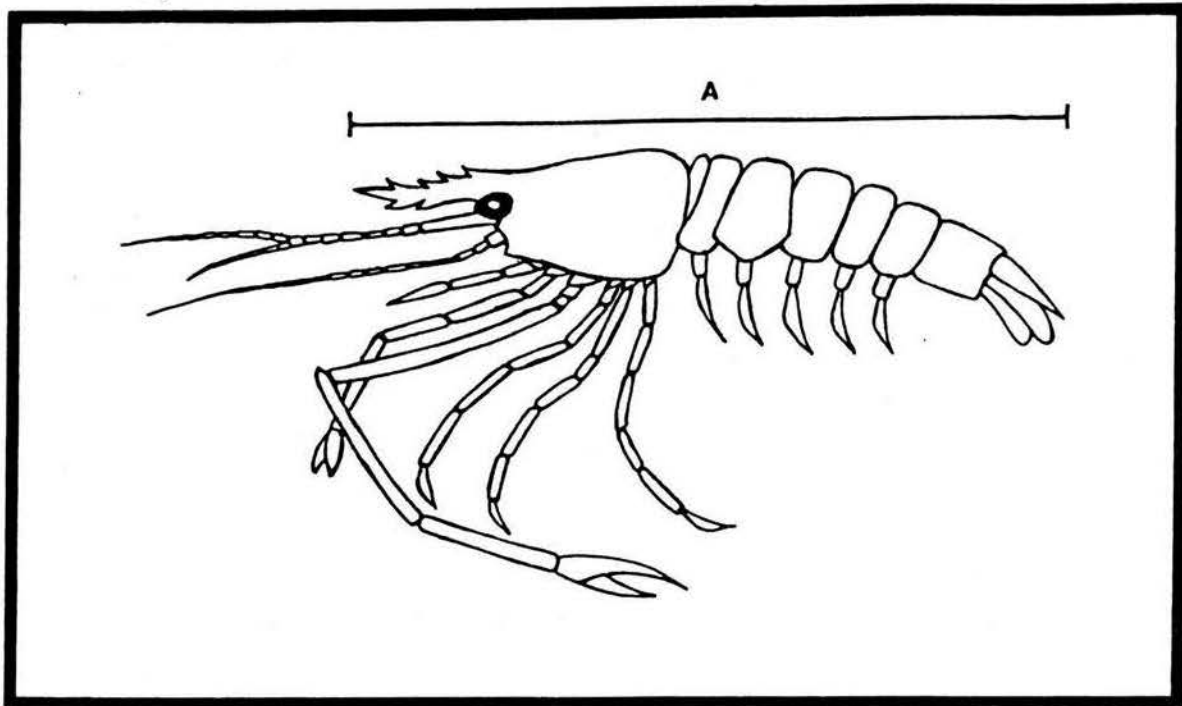


FIGURA 5. ESQUEMA DE *M. tenellum* QUE MUESTRA LA MEDIDA DE LONGITUD TOTAL (A) REGISTRADA. (ADOPTADO DE ROMAN-CONTRERAS, 1979).

Cada tanque constaba de una capa de grava y sitios de reposo contruidos con material sintético. La temperatura se logró mantener a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, con la introducción al acuario de un calentador con termostáto de marca comercial, la oxigenación se suministró mediante el bombeo de aire a través de un sistema de filtración constante. Los parámetros restantes correspondieron a los registros en el agua tomada del grifo, la cual se mantuvo en reposo en un lapso mínimo de 24 hrs. para evitar el efecto dañino del cloro.

Se proporcionó alimento peletizado de marca comercial complementandolo

con alimento vivo como Daphnia, Artemia y Tubifex.

Al lapso en que los organismos presentaron una mortalidad mínima se le consideró como período de aclimatación, llevándose a cabo durante éste la limpieza de los tanques y la verificación de los factores ambientales.

V.3. PRUEBAS LETALES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA.

Los experimentos para cada factor se realizaron de manera similar, descrita a continuación:

Se consideraron tres lotes experimentales y un grupo control, generalmente se contó con un grupo de 10 organismos para cada uno. Cada lote se colocó en un tanque de vidrio transparente de 30x15x25 cm., equipado con una capa fina de grava, un calentador con termostato y bombeo continuo de oxígeno.

En cada experimento se sometió a los organismos a la exposición abrupta a concentraciones constantes de temperatura o bien de salinidad mayores a las de aclimatación, por un período de 12 horas.

Las concentraciones se aumentaron hasta el punto donde fué posible apreciar el punto de pérdida de equilibrio, considerado como aquel donde el 'langostino' trata de escapar de su medio pero su organismo no le responde y cae al fondo del recipiente (Criales y Chung, 1980). En este punto del experimento los organismos se trasladaron al tanque de aclimatación.

Los factores que en su momento no requirieron variación se mantuvieron en los mismos niveles establecidos en los tanques de aclimatación. Se tomó registro de éstos al inicio y al final del experimento para constatar la existencia de cualquier variación significativa de las concentraciones durante el experimento, aplicando una prueba "t" student para muestras pareadas

(Durán, et al, 1986).

Para establecer la concentración base de salinidad y temperatura se consideraron los registros ambientales donde se ha colectado a M. tenellum (TABLA III).

AUTOR	PARAMETROS AMBIENTALES			
	OXIGENO PPM	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	pH
SANCHEZ, 1976.	-	28.0-29.0	12.0-16.0	8.1-8.4
NEGRETE, 1977.	-	32.0	1.32-2.04	-
CABRERA, et al, 1979.	2.0-3.5	25.0-29.0	0 -12.0	7.8-8.3
ROMAN, 1979.	-	23.0-34.5	1.2-2.6	-
MARTINEZ, et al, 1980.	7.2	23.5	-	8.0
RANGOS	2.0-7.2	23.0-34.5	0 - 2.6	7.3-8.4

TABLA III. RANGOS AMBIENTALES DONDE SE HA REGISTRADO LA SOBREVIVENCIA DE M. tenellum.

Las concentraciones de salinidad se consiguieron haciendo diluciones de sales artificiales (Instant Ocean), en intervalos de 2.0 ‰ y mayores a 15.0 ‰ (17.0, 19.0, etc.). Los registros se realizaron mediante el uso de un refractómetro de temperatura compensada.

Se consideró como temperatura base 35.0°C, aumentándola mediante la utilización de un calentador con termostato de marca comercial (Longlife) en rangos de 1.0°C, y se verificaron las condiciones con un termómetro de precisión de 1.0°C.

Con el fin de obtener mayor información en relación a la tolerancia

ambiental del parásito y del hospedero, se realizaron registros de la respuesta que presentaron a cada dos horas de exposición. Se registraron básicamente las alteraciones del comportamiento y corporales tanto del parásito como del hospedero, logrando establecer una escala cualitativa de la respuesta (Fraenkel, 1960); se realizó también la observación de los organismos cuando se trasladaban al tanque de aclimatación.

V.4. ANALISIS ESTADISTICO.

V.4.1. RESPUESTA DEL HOSPEDERO.

Los resultados se procesaron haciendo uso de una escala cualitativa obtenida para cada factor, basada en las diferentes respuestas del hospedero. A cada respuesta se le otorgó un número en forma ascendente: la respuesta 1 representa un efecto menor que la respuesta 2 y así sucesivamente; hasta obtener una respuesta de tipo 6 donde se presenta la pérdida total de equilibrio.

En primera instancia los resultados se tabularon considerando en conjunto los lotes experimentales, registrando el número de organismos que presentaba cada respuesta para cada hora de registro (considerando como hora cero el momento de introducirlos), en cada uno de los experimentos realizados.

Se obtuvo el valor promedio de las respuestas para cada concentración a una hora determinada. Este promedio fué el resultado de sumar el producto del número de organismos por el tipo de respuesta y dividirlo entre el número total de organismos involucrados en el experimento, este procedimiento se realizó para cada hora de exposición. Esta última tabla se tomó como base para aplicar el análisis estadístico denominado Mediana Pulida para Tablas de Dos Vías (Emerson y Hoaglin, 1983), así como para realizar la graficación de los

resultados, donde se relacionaron para cada factor la concentración o temperatura, el tipo de respuesta y las horas de exposición.

Se realizó también una descripción general del comportamiento de M. tenellum durante el desarrollo de los experimentos.

V.4.2. RESPUESTA DEL PARASITO.

En el caso de la respuesta presentada por Probopyrus pacifensis no fué posible aplicar algún análisis estadístico, por lo que solo se presentan la tabulación de la descripción de la respuesta para cada uno de los experimentos, así como una descripción general del comportamiento del parásito durante el desarrollo de los mismos.

VI. RESULTADOS

VI.1. NIVEL LETAL DE SALINIDAD.

El límite letal de salinidad se estimó realizando un total de 12 experimentos que abarcaron un intervalo de concentraciones entre 15 y 39^o/oo. En la mayoría de éstos se ocuparon 40 organismos: 30 en los lotes experimentales y 10 en cada lote control. La longitud total de los hospederos estuvo en un rango de 2.0 a 4.0 cm.

La clasificación de la respuesta del hospedero se presenta en la TABLA IV que considera desde los organismos que no presentan efecto aparente (respuesta 1) hasta a aquellos que ya no responden a estímulos táctiles (respuesta 6).

La TABLA V muestra el número de organismos que presentaron una respuesta determinada a cada hora de registro. La TABLA VI, presenta los valores promedio de la respuesta para cada experimento.

Considerando lo anterior se aplicó el análisis estadístico y se obtuvieron las gráficas correspondientes. Los registros de los parámetros ambientales al inicio y al final de todos los experimentos, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$). Así mismo el lote control presentó durante todos los experimentos una respuesta de tipo 1, considerada como un comportamiento normal.

1. Los organismos no presentan efecto aparente, recorren las paredes del tanque o bien se limpian y buscan alimento removiendo la arena del fondo.
2. Los organismos muestran menos actividad espontanea, mantienen el abdomen pegado a la arena y no presentan movimiento de apendices, si bien reaccionan al toque.
3. Los organismos se observan opacos, se mantienen en el fondo (donde aun cuando la movilidad es minima llegan a realizar movimientos de autolimpieza) o bien recorren las paredes del tanque.
4. Los organismos opacos se mantienen en el fondo con el abdomen pegado a la arena, aun responden al toque.
5. Los organismos se observan en extremo opacos, se mantienen en el fondo apoyados en los pereopodos y presentan movimiento de los pleopodos, presentan una reaccion retardada al toque.
6. Los organismos se tornan totalmente blancos, no presentan movilidad alguna, excepto movimiento branquial muy leve; en el caso de presentar movilidad, estos nadan en posicion vertical y al cabo de algunos segundos caen al fondo. No reaccionan al toque.

TABLA IV. CLASIFICACION DE LA RESPUESTA DE M. tenellum PARA EL FACTOR SALINIDAD.

CONC. (‰)	NUM. ORG.	TIEMPO DE EXPOSICION (HRS.)																							
		INICIO						2:00						4:00						6:00					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
15.0	30	30					30					29	1				30								
17.0	30	30					30					30					30								
19.0	30	30					30					27	2	1			25	4	1						
21.0	20	20					20					18	2				20								
23.0	30	30					30					19	11				21	9							
25.0	18	18					18					18					13	5							
27.0	28	28					7	1	17	3		17		11			13		12	3					
29.0	30	30					5		16	9				28	2				30						
31.0	30	30							29	1				19	10	1			21	8			1		
33.0	29	29							28	1				24	5				27	2			1		
37.0	20	14	5	1					10	10				19	1				19				1		
39.0	29			27	2				25	4				23	4	2						23	4		

CONC. (‰)	NUM. ORG.	TIEMPO DE EXPOSICION (HRS.)																				
		8:00						10:00						12:00								
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
15.0	30	30					30					30					30					
17.0	30	29	1				29	1				30					30					
19.0	30	21	8	1			29		1			30					30					
21.0	20	17	3				20					20					20					
23.0	30	5	25				21	9				23	7				23	7				
25.0	18			18					11	7					16	2						
27.0	28	17		11						28					28							
29.0	30			28	2					30					30							
31.0	30			20	9	1				26	3	1			26	3	1					
33.0	29			29		1				29		1			29		1					
37.0	20			11	8	1				18	1	1			14	5	1					
39.0	29				3	23	4				4	19	7			7	16	7				

TABLA V. NUMERO DE HOSPEDEROS AFECTADOS DURANTE LOS EXPERIMENTOS DEL FACTOR SALINIDAD.

HORAS DE EXPO.	CONCENTRACION (‰)											
	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0	29.0	31.0	33.0	37.0	39.0
0:00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	3.07
2:00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.57	2.97	3.03	3.03	3.50	3.14
4:00	1.03	1.00	1.13	1.00	1.37	1.00	1.79	3.07	3.49	3.17	3.05	3.34
6:00	1.00	1.00	1.20	1.00	1.30	1.20	2.10	3.00	3.37	3.17	3.15	5.21
8:00	1.00	1.03	1.33	1.15	1.03	3.00	1.79	3.07	3.40	3.10	3.55	5.21
10:00	1.00	1.03	1.07	1.00	1.30	2.39	3.00	3.00	3.20	3.10	3.20	5.20
12:00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23	3.11	3.00	3.00	3.20	3.10	3.40	5.17

VALORES CONSIDERADOS PARA LA RESPUESTA DE 1 A 6.

TABLA VI. VALORES PROMEDIO DE LA RESPUESTA PRESENTADA POR EL HOSPEDERO PARA EL FACTOR SALINIDAD.

VI.1.1. RESPUESTA DE M. tenellum DURANTE LOS CAMBIOS DE CONCENTRACION.

Al exponer a los organismos al cambio de salinidad es posible observar anomalías en su comportamiento desde el inicio del experimento. En la mayoría de los experimentos al introducir a los organismos en el tanque, la movilidad se observa acelerada y lo recorren rápidamente tanto por el fondo como por las paredes, algunas veces llegando incluso a golpearse contra éstas intentando salir del medio; posterior a este comportamiento los organismos se ubican en el fondo.

Hasta la concentración de 21 ‰ (FIG.6) el aumento en la respuesta no se observa muy evidente y los hospederos se conducen normalmente (se limpian y buscan alimento). Posterior a esta concentración se diferencia un grupo de valores. El de las concentraciones de 23 a 27 ‰, donde se presenta un aumento súbito de la respuesta y una disminución de la actividad de los individuos que se establecen en el fondo. Es evidente que la variación en el cambio de conducta entre el momento de la introducción y el posterior establecimiento en el fondo, depende de la concentración de salinidad: al aumentar la concentración el periodo de cambio disminuye.

Conforme transcurre el tiempo de experimentación en este grupo de concentraciones, el esquema de conducta normal se ve afectado hasta el grado en que los organismos se tornan opacos y su movilidad disminuye notablemente.

Se presenta un segundo aumento en la respuesta proporcionalmente mayor

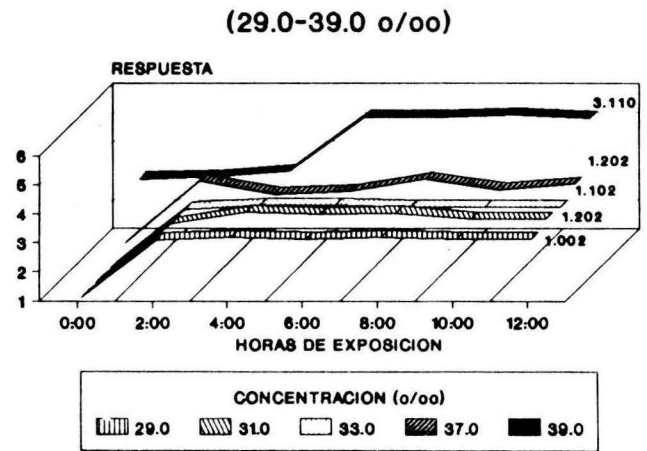
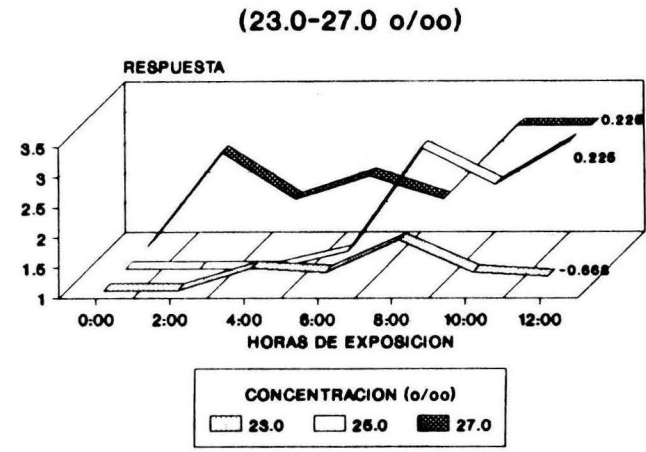
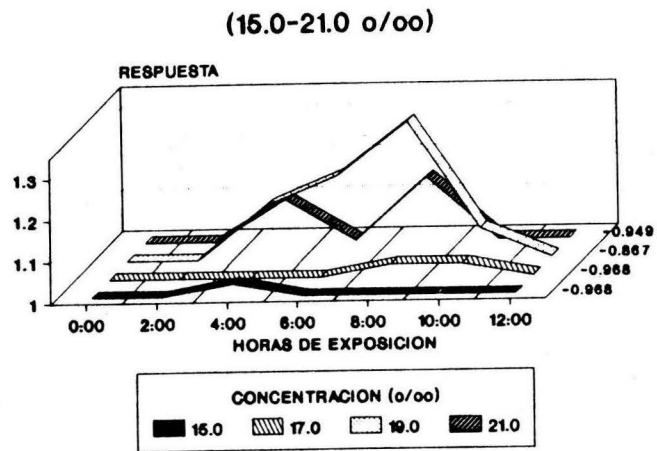


FIGURA 6. RESPUESTA DEL HOSPEDERO A LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DEL FACTOR SALINIDAD. (Los numeros ubicados a la derecha de cada curva son los valores obtenidos por la Mediana Pulida).

que el anterior en las concentraciones de 29 a 37 ‰, donde la respuesta se estabiliza. En estas concentraciones cuando los organismos se introducen al tanque se mantienen quietos, con los pereopodos abiertos y caen hasta llegar al fondo donde durante algunos segundos se mantiene inmóviles y después de escasos minutos se tornan opacos. Es también a partir de aquí donde los organismos presentan un efecto tal que incluso llega a no mostrar movimiento corporal alguno, a excepción de un leve movimiento branquial. En el caso de presentar movilidad la realizan sin controlar sus pereopodos y vuelven a caer al fondo donde no reaccionan al toque.

Por último, en la concentración de 39 ‰ se observa un efecto de la salinidad por lo más considerable, tanto en la gráfica como en el valor obtenido por la mediana pulida. Así mismo se observa que el comportamiento antes descrito se presenta con mayor frecuencia, y desde el inicio del experimento se observan organismos con comportamiento anormal. Conforme transcurre el tiempo el comportamiento se afecta más, hasta llegar a la respuesta de tipo 6.

VI.1.2. RESPUESTA DE M. tenellum DURANTE EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN.

En la respuesta dada durante las horas de exposición (FIG. 7) se observa un aumento directamente proporcional al incremento en el tiempo, si bien esta relación no es tan uniforme como en el caso de la concentración.

Es importante destacar que se aprecia una gran diferencia entre los registros al inicio del experimento y las horas restantes, la respuesta en un inicio se observa mínima (Tipo 1), a excepción del registro en la concentración de las 39 ‰ (Tipo 3).

Durante las 2 y 4 hrs. de exposición, la respuesta aumenta en proporción directa a la concentración de la salinidad.

A las 6 y 8 hrs. de exposición se presenta un claro cambio en la intensidad de la respuesta, que sufre en forma sucesiva una disminución y un aumento, llegando incluso a tomar el valor más alto de todos los experimentos a las 8 hrs., después del cual el valor vuelve a disminuir pero en menor proporción, mostrando el mismo valor a las 10 y a las 12 hrs. de exposición.

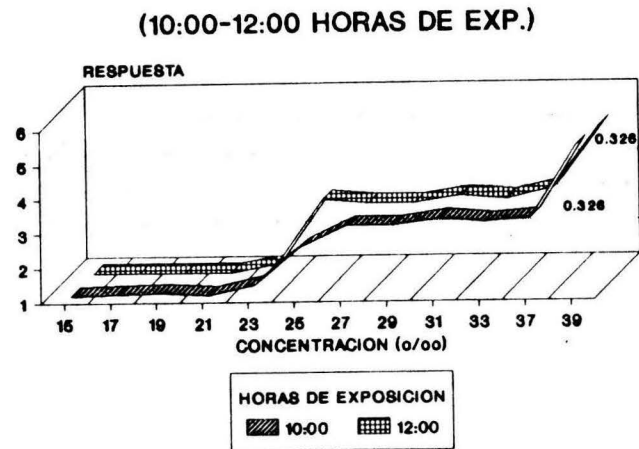
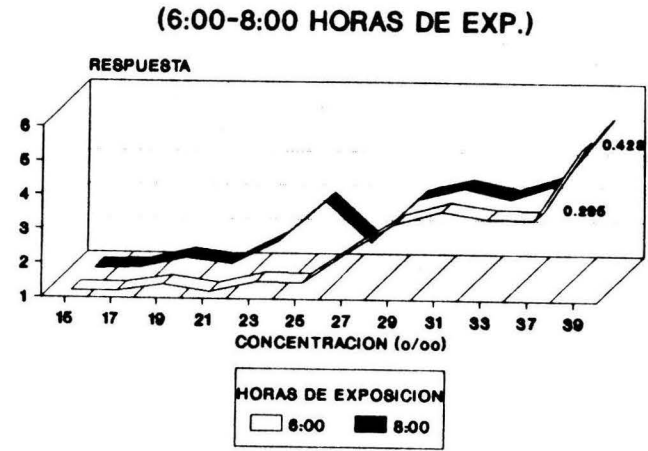
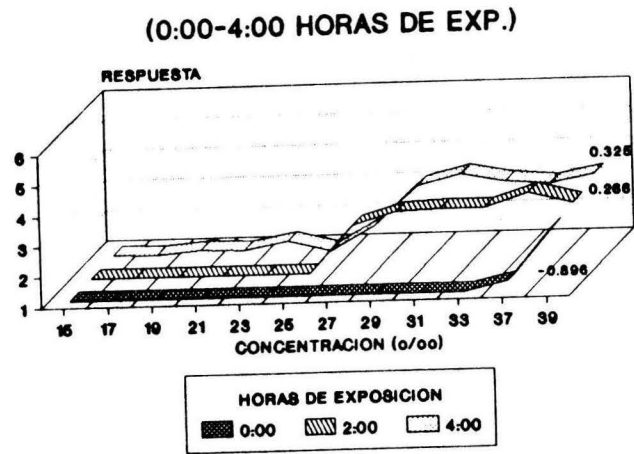


FIGURA 7. RESPUESTA DEL HOSPEDERO EN LAS DIFERENTES HORAS DE EXPOSICION AL FACTOR SALINIDAD. (Los numeros ubicados a la derecha de cada curva son los valores obtenidos por la Mediana Pulida).

VI.1.3. RESPUESTA DE Probopyrus pacifensis.

En la TABLA VII se presenta la respuesta del parásito donde se relaciona la concentración y la respuesta que causa cada una de éstas en el parásito. Como se observa, el parásito solo presenta como respuesta evidente un cambio en el color del cuerpo; esto es, los organismos se tornan opacos.

CONCENTRACION (°/‰)	RESPUESTA
15.0	No presenta respuesta aparente.
17.0	Ligero cambio de color (8 hrs.).
19.0	Cambio de color (4 hrs.).
21.0	Cambio a blanco transparente (2hrs.).
23.0	No presenta respuesta aparente.
25.0	Cambio de color (6hrs.).
27.0	No presenta respuesta aparente.
29.0	Cambio de color (2hrs.).
31.0	Cambio de color (1 hr.).
33.0	Cambio de color (\pm 20 min.). Intensida α tiempo de exposición.
37.0	Cambio de color (\pm 15 min.).
39.0	Cambio de color, movimiento espasmódico (\pm 15 min.).

TABLA VII. RESPUESTA DE P. pacifensis A LAS VARIACIONES DEL FACTOR SALINIDAD.

En el grupo de concentraciones que entre 15 y 27 °/‰ la respuesta no

presenta un patrón definido, la opacidad se presenta solo en algunos grupos de organismos y a diferentes horas de exposición, desde las 2 hrs hasta las 8 hrs. Sin embargo, desde las 29 ‰ la opacidad se presenta a las 2 horas de exposición, se observa que al aumentar la concentración la respuesta se presenta a menor tiempo de exposición, cada vez con mayor intensidad y llega incluso a presentarse a solo 15 min. de exposición en las concentraciones entre 37 y 39 ‰.

En esta última concentración los hospederos presentaron una respuesta más grave (respuesta tipo 6) y al observarlos con los microscopios óptico y estereoscópico se observó que el parásito presentaba movimientos de contracción no usuales en él.

Es importante mencionar que se observaron también parásitos con huevecillos en diferentes estadios de madurez y si bien presentaron color opaco en igual proporción a los demás, no se observó ningún otro efecto aparente.

VI.2. NIVEL LETAL DE TEMPERATURA.

Para el factor temperatura se realizaron seis experimentos, desde los 35°C a los 40°C. Se utilizaron 30 organismos en los lotes experimentales y 10 organismos para el lote control; solo en el experimento de 40°C se utilizaron 12 organismos. Se realizó también un experimento a los 41°C, el cual no se incluye en el análisis cuantitativo debido a que en este experimento solo se utilizaron 8 organismos. El rango de longitud total de los hospederos experimentales fué de 1.5 a 2.5 cm.

La clasificación de la respuesta se presenta en la TABLA VIII donde se considera la misma escala numérica que para la salinidad.

La TABLA IX muestra el número de organismos que presentaron una respuesta determinada a cada hora de registro. Considerando ésta tabla se obtuvo la TABLA X, los valores promedio de la respuesta a la temperatura.

Los registros de parámetros ambientales al inicio y al final de los experimentos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$). Así mismo, el lote control presentó durante todos los experimentos una respuesta de tipo 1.

1. Los organismos no presentan efecto aparente, se limpian y buscan alimento removiendo la arena del fondo.
2. Los organismos tratan de salir del medio, nadan vigorosamente y se golpean contra las paredes del tanque. Al cabo de algunos minutos se estabilizan en el comportamiento 1.
3. Los organismos tratan desesperadamente de salir del medio, suben a la superficie y caen luego sin control alguno de sus apéndices.
4. Los organismos se mantienen en el fondo, muestran menos actividad espontánea, no presentan movimiento de apéndices y pueden - mantener el abdomen pegado a la arena; si bien reaccionan al toque vuelven a mantenerse quietos en actitud alerta.
5. Los organismos se tornan opacos, muestran movimiento branquial y muy leve de los pleopodos. Aun reaccionan al toque.
6. Los organismos se tornan blancos, solo muestran movimiento branquial muy leve y no reaccionan al toque.

TABLA VIII. CLASIFICACION DE LA RESPUESTA DE M. tenellum PARA EL FACTOR TEMPERATURA.

TEMP. (°C)	NUM. ORG.	TIEMPO DE EXPOSICION (HRS.)																							
		INICIO						2:00						4:00						6:00					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
35.0	30		30					29			1			28			2			28			2		
37.0	30		10	20				10			20			8			22			15			15		
38.0	30		30					10			20			10			20			23			7		
39.0	30			30				10			20			1			29			13			17		
40.0	12		6	3	3						12						7	5						12	

TEMP. (°C)	NUM. ORG.	TIEMPO DE EXPOSICION (HRS.)																	
		8:00						10:00						12:00					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
35.0	30				1			30						30					
37.0	30	9			21			15			15			17			13		
38.0	30	25			5			25			5			20			10		
39.0	30	17			13			9			21			9			21		
40.0	12					12						12							12

TABLA IX. NUMERO DE HOSPEDEROS AFECTADOS DURANTE LOS EXPERIMENTOS DEL FACTOR TEMPERATURA.

HORAS DE EXPO.	TEMPERATURA (°C)				
	35.0	37.0	38.0	39.0	40.0
0:00	2.00	2.66	2.00	3.00	2.75
2:00	1.10	3.00	3.00	3.00	4.00
4:00	1.20	3.20	3.00	3.90	4.41
6:00	1.20	2.50	1.70	2.70	5.00
8:00	1.10	3.10	1.50	2.30	6.00
10:00	1.00	2.50	1.50	3.10	6.00
12:00	1.00	2.30	2.00	3.10	6.00

VALORES CONSIDERADOS PARA LA RESPUESTA DE 1 A 6.

TABLA X. VALORES PROMEDIO DE LA RESPUESTA PRESENTADA PARA EL FACTOR TEMEPRATURA.

VI.2.1. RESPUESTA DE M. tenellum DURANTE LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA.

En los resultados obtenidos es posible separar la respuesta a las temperaturas en diferentes grupos (FIG. 8). El primero lo constituye la temperatura de 35.0°C en la cual el efecto es mínimo, registrándose una respuesta general de tipo 1. Aún cuando al inicio del experimento los organismos se observan alterados, al cabo de aproximadamente una hora retornan a su comportamiento normal.

De la concentración inicial a las concentraciones de 37.0 y 38.0°C se presenta un aumento considerable de la respuesta, si bien en éstas últimas el patrón no está muy bien definido, podría declararse que la respuesta en ambas es similar. Al inicio de los experimentos realizados para éstas temperaturas los organismos se observan igualmente alterados que en el inicio del experimento a los 35.0°C; sin embargo el número de individuos que vuelve a presentar el comportamiento tipo 1 es evidentemente menor. Es importante destacar que a partir de este grupo de temperaturas, un aumento mínimo provoca un cambio inmediato, con respuesta de mayor magnitud.

A los 39°C la respuesta se estabiliza entre las respuestas de tipo 2 y 3 durante todo el experimento. El comportamiento presentó una mayor anormalidad hasta el grado de presentar una alta sensibilidad de los organismos a cualquier estímulo externo.

A los 40.0°C se observó el mayor efecto negativo, evidenciándose con el aumento de la respuesta y llegando a alcanzar una respuesta máxima del tipo 6.

TEMPERATURA

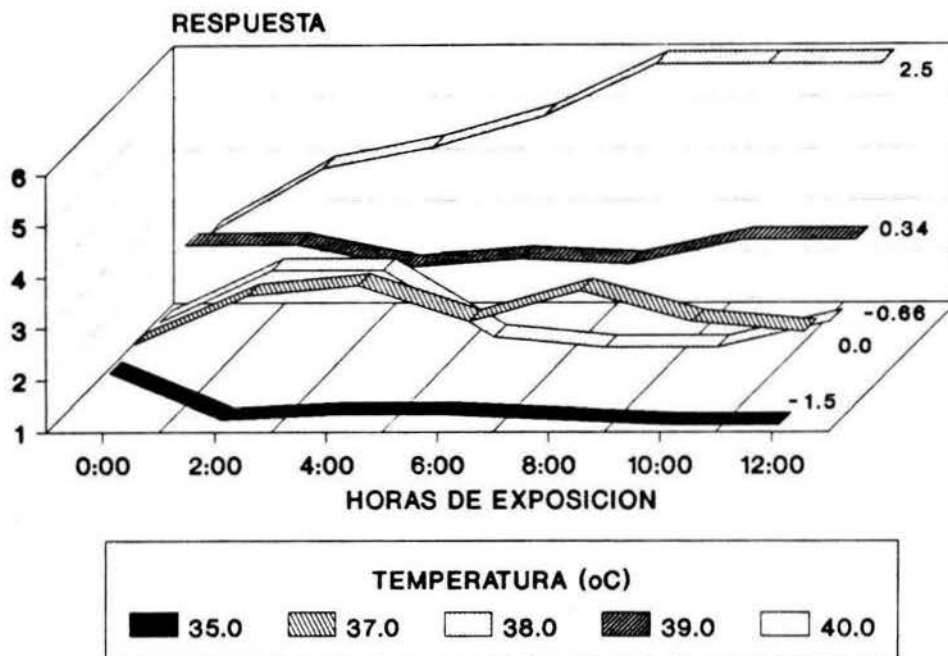


FIGURA 8. RESPUESTA DEL HOSPEDERO A LAS VARIACIONES DEL FACTOR TEMPERATURA. (Los numeros ubicados a la derecha de cada curva son los valores obtenidos por la Mediana Pulida).

La temperatura utilizada para el último experimento (41°C) también resultó tener un efecto totalmente dañino en los organismos, el que se hizo patente desde los primeros momentos de exposición donde se presentó una respuesta de tipo 4 y casi inmediatamente le sucedieron respuestas de tipo 5 y 6. Los registros posteriores a la introducción de los organismos se realizaron cada 10 min., debido a la rapidez con que se presentó el cambio de respuestas. El tiempo que transcurrió desde el inicio del experimento hasta el último traslado de organismos fué de 1:30 hrs.. Cabe aclarar que todos los organismos murieron aun cuando se trasladaron al acuario de aclimatación.

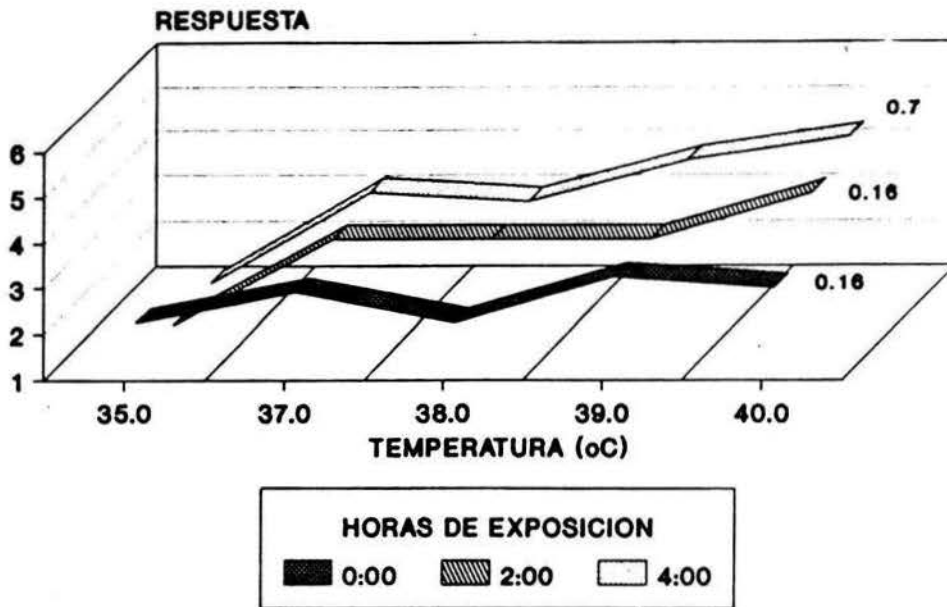
En las últimas temperaturas ($39-40^{\circ}\text{C}$), cuando los organismos se introducían en el tanque de experimentación, presentaban espasmos musculares y fuertes contracciones abdominales, sin control en la natación y al cabo de algunos segundos caían al fondo donde su desplazamiento era difícil. Posteriormente su movimiento cesaba y se tornaban muy opacos hasta que solo se observó un movimiento muy débil de las branquias aún cuando reaccionaban a estímulos táctiles.

VI.2.2. RESPUESTA DE M. tenellum DURANTE EL TIEMPO DE EXPOSICION.

Es posible apreciar dos grupos de datos para las horas de exposición (FIG 9). El primero lo constituyen de las 0:00 a la 4:00 hrs. donde la respuesta es estable para todas las temperaturas, evidenciándose un ligero aumento en ésta conforme aumenta la temperatura. De hecho es hasta las cuatro horas de exposición donde en el segundo grupo de temperaturas (37 y 38°C) se presenta una proporción directa entre la respuesta y el tiempo de exposición.

A partir de las 6:00 hrs. se diferencia el otro grupo de registros, donde se hace evidente la relación directamente proporcional que guarda la respuesta y la temperatura. Es en dicho grupo donde se presenta la respuesta máxima (tipo 6).

(0:00-4:00 HORAS DE EXP.)



(6:00-12:00 HORAS DE EXP.)

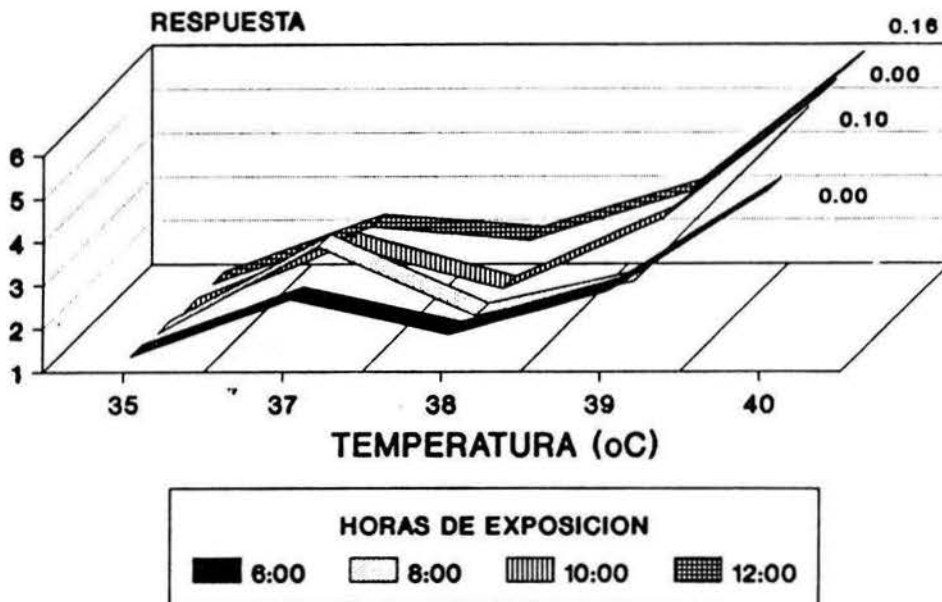


FIGURA 9. RESPUESTA DEL HOSPEDERO EN LAS DIFERENTES HORAS DE EXPOSICION AL FACTOR TEMPERATURA. (Los numeros ubicados a la derecha de cada curva son los valores obtenidos por la Mediana Pulida).

VI.2.3. RESPUESTA DE Probopyrus pacifensis.

Los parásitos no presentaron un efecto aparente hasta los 40°C (TABLA XI) donde se observa un movimiento de contracción corporal muy marcado, que posteriormente cesa y se mantiene en un movimiento muy debil.

TEMPERATURA °C	RESPUESTA
35.0	Cambio de color a tono opaco (inicio de exposición).
37.0	No presenta respuesta aparente.
38.0	Cambio a tono opaco (inicio de exposición).
39.0	Cambio a tono opaco (inicio de exposición).
40.0	Cambio a tono opaco, movimiento espasmódico.
41.0	Cambio muy acentuado de color; alteración en movimiento: espasmos muy marcados a inmovilidad total.

TABLA XI. RESPUESTA DE Probopyrus pacifensis A LAS VARIACIONES DEL FACTOR TEMPERATURA.

Cuando los organismos se exponen a la temperatura de 41°C puede apreciarse que los parásitos presentan un movimiento de contracción muy acelerado; conforme transcurre el tiempo (y los hospederos van de una respuesta a otra), el movimiento disminuye y al observar a los parásitos al

microscopio se observó que alrededor del 50% no presentaron movimientos perceptibles; además de no existir respuesta a los estímulos táctiles; sin embargo, después de trasladarlos al tanque de aclimatación se recuperaron al igual que los hospederos.

En los hospederos que murieron el parásito siguió vivo alrededor de 4 a 5 horas posteriores a la muerte confirmada (según criterio de McLeese, 1956) del hospedero.

VII. DISCUSION.

Es reconocido que el medio ambiente presenta gran influencia sobre los organismos, y que la capacidad de éstos para soportar las alteraciones es su única posibilidad de sobrevivencia. Si bien los mecanismos que provocan o previenen la muerte en los cambios críticos del ambiente no son aún bien entendidos, es obvia la existencia de cierta capacidad para compensar sus efectos; por lo que si se desea entender el potencial ecológico de cualquier organismo, es básico conocer la interacción entre su capacidad o grado de tolerancia y su medio externo.

Todo organismo posee la capacidad de sobrevivir en un rango ambiental específico, si bien se ha reconocido que éste último puede variar dependiendo del estado de salud e historia climática del organismo, es posible establecer los límites ambientales para cada especie. Es importante aclarar, que existe una diferencia entre la capacidad que cualquier especie presenta en el campo y la que presenta en condiciones de laboratorio, ya que se han encontrado especies que en el laboratorio fácilmente soportan grandes fluctuaciones y pueden no sobrevivir a pequeños cambios en el campo, si estos están asociados con otros factores que por sí mismos puedan ser estresantes; ó bien, especies que se presentan en forma natural fuera del límite de tolerancia determinado en el laboratorio (Aziz y Greenwod, 1981; Gilles y Pequeux, 1983); por lo que los resultados obtenidos por medios experimentales deben ser tomados con ciertas consideraciones, si se desea aplicarlos a condiciones naturales.

Los resultados obtenidos para M. tenellum llevan a establecer su capacidad para sobrevivir en un amplio rango de salinidad, que abarcó desde agua dulce hasta concentraciones tan altas como 39 ‰, lo que permite catalogarlo como una especie eurihalina (Signoret, 1984).

Se ha discutido ampliamente la alta resistencia del género Macrobrachium a condiciones de salinidad extrema, situación que se explica considerando la reciente colonización de éstos organismos a habitats dulceacuicolas (Hedgpeth, 1957). Lo anterior plantea una serie de problemas a resolver; en el proceso de osmorregulación se hace necesaria la selección de numerosas adaptaciones fisiológicas, principalmente las concernientes con los niveles osmóticos de la hemolinfa, permeabilidad integumental y procesos de transporte osmótico (McNamara y Soares-Moreira, 1987). Existen, así mismo, características que son indicativas de la reciente invasión del género a medios dulceacuicolas: elevada concentración osmótica de la hemolinfa, tolerancia a altas salinidades y marcada dependencia hacia agua salobres durante el desarrollo larval (McNamara, 1987).

Hasta el momento es posible establecer la presencia de dos de estas características para M. tenellum: la necesidad de salinidades de 12 ‰ para su buen desarrollo larval (Cabrera, et al; 1979) y la tolerancia a un amplio rango de salinidades determinada en el presente trabajo.

La capacidad hiper-hiposmorreguladora en la concentración osmótica de la hemolinfa se ha establecido para varios organismos pertenecientes al género (Dobkin y Manning, 1964; Ramirez de la Isla y Taylor, 1985; Gilles y Pequeux, 1983). El desarrollo de este trabajo no permite llegar a conclusiones de este tipo para M. tenellum; sin embargo, al comparar los resultados obtenidos con los presentados por McNamara (1987) para M. olfersii (donde se confirma lo

anterior), se observa en ambas especies un patrón similar en cuanto a las respuestas de osmorregulación.

McNamara analiza la concentración osmótica de la hemolinfa (COH) cuando expone organismos de M. olfersii a concentraciones constantes de salinidad (0-35S) durante diferentes intervalos de tiempo (1, 3, 6, 12 y 24 hrs.), y denota la presencia de un punto de ajuste o inflexión donde los patrones de concentración son poco claros y divide los resultados en dos porciones con patrones de COH estables; dicho punto se presenta a las 6 hrs. de exposición y entre las 14-21S. Determina también que en altas salinidades (35S) la capacidad de regulación se pierde y la COH se incrementa drásticamente.

En los resultados presentados en las figuras 6 y 7, además de los obtenidos con la Mediana Pulida, es posible observar el mismo punto de ajuste en la respuesta de M. tenellum, entre las 6 y las 8 hrs de exposición y entre las concentraciones de 23-25⁰/oo. En este punto se observa claramente el cambio en el tipo de respuesta y también divide a los resultados en porciones que presentan una respuesta más regular. A las 6 hrs de exposición y en la salinidad más alta se presenta una respuesta de tipo 5, lo que llevaría a pensar que la capacidad osmorreguladora de los organismos se ha perdido.

Lo expuesto con anterioridad conlleva a pensar que M. tenellum presenta un patrón similar de osmorregulación (Hiper-hiposmótico) en la hemolinfa que otras especies eurihalinas con gran capacidad osmorreguladora, determinando su límite letal de salinidad a los 39⁰/oo y estableciendo una historia ambiental similar a las demás especies de su género.

El rango de temperatura tolerado por M. tenellum en los experimentos realizados se ubicó en niveles altos, encontrando un efecto evidente hasta los 40⁰C. Es de tomarse en cuenta que el medio ambiente en el que se desarrollan

los organismos estudiados es una laguna costera donde las condiciones de temperatura sobrepasan durante todo el año los 25°C, llegando incluso a presentar temperaturas de 38°C (Román-Contreras, 1991); por lo que se llega a considerar el hecho ya establecido de que los organismos de climas cálidos presentan una relación gráfica entre muerte y temperatura dirigida hacia la derecha (Vernberg y Vernberg, 1983); presentandose también en Macrobrachium rosenbergii (Gómez-Díaz, 1987).

Así mismo, el habitat específico de la especie se ubica en lugares poco profundos, donde se alcanzan los más altos valores de temperatura y se presentan las mayores fluctuaciones durante el ciclo diario (Román-Contreras, 1991); así pues, la especie está sometida constantemente a variaciones ambientales pronunciadas, originando una elevada tolerancia de los individuos habitantes de medios litorales.

En los resultados obtenidos se observa que el efecto de la temperatura se hace evidente hasta el intervalo de 37 a 39°C, donde un ligero aumento de ésta provoca de inmediato un aumento en la respuesta. Considerando que la temperatura más alta registrada para la Laguna de Coyuca es de 38°C, resultaría lógico que los organismos se encuentren habituados a poder soportarla. Se ha manejado también que la habilidad de los crustáceos para controlar su temperatura corporal se encuentra altamente infuida por la aclimatación, provocando que organismos aclimatados a altas temperaturas las toleren con mayor facilidad y viceversa (Gómez-Díaz, 1987).

El hecho de que sea hasta los 40°C cuando se presenta un mayor efecto negativo , y que los organismos expuestos a temperaturas superiores (41°C) mueran casi instantaneamente, reafirma los hechos descritos con anterioridad; debido a que hasta antes de esa temperatura los organismos se encontrarían

dentro del nivel de tolerancia establecido por su historia ambiental determinando en este trabajo los 40°C como el Límite Letal Superior de Temperatura para M. tenellum.

Dentro de los experimentos para este factor se observa también un punto de inflexión en el patrón de las respuesta durante el tiempo de exposición que en este caso se presentó entre las 4 y las 6 horas (Fig. 9). Se observa que los patrones de respuesta que una dicho punto son en extremo similares (Mediana Pulida); por lo que sería posible interpretarlo como un tiempo de ajuste en los organismos, representando la segunda fase del proceso de aclimatación (Kinne, 1964), donde éstos tratan de nivelar su metabolismo al cambio externo sin que puedan lograrlo con la eficiencia necesaria, pues vuelven a presentar el nivel de respuesta anterior. Sin embargo, aunque se establece la existencia en los crustáceos de mecanismos compensatorios a los efectos de la temperatura, no se han encontrado aún evidencias que localicen o identifiquen tales mecanismos con exactitud (Barber, 1961), por lo que es posible mencionar la existencia del punto de ajuste sin que ello explique un funcionamiento metabólico de los individuos.

El establecer el límite de sobrevivencia de una especie es solo parte del estudio de su capacidad de tolerancia, por lo que el conocer las alteraciones que se pueden presentar durante el tiempo en el que se llega a los límites de tolerancia es también de gran importancia.

El cambio de actividad o conducta es considerado como una variable significativa del efecto que tienen las variaciones del medio sobre el metabolismo de los organismos, y si bien es difícil su cuantificación, se ha establecido que el comportamiento es usualmente un eslabón en la extensa cadena de eventos fisiológicos (Schöne, 1961) por lo que se encuentra

ampliamente relacionado con el nivel metabólico (Vernberg y Vernberg, 1983).

Las respuestas presentadas por M. tenellum a los cambios experimentales discutidas a continuación son similares en ambos factores, existen sin embargo, planteamientos diferentes para cada uno de ellos. Es importante recordar, que la actividad metabólica de cualquier organismo esta influenciada por un conjunto de factores externos e internos que se interrelacionan continuamente.

En los experimentos realizados tanto para salinidad como para temperatura, se observó en los hospederos una respuesta de huida al momento de introducirlos a un medio diferente, esta respuesta es clásica en los decápodos cuando se enfrentan a condiciones estresantes y se conoce como "Respuesta Carideana". Las respuestas de este tipo se clasifican como respuestas kinéticas que son reacciones no orientadas pero que tratan de dirigir a los organismos en condiciones ambientales particulares y ocurren cuando los receptores no pueden establecer la fuente del estímulo (Pardi y Papi, 1961). Así mismo, esta respuesta es característica de la primera fase (Respuesta Inmediata) en el proceso de aclimatación, presentándose a unos segundos o minutos después de un cambio significativo del medio (Kinne, 1970).

Durante el transcurso de las variaciones en la salinidad se presenta como respuesta constante la falta de actividad por parte de los organismos (Tabla IV), que en base a la escala utilizada en este trabajo se hace evidente a partir de los 29^o/oo (Fig. 6) y se comporta en forma creciente conforme aumenta la concentración y tiempo de exposición. Kinne (1970) plantea el hecho de que las células nerviosas son menos tolerantes que las células reproductivas y por lo tanto que las somáticas; por lo que se observa la influencia de la salinidad en la estimulación o disminución de la actividad

locomotora.

Ha sido expresado también que las propiedades bioeléctricas de las fibras nerviosas y musculares dependen de la concentración externa de iones (Browler, 1963b), llegando incluso a despolarizar la membrana dendrítica y provocando un bloqueo en la conducción nerviosa. El hecho de que se modifique la concentración osmótica de la hemolinfa al variar la concentración externa de salinidad, provoca alteraciones en la duración de la conducción de estímulos entre el nervio y la musculatura, lo que se vería reflejado en primer término en el retraso de reacción en los organismos sujetos a estímulos táctiles y en mayor grado en la total falta de actividad de éstos.

La respuesta tipo 6 de la escala determinada para el factor salinidad (TABLA IV), que se presenta como último nivel de regulación osmótica, se identifica por la falta total de movimiento o bien por el movimiento natatorio descontrolado de los organismos. Este último comportamiento se puede catalogar como una respuesta ortokinética que se establece como un cambio en actividad o de nivel de locomoción inducido por la variación de la intensidad del estímulo (Pardi y Papi, 1961). La respuesta ortokinética es máxima a un estímulo desfavorable y mínima a uno favorable, confirmándose así la naturaleza del efecto en la escala establecida, ya que la respuesta 6 es la que se consideró como la más desfavorable para los organismos.

Dicha respuesta se observó también en un estudio realizado para el género Limnoria como última etapa de respuesta a las variaciones en la salinidad, en este caso la única actividad externa de los organismos fue el movimiento de los pleopodos manteniéndose así de uno a tres días antes de morir (Anderson y Reish, 1967). En el caso de M. tenellum se presenta la misma respuesta en la concentración de 39⁰/oo, donde se presume que la regulación osmótica se ha

perdido y por lo tanto, se espera la muerte inminente de los organismos, confirmándose la naturaleza letal de esta concentración.

El efecto que tiene la temperatura sobre los crustáceos se ha identificado ampliamente con algunas alteraciones metabólicas, por ejemplo, alteraciones dentro del sistema circulatorio e intercambio de oxígeno (Cameron y Mangun, 1983); acciones directas sobre las proteínas (Kinne, 1970); modificación del desarrollo embrionario (Gómez-Díaz, 1975) y del metabolismo en centros nerviosos específicos o en receptores periféricos (Barber, 1961). El presente estudio solo hace posible establecer de forma indirecta el último punto, considerando que la temperatura influye entonces sobre el "metabolismo de actividad", hecho apoyado por varios trabajos donde, al igual que en el presente, registran alteraciones muy marcadas en la actividad locomotora debidas a variaciones en la temperatura; por ejemplo, en el género Penaeus (Criales y Chung, 1980), en Callinectes sapidus (Cameron y Mangun, 1983), en algunos isopodos (Barber, 1961) y en Daphnia magna (Pardi y Papi, 1961).

Es en las temperaturas que se encuentran en el límite del rango de tolerancia ambiental de M. tenellum (39-40°C), donde se denotan las mayores alteraciones en la conducta de los organismos, principalmente alteraciones en la coordinación corporal (respuesta ortokinética). Bowler (1963b), sugiere, tras haber realizado experimentos con Astacus pallipes, que existe un efecto de la temperatura sobre las fibras nerviosas y musculares, afectando el sistema enzimático que da la energía requerida en el intercambio de cationes de los músculos, lo que posteriormente provocaría la muerte de los individuos debida a esta pérdida de coordinación nerviosa. En los experimentos realizados, la pérdida de coordinación en los organismos, se presenta en mayor grado justo en la temperatura que se considera el límite letal para la especie

(40°C). La falta total de actividad corporal, que también se presenta en esta temperatura, es un signo inequívoco del daño que sufren los organismos; esta respuesta se ha presentado de igual forma para M. acanthurus en el mismo nivel de temperatura y justo antes de morir (Smith, 1930).

Otro aspecto importante es la alteración corporal que presentan los organismos como respuesta a las variaciones de temperatura y salinidad, y que en el presente trabajo se hace evidente con el cambio de coloración de los organismos de M. tenellum (TABLA IV y VIII). Mucho se ha discutido sobre los cambios en la pigmentación de los crustáceos; ya desde 1934, Brown Jr. establece que los pigmentos rojos y azules sufren transformaciones naturales con mayor rapidez que los amarillos y los blancos. Ghidalia, en 1985, plantea que la respuesta de los cromatoforos se presenta como respuesta a un amplio rango de estímulos externos incluyendo la temperatura.

El mismo autor establece que la respuesta de cada tipo de cromatóforo está bien establecida; así, las células que contienen pigmentos cafés y negros (melanóforos) tienden a concentrarse en temperaturas elevadas, al contrario de los que contienen pigmentos blancos (leucoforos) que tienden a dispersarse en condiciones similares. Las causas de este comportamiento no están bien establecidas; sin embargo, se ha hablado de la posible función termorreguladora de tales medidas encontrando opiniones encontradas.

En un trabajo sobre Uca pugilator se observó que los pigmentos blancos tienden a dispersarse cuando la temperatura se incrementa (Wilkens y Fingerman, 1965), atribuyéndole a los pigmentos blancos la función de termorreguladores, ya que cuando se registra la temperatura de organismos claros y oscuros, la de los primeros era 2°C menor que la de los segundos. Existe también el reporte de que en Periclimenes amethysteus se presenta una

máxima dispersión de pigmentos blancos durante el día y contracción de los mismos durante la noche (Noeel, 1983). Al contrario de lo reportado para Palaemonetes pugio y P. paludosus, donde los cromatóforos blancos se concentran al incrementarse la temperatura (Fingerman y Tinkle, 1956) y los autores establecen que "si la respuesta de los leucoforos a la temperatura tuviera función termorreguladora, entonces con el incremento de la temperatura los pigmentos blancos se dispersarían en orden a incrementar su área para reflejar la luz y el calor eficientemente", lo que parece cumplirse en el presente trabajo, donde se observa que los individuos presentan un tono blanquecino como respuesta a temperaturas elevadas, llegando incluso a tornarse totalmente opacos en la temperatura de 40°C (Limite Letal), por lo que podría inferirse que en M. tenellum los pigmentos blancos o leucoforos funcionan como termorreguladores.

Para la respuesta del cambio de color en las variaciones del factor salinidad no se encontró explicación documental, por lo que solo se establece este fenómeno para M. tenellum.

Hasta el momento, se ha discutido sobre las alteraciones que presentan los individuos de M. tenellum hacia las variaciones de salinidad y temperatura, por lo que a continuación se presentará una breve discusión de las respuestas que se lograron observar en el parásito branquial Probopyrus pacifensis.

En las TABLAS VII y XI se observa que las únicas alteraciones evidentes en el parásito son el cambio de coloración y la presencia de movimientos de contracción muy marcados. Es importante considerar que el parásito pertenece al grupo de los crustáceos, por lo que no es extraño que la respuesta sea similar a la de su hospedero. Las alteraciones en la actividad corporal del

parásito coinciden también con las del hospedero, presentándose en el mismo límite letal tanto de temperatura como de salinidad.

La adaptación del parásito al mismo habitat del hospedero es muy elevada, por lo que presumiblemente los cambios metabólicos que se presentan en M. tenellum se ven reflejados en su parásito Probopyrus pacifensis. Sin embargo, un aspecto que no debe pasar inadvertido es la sobrevivencia del parásito a la muerte confirmada de los hospederos. Se ha mencionado que en algunos crustáceos la actividad metabólica continúa aún después de la muerte, estableciéndose que el corazón seguía latiendo y presumiblemente la circulación sanguínea continuaba (Browler, 1963a); lo que explicaría la sobrevivencia de los parásitos aunado al hecho de que el tiempo de sobrevivencia no sobrepasó las 5 hrs.; considerando entonces que los límites letales de temperatura y salinidad son los mismos para Probopyrus pacifensis que para su hospedero.

Se ha mencionado que el parásito afecta notablemente al hospedero (TABLA II) en el aspecto reproductivo y la evidencia de la ingestión directa de hemolinfa por parte de la hembra de Probopyrus pacifensis, así mismo se imputan a parásitos del género Probopyrus efectos sobre la sobrevivencia de Eualus suckleyi en variaciones de salinidad y temperatura (Molles y Pella, 1984). Sin embargo los límites de tolerancia de M. tenellum no parecen ser muy afectados si se comparan con otras especies del género Macrobrachium. Así pues, podría ser que el daño producido por el parásito se hiciera evidente más en las respuestas presentadas por el hospedero que en su tolerancia al medio, pero la confirmación de este hecho solo puede hacerse evidente con la estructuración y realización de experimentos comparativos con organismos no parasitados.

De la misma manera, los resultados llevan a establecer la gran adaptación del parásito Probopyrus pacifensis al mismo ambiente que su hoperero M. tenellum, por lo que el problema de erradicación sería por lo más problemático, considerando entonces la necesidad de estudios más profundos; sugiriendo como siguiente paso la utilización del aspecto químico para su tratamiento ó bien de la aplicación de variaciones del medio en algún estadio del ciclo de vida del parásito.

Si bien con la realización de este trabajo no se logró afectar contundentemente al parásito, se llegan a establecer conocimientos importantes de la historia ambiental de M. tenellum, conocimientos que resaltan su importancia para el mantenimiento de éstos en cautiverio, así como aspectos conductuales que hasta el momento eran totalmente desconocidos para la especie.

Se establecen también las bases para estudios posteriores sobre ambas especies (parásito-hospedero), los que son altamente importantes debido a la gran necesidad del desarrollo en aspectos de cultivo no solo en el país, sino a nivel mundial. Cabe reiterar que M. tenelum es una de las especies indígenas que revisten mayor importancia comercial, y que la falta de conocimientos en relación a su biología debe ser subsanada a la brevedad posible.

VIII. CONCLUSIONES.

1. El límite letal de M. tenellum a la salinidad se estableció en 39^o/oo.
2. Se clasifica a M. tenellum como una especie eurihalina.
3. El límite letal superior de temperatura para M. tenellum se establece a los 40^oC.
4. M. tenellum presenta una historia ambiental idéntica a las especies de su género.
5. La variación en la concentración de sales y de temperatura parece afectar el sistema nervioso provocando una falta total de actividad como última respuesta de M. tenellum antes de morir.
6. Las respuestas presentadas por M. tenellum a las variaciones de salinidad se clasifican como respuestas kinéticas y ortokinéticas.
7. En M. tenellum los pigmentos blancos o leucóforos parecen presentar una función termorreguladora.
8. Se establecen los mismos límites de tolerancia en salinidad (39^o/oo) y temperatura (40^oC) para Probopyrus pacifensis.
9. Se establece la sobrevivencia de Probopyrus pacifensis a la muerte confirmada de M. tenellum, sobrevivencia debida a la posible continuidad de movimiento cardíaco y circulación sanguínea del hospedero.

IX. LITERATURA CITADA

Anderson, G., 1975a.

Metabolic response of the caribbean shrimp Palaemonetes pugio infection by the adult epibranchial isopod parasite Probopyrus pandalicola. Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol. 52(1): 201-208.

Anderson, G., 1975b.

Larval metabolism of the epicaridean isopod parasite Probopyrus pandalicola and metabolic effects of P. pandalicola on its copepod intermediate host Acartia tonsa. Comp. Biochem Physiol., 50A: 747-751.

Anderson, G., 1977.

The effects of parasitism on energy flow through laboratory shrimp population. Mar. Biol., 42(3): 239-252.

Anderson, J.W. y D.J. Reish, 1967.

The effects of varied dissolved oxygen concentrations and temperature on the wood-boring isopod genus Limnoria. Mar. Biol., 1: 56-59.

Ayala, R., 1987.

El langostino y sus enfermedades, (1a. Parte). Acuavisión. Rev. Mex. de Acuacultura. Núm. 7.

Ayala, R., 1988.

El langostino y sus enfermedades, (2a. Parte). Acuavisión. Rev. Mex. de Acuacultura. Núm. 15. p. 21.

Aziz, K.A. y J.G. Greenwood, 1981.

A laboratory investigation of temperature and salinity tolerance of juvenile Metapenaeus bennettiae Racek y Dall (Crustacea:Penaeidae). J. Exp.

Mar. Biol. Ecol. 54:137-147.

Barber, 1961.

Chemoreception and thermoreception. En: Waterman, T.H.(Ed.). The Physiology of Crustacea. Vol. 11. Sense organs, interation, and behavior. Academic Press. Pags. 109-128.

Beck, J.T., 1979.

Population interactions between a parasitic castrator Probopyrus pandalicola (Isopoda, Bopyridae) and one of its freshwater host Palaemonetes paludosus. Parasitology, 79(3): 431-449.

Beck, J.T., 1980a.

Larval and adult habitats of a branchial bopyrid Probopyrus pandalicola on one of its freshwater shrimp host Palaemonetes paludosus. Crustaceana, 38(3): 265-269.

Beck, J.T., 1980b.

The effect of isopod castrator Probopyrus pandalicola on the sex characters of one of its caribbean shrimp host Palaemonetes paludosus. Biol. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 158(1): 1-15.

Browler, K., 1963a.

A study of the factors involved in acclimatization to temperature and death at high temperatures in Astacus pallipes. I. Experiments on intact animals. J. Cell. Comp. Physiol. 62:119-132.

Browler, K., 1963b.

A study of factors involved in acclimatization to temperature and death al high temperatures in Astacus pallipes. II. Experiments at the tissue level. J. Cell. Comp. Physiol. 62:133-146.

Brown, Jr. F.A., 1934.

The chemical nature of the pigments and the transformations responsible for color changes in Palaemonetes. Biol. Bull. mar. biol Lab. Woods Hole.

67:365-380.

Cabrera-Jiménez, J.A., C. Chávez y C. Martínez, 1979.

Fecundidad y cultivo de Macrobrachium tenellum (Smith) en el laboratorio. An. Inst. Biol., Univ. Nal. Auton. México. 50, Ser. Zool (1): 127-152.

Cabrera, P.J., 1983.

A character for sexual differentiation of Macrobrachium tenellum (Crustacea: Decapoda: Natantia). Rev. Biol. Trop., 31(1): 159-160.

Cameron, N.J. y Ch.P. Mangun, 1983.

Environmental Adaptations of the Respiratory System. En: Bliss, D.E. (Ed.). The Biology of Crustacea. Vol.8. Environmental Adaptations. Academic Press. Pags. 43-61.

Campos-Lince, L.S., 1986.

Aspectos morfológicos, ecológicos y de crecimiento de Macrobrachium acanthurus (Wiegman, 1836) en el Sistema fluvio-lagunar Palizada-Boca Chica, Laguna de Términos, Campeche. Tes. Prof. E.N.E.P. Zaragoza. Univ. Nal. Autn. Mex. 75pp.

Criales, M.M. y K.S. Chung, 1980.

Tolerancia térmica en postlarvas y juveniles del camarón rosado Penaeus brasiliensis. Informes Museo del Mar. 27:1-15.

Dale, W.E. y G. Anderson, 1982.

Comparison of morphologies of Probopyrus bithynis, P. floridensis and P. pandalicola larvae reared in culture. (Isopoda, Epicaridae). J. Crust. Biol., 2(3): 392-409.

Dobkin, S. y R.B. Manning, 1964.

Osmoregulation in two species of Palaemonetes (Crustacea:Decapoda) from Florida. Bull Mar. Sci. Gulf and Caribbean. 14(1):149-157.

Durán, D.A.; A.C. Cisneros; M.A. Fernández; J.R. Gersenowies; S.M. Meraz y

A.V. Vargas, 1986.

Manual de Técnicas Estadísticas. E.N.E.P. Iztacala. 138 pp.

Emerson, D.J. y D.C. Hoaglin, 1983.

Analysis of Two-Way Tables by Medians. En: Hoaglin, D.; F. Mosteller and J. Tukey. (Eds.). Advanced Robust EDA. John Wiley & Sons. New York. 166-207 pp.

Fingerman, M. y D.W. Tinkle, 1956.

Responses of the white chromatophores of two species of prawns (Palaemonetes) to light and temperature. Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.). 110:144-152.

Fraenkel, G., 1960.

Lethal high temperatures for three marine invertebrates: Limulus polyphemus, Littorina littorea and Pagurus longicarpus. Oikos, 11(2):171-182.

Ghidalia, W., 1985.

Structural and Biological Aspects of Pigments. En: Bliss, D.E. (Ed.). The Biology of Crustacea. Vol. 9. Integumental, Pigments, and Hormonal Process. Pags. 301-375.

Gilles, R. y A. Pequeux, 1983.

Interactions of chemical and osmotic regulation with the environment. En: Bliss, E.D. (Ed.). The Biology of Crustacea. Vol.8. Environmental Adaptations. Academic Press. Pags. 109-177.

Gómez-Díaz, .1987.

Effect of environmental embryonic temperature on larval development of Macrobrachium rosenbergii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 114(1):39-48.

González, G.L.D., 1979.

Estudio sobre la reproducción del 'chacal' Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) (Crustacea: Palaemonidae), en las lagunas de Tres Palos y Mitla,

Gro., México. Tesis Prof. Fac. Cienc., Univ. Nal. Auton. México. 145 pp.

Granados, B.A.A., 1984.

Biología, ecología y pesquerías de los 'langostinos' de México. Universidad y Ciencia, 1(1): 5-23.

Guzmán-Arroyo, M., 1975.

Biología, ecología y pesca del 'langostino de laguna' Macrobrachium tenellum (Smith, 1971) (Decapoda, Palaemonidae) en la laguna Mitla, Gro.. Informe final para la Tercera Etapa de los Estudios sobre el Uso de la Zona Costera en los Estados de Michoacán y Guerrero. Subprograma Biología. Primera Parte. Tomo I. Centro Cien. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Pags. 23.85.

Guzmán-Arroyo, M., 1976.

Diagnóstico de la pesquería del 'langostino de laguna' Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) en las lagunas de Tres Palos, Coyuca y Mitla, Gro. Informe Final para la Cuarta Etapa de los Estudios sobre Uso de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Cent. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México.

Guzmán-Arroyo, M., 1987.

Biología, Ecología y Pesca del 'langostino' Macrobrachium tenellum (Smith, 1871), en las lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral UACPyP-CCH, Univ. Nal. Auton. México. 136pp.

Guzmán-Arroyo, M. y P.R. Negrete, 1976.

Fecundidad en el 'langostino de laguna' Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) (Decapoda, Palaemonidae) en la laguna de Tres Palos, Guerrero. Informe Final para la Cuarta Etapa de los Estudios sobre el Uso de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Cent. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 62 pp.

Guzmán-Arroyo, M., J. Cabrera y C. Kensler, 1977.

Notes on Macrobrachium species in Mexico. In: Hanson, J.A. y H.L. Goodwin

(Eds.). Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Penn. U.S.A. Pags. 207-209.

Guzmán-Arroyo, M., J.L.G. Rojas y L.D. González G., 1982.

Ciclo anual de maduración y reproducción del 'chacal' Macrobrachium tenellum y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol., Univ. Nal. Auton. México, 9(1): 67-80.

Guzmán-Arroyo, M. y Román-Contreras, R., 1983.

Parasitismo de Probopyrus pandalicola (Isopoda, Bopyridae) sobre el 'langostino' Macrobrachium tenellum en la Costa Pacífica de Guerrero y Michoacan. En: Arana, M.P. (Ed.). Memorias de la Conferencia Internacional sobre Recursos Marinos del Pacífico. Viña del Mar, Chile. 1983: 345-357.

Hedgpeth, J.W., 1957.

Estuaries and lagoons. II. Biological aspects. En: Hedgpeth J.W. (Ed.). Treatise on Marine ecology and palaeoecology. Geol. Soc. Am. Mem. 67. Vol. 1. Pags. 693-729.

Kinne, O., 1964.

Non-genetic adaptation to temperature and salinity. Helgol. Wiss. Meeresunters. 9:433-458.

Kinne, O. (Ed.). 1970.

Marine Ecology. Wiley-Interscience. U.S.A. Pags. 821-995.

Lemos de Castro, A. e I. Brasil Lima, 1974.

Crustaceos isopodos epicarideos do Brasil. IX Genus Probopyrus Giard and Bonnier. (Crustaceans Isopod Epicaridof Brasil. IX Genus Probopyrus Giard and Bonnier). Rev. Bras. Biol., 34(2): 209-218.

Malagrino, L.G., 1988.

Monografía sobre el langostino (Macrobrachium sp. Bate). Rev. Inv. Cient. U.A.B.C.S.. Ser. Cienc. Mar., 1(1): 9-26.

Markham, C.J., 1986.

Evolution and zoogeography of Crustacea Decapoda. In: Scharm, R.F. (Ed.) Crustacea Biogeography. No. 4. Crustacean Issues. No. 4. Edit. A.A. Balkema. London.

Martínez, P.C.A., S.M.C. Chávez y M.G. Palomo, 1980.

Avances sobre el semicultivo del 'langostino' Macrobrachium tenellum (Smith). En: Memorias del II Simposio Latinoamericano de Acuicultura, México. Dep. Pesca (ed.). Tomo I: Pags.641-662.

McLeese, D.W., 1956.

Effects of temperature, salinity and oxygen on the survival of the American Lobster. J. Fish. Res. Bd. Can. 13:247-272.

McNamara, C.J., 1987.

The time course of osmotic regulation in the freshwater shrimp Macrobrachium olfersii (Wiegmann) (Decapoda, Palaemonidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 107(3):245-251.

McNamara, C.J. y G. Soares-Moreira, 1987.

O₂ consumption and acute salinity exposure in the freshwater shrimp Macrobrachium olfersii (Wiegman) (Crustacea: Decapoda): whole animal and tissue respiration. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 113(3):221-230.

Molles, A. y J.J. Pella, 1984.

Effects of parasitism and temperature on salinity tolerance of kelp shrimp Evalus suckleyi. Trans. Amer. Fish. Sci. 113:354-359.

Negrete, A.R., 1977.

Fecundidad sobre la reproducción del 'chacal' Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) (Decapoda, Palaemonidae) en la laguna de Tres Palos, Gro., México. Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ. Nal. Auton. México. 70 pags.

Noel, P.Y., 1983.

Observations sur la pigmentation et la physiologie chromatique de Periclimenes amethysteus (Crustacea, Caridea). Can. J. Zool. 61(1): 153-162.

Pardi, L. y F. Papi. 1961.

Kinetic and Tactic Responses. En: Waterman, T.H. (Ed.). The Physiology of Crustacea. Vol. 11. Sense organs, integration, and behavior. Academic Press. Pags. 365-393.

Ramirez de la Isla, S. y A.C. Taylor, 1985.

The effect of temperature on osmotic and ionic regulation in the prawn, Palaemonetes elegans (Rathke). Ophelia. 24(1):1-15.

Richardson, H., 1905.

Monograph on the Isopods of North America. Bull. U.S. National Museum. No. 54. 498 p.

Román-Contreras, R., 1979.

Contribución al conocimiento de la Biología y Ecología de Macrobrachium tenellum (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 6(2): 137-160.

Román-Contreras, R., 1983.

Impacto de parasitosis causada por Isopodos Bopyridos sobre Macrobrachium spp. en las Costas del Pacífico. En: Arana, M.P. (Ed.). Memorias de la Conferencia Internacional sobre Recursos Marinos del Pacífico. Viña del Mar, Chile. 1983: 359-363.

Román-Contreras, R., 1991.

Ecología de Macrobrachium tenellum (Decapoda: Palaemonidae) en la laguna Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Auton. México. 18(1):109-121.

Ruiz, S.H., 1988.

Estudio de la edad y crecimiento del 'langostino' Macrobrachium tenellum

(Smith) en la laguna de Tres Palos, Gro.. Tesis de Maestria en Ciencias del Mar. UACPyP-CCH, Inst. Cienc. Mar, y Limnol., Univ. Nal. Auton. Mxico. 78 pp.

Sánchez, C., 1975.

Desarrollo de juveniles del 'camarón de río' Macrobrachium tenellum (Smith) en estanques de arcilla y concreto. Minist. Agric. y Gan., El Salvador, C.A.. Inf. Tec., 2(2): 1-15.

Sánchez, C., 1976

Desarrollo larval de Macrobrachium tenellum. En: FAO Technical Conference on Aquaculture; Tokyo, Japon. 26 may 1976. FAO-FIR: AQ/Conf./76/E.57, 6 pp.

Schmitt, W.L., 1921.

The marine decapod crustacea of California. Univ. Cal. Publ. Zool., 23: 1-470.

Schöne, H., 1961.

Complex Behavior. En: Waterman, T.H.(Ed.). The Physiology of Crustacea. Vol. 11. Sense organs, integration, and behavior. Pags. 465-515.

Signoret, P.B.G., 1984.

Variación de la presión osmótica de Penaeus vannamei (Banne) durante el ciclo de intermuda en diferentes salinidades experimentales. Tesis de Maestria. U.A.C.P.yP.-C.C.H..Univ. Nal. Auton. Mex. 87pp.

Sinderman, C.J. (Ed.), 1977.

Diseases diagnosis and control in North American. Marine Aquaculture. Dev. Aquaculture Fish. Sci.

Smith, C.D., 1930.

The effects of temperature changes upon the chromatophores of crustaceans. The Biol. Bull. 53(3):193-202.

Tome, F.H.I., 1988.

Estado del conocimiento de los 'langostinos' del género Macrobrachium (Decapoda, Palaemonidae) en México. Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ. Nal. Auton. México. 166 pp.

Vernberg, F.J. y W.B. Vernberg, 1983.

Respiratory Adaptations. En: Bliss, D.E.(Ed.). The biology of Crustacea. Vol.8. Enviromental Adaptations. Academic Press. 1-41pp.

Wilkins, J.L. y M. Fingerman, 1965.

Heat tolerance and temperature relationships of the fiddler crab, Uca pugilator, with reference to body coloration. Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.). 128: 133-141.