



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL



**Influencia de la salinidad y el alimento sobre la supervivencia de larvas de
Macrobrachium carcinus (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en
laboratorio**

TESIS

**Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias en Producción y Salud Animal**

PRESENTA:

Heradia Pascual Cornelio

Directores:

M en C. Fernando Víctor Iriarte Rodríguez

Dr. Alfonso Castillo Domínguez

Dra. Carolina Esther Melgar Valdes

Villahermosa, Tabasco, Mayo, 2013.

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada “**Influencia de la salinidad y el alimento sobre la supervivencia de larvas de *Macrobrachium carcinus* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en laboratorio**”, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 24 días del mes de Mayo del año 2013.

AUTORIZO

HERADIA PASCUAL CORNELIO

EL TESISTA.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

55
ANIVERSARIO
UJAT



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Villahermosa, Tabasco a 07 de Mayo de 2013

**ING. HERADIA PASCUAL CORNELIO
EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCCION Y SALUD ANIMAL
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a su solicitud de autorización de impresión de Tesis, informo a usted que sobre la base del Artículo 26 del reglamento de Posgrado de esta Universidad, esta Dirección a mi cargo le autoriza la impresión de su trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis intitulado: **"Influencia de la salinidad y el alimento sobre la supervivencia de larvas de Macrobrachium carcinus (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en laboratorio"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial.

ATENTAMENTE

M.A.A. ALMA CATALINA BERUMEN ALATORRE

DIRECTORA

U.J.A.T.



CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

C.c.p. Expediente del (a) egresado (a).
Archivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por la oportunidad de superarme, a la División Académica de Ciencias Agropecuarias por ser parte de su plantilla de alumnos y a la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos por las instalaciones y culminar la investigación.

Al Rector de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, el Dr. José Manuel Piña Gutiérrez por su gratificante apoyo y por las facilidades para la realización y culminación de la presente investigación. De antemano, darle las gracias por el interés en seguir fortaleciendo dicha investigación y por su confianza depositada a mi persona.

A la M.T.E. Sandra Aguilar Hernández (Directora de la DAMR-UJAT) por sus valiosos consejos y apoyo incondicional, en lo personal al M.A. Mario Flores Vidal por creer en mí y al I.S.C. Fausto IV Flores Córdova por facilitarme el acceso al laboratorio durante la fase de investigación.

Agradezco infinitamente al Dr. Alfonso Castillo Domínguez y a la Dra. Carolina Esther Melgar Valdes por ser mis guías, por creer en mí y dedicarme tiempo para culminar este trabajo, ocupan en mi corazón un lugar especial, los quiero y admiro.

A Viridiana Guadalupe Zetina de la Cruz, gracias amiga por las desveladas ocasionadas durante la fase experimental, por ese apoyo incondicional, siempre lo tendré en mente. Te quiero mucho amiguita.

A mis amigos de la maestría: Bety, Diana, Leonor, Wilbert, Mamani, Raúl, Verónica y Arely.

A mis profesores: Dr. Maximiano Estrada Botello, M.C. Luís Manuel Gómez Díaz-Durán, M.C. Serapio López Jiménez, Dr. Oscar Omar de Dios Vallejo y Dr. Armando Gómez Vázquez.

A la comisión revisora: M.C. Mario Fernández Pérez, M.C. Irma Gallegos Morales, M. C. Serapio López Jiménez, M.C. Luís Manuel Gómez Díaz-Durán y a la Dra. Nancy Patricia Brito Manzano por los comentarios realizados al manuscrito, muchas gracias.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

DEDICATORIA

Gracias dios mío por permitirme lograr mis sueños y culminar una maestría y darme la fortaleza para seguir adelante y no rendirme en ningún momento.

A Rosalbita (boshita) por esa paciencia, que aún siendo una bebé comprendiste y apoyaste para poder realizar la presente investigación, te amo con todo mi corazón.

A mis padres: Rosalba y Cayetano por darme la vida y enseñarme a valorar que con respeto, trabajo, esfuerzo y dedicación se logran muchas cosas; los amo con todo mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo general	6
3.2. Objetivos específicos	6
4. HIPÓTESIS	6
5. REVISIÓN DE LITERATURA	7
5.1. Sistemática del Género <i>Macrobrachium</i>	7
5.2. Taxonomía de <i>Macrobrachium carcinus</i> (L.) según Holthuis (1952)	8
5.3. Distribución geográfica de <i>M. carcinus</i> (L.)	8
5.4. Descripción morfológica de <i>M. carcinus</i> (L.)	9
5.5. Hábitos alimenticios de <i>M. carcinus</i> (L.)	10
5.6. Reproducción de <i>M. carcinus</i> (L.)	10
5.6.1. Desarrollo embrionario <i>M. carcinus</i> (L.)	10
5.6.2. Eclosión de larvas de <i>M. carcinus</i> (L.)	11
5.7. Estudios realizados en condiciones de laboratorio	11
6. MATERIALES Y MÉTODOS	17
6.1. Localización del área experimental	17
6.2. Diseño experimental	17
6.3. Preparación del agua salina	17
6.4. Dietas experimentales	18
6.4.1. Dieta 1: flan de calamar	18
6.4.2. Dieta 2: nauplios de <i>Artemia salina</i>	19
6.5. Alimentación de las larvas	19
6.6. Supervivencia	20
6.7. Descripción de las características morfológicas del desarrollo larval de <i>M. carcinus</i> (L.)	20
6.8. Parámetros fisicoquímicos del agua	22
6.9. Análisis estadístico	22

7. RESULTADOS	24
7.1. Efecto de la salinidad y la alimentación en la supervivencia de <i>M. carcinus</i> (L.)	24
7.2 Descripción de las características morfológicas de las larvas de <i>M. carcinus</i> (L.)	25
7.3. Parámetros fisicoquímicos del agua	38
8. DISCUSIÓN	40
8.1. Efecto de la salinidad y la alimentación en la supervivencia de <i>M. carcinus</i> (L.)	40
8.2. Descripción de las características morfológicas de las larvas de <i>M. carcinus</i> (L.)	41
8.3 Parámetros fisicoquímicos del agua	42
9. CONCLUSIONES	43
10. LITERATURA CITADA	44
ANEXOS	55

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de <i>M. carcinus</i> (L.)	10
Figura 2. Características morfológicas de <i>M. carcinus</i> (L.)	10
Figura 3. Porcentaje de supervivencia en días de larvas de <i>M. carcinus</i> (L.) en función de la salinidad y la alimentación	24
Figura 4. Porcentaje de supervivencia de larvas de <i>M. carcinus</i> (L.) en función de la salinidad y la alimentación	25
Figura 5. Estadíos larvarios de <i>M. carcinus</i> (L.) en diferentes salinidades	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Claves de identificación de los estadíos larvales de <i>M. carcinus</i> (Choudry, 1971)	21
Tabla 2. Cambios morfológicos presentados en las larvas de <i>M. carcinus</i> (L.) alimentadas con la dieta 1: flan de calamar	27
Tabla 3. Cambios morfológicos presentados en las larvas de <i>M. carcinus</i> (L.) alimentadas con la dieta 2: nauplios de <i>Artemia salina</i>	32
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del agua en el desarrollo larval de <i>M. carcinus</i> (L.)	39

Resumen

En la presente investigación se determinó el efecto de la salinidad y el alimento en la supervivencia de larvas de *Macrobrachium carcinus* en condiciones de laboratorio. Se evaluaron tres salinidades (4, 8 y 12 ups) y dos dietas (flan de calamar y nauplio de *Artemia salina*). El diseño experimental consistió en un arreglo completamente aleatorio 3x2 con tres réplicas cada uno. Se utilizó una densidad de siembra de 50 larvas/l con un total de 100 larvas/tina. Las larvas fueron sembradas en 18 tinas de plásticos transparentes con capacidad de 4 l y alimentadas con flan de calamar y nauplios de *Artemia salina* para cada tratamiento. Para la determinación de los estadios (cambios morfológicos), se observaron diariamente cinco larvas de cada unidad experimental. Los resultados demostraron diferencias significativas en la supervivencia en las diferentes salinidades y que las dietas evaluadas no presentaron un efecto significativo en este parámetro ($F= 2.4$; $p < 0.05$). Se determinó que la mayor supervivencia (11%) de las larvas fue con la salinidad a 12 ups cuando fueron alimentadas tanto con flan de calamar como con nauplios de *Artemia salina*. De acuerdo a los cambios morfológicos, se observó que con la salinidad a 12 ups se logró llegar a la etapa postlarva en un tiempo de 40 días. En contraste, en las salinidades a 4 y 8 ups se mantuvieron en estado larvario de I y IV durante un tiempo de cuatro y siete días, respectivamente. En estas concentraciones de salinidad no hubo supervivencia de larvas. La salinidad fue un factor determinante para la supervivencia de las larvas y se relaciona con el comportamiento en el desarrollo y crecimiento de *Macrobrachium carcinus* (L).

Palabras clave: desarrollo larval, supervivencia, salinidad, dietas, camarón de río

Abstract

In this study was determined the effect of salinity and food on survival of larvae of *Macrobrachium carcinus* (L.) under laboratory conditions. It was evaluated three salinities (4, 8 and 12 psu) and two diets (squid pudding and *Artemia salina* nauplii). The design experiment consisted of a completely randomized arrangement 3x2 with three replications each one. It was used a density of 50 larvae/l with a total of 100 larvae per tank. The larvae were seeded in 18 transparent plastic tank with a capacity of 4 l and were feed with squid pudding and *Artemia salina* nauplii for each treatment. For determination of the stages (morphological changes), five larvae were observed daily for each experimental unit. The results showed significant differences in survival at different salinities and that diets evaluated did not show a significant effect on this parameter ($F = 2.4$, $p < 0.05$). It was determined that the higher survival (11%) of the larvae was with salinity to 12 psu when fed both squid pudding and *Artemia salina* nauplii. According to the morphological changes, it was observed with 12 psu salinity was reached postlarval stage in a time of 40 days. In contrast, in the 4 and 8 psu salinities, they maintained in stage larval I and IV over a period of four to seven days, respectively. At these concentrations of salinity there were not larvae survivals. The salinity was a determining factor for the survival of the larvae and is related to the behavior in the development and growth of *Macrobrachium carcinus* (L.).

Key words: larval development, survival, salinity, diet, freshwater shrimp

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la acuicultura ha ido incrementado en los últimos 50 años (FAO, 2008); convirtiéndose en una de las actividades productivas más importantes para la obtención de alimento y proteína de alta calidad para el consumo humano (FAO, 2010) a través de diferentes cultivos de peces, moluscos, crustáceos y plantas, principalmente de origen marino (Figuerido-Silva, 2006). A pesar de todo lo antes mencionado, sigue siendo muy lento el esfuerzo para conocer diferentes aspectos de las especies dulceacuícolas (Rodríguez, 2000). Entre las especies más cultivadas con fines comerciales destacan los crustáceos del orden Decapoda, que presentan un orden de prioridad en el cultivo debido a su alta demanda de consumo en el mercado incrementando los ingresos económicos por ventas (Barnes, 1986; Bardach *et al.*, 1986; Espinosa-Chaurand *et al.*, 2011).

Existen aproximadamente más de 8,500 especies de crustáceos, la mayoría representada por camarones y langostinos provenientes de sistemas dulceacuícolas, estuarinos y marinos (Brusca y Brusca, 1990; De Grave *et al.*, 2008; Yeo *et al.*, 2008). Los crustáceos del género *Macrobrachium* clasificados dentro de la familia Palaemonidae, son un recurso de importancia pesquera debido a su alta abundancia en los ríos, arroyos, lagunas, pantanos, acequias de riego, canales, estanques y áreas estuarinas, además por su alto valor económico (New y Singholka, 1984; Valencia y Campos, 2007) y su utilización para el consumo humano desde el punto de vista nutricional y de subsistencia (Granados, 1984; Gallardo *et al.*, 2002) adquiriendo cada día mayor interés para la acuicultura.

Estos organismos pasan gran parte de su vida en sistemas dulceacuícolas, en época reproductiva las hembras ovadas migran hacia las desembocaduras de los ríos en busca de aguas salobres para asegurar el desarrollo y supervivencia de su prole (Holthuis, 1980; Espinosa, 1987), razón por la cual se le ha denominado camarón de agua dulce (Díaz *et al.*, 2002).

Aunque se han identificado alrededor de 210 especies del género *Macrobrachium* distribuido en zonas tropicales y subtropicales (Jayachandran, 2001; Valenti, 2006; Valencia y Campos, 2007; Pérez-Velázquez *et al.*, 2011). La mayoría de las investigaciones se han enfocado a la especie *M. rosenbergii* estableciéndose técnicas de cultivo durante su ciclo larval (Mago-Leccia, 1995; Da Silva *et al.*, 2004), no obstante, estas técnicas no se han podido generalizar para todas las especies del género *Macrobrachium* como es el caso de *M. carcinus* el cual posee gran aceptación de consumo en países como Estados Unidos de Norteamérica, México, Venezuela, Brasil y algunas islas Caribeñas (New, 1990, Grueso, 2009).

En México, *M. carcinus* (L.) se distribuye en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Campeche (Bowles *et al.*, 2000), representando un importante recurso pesquero para las comunidades asentadas en las riberas de los ríos. Este organismo es recolectado de forma artesanal durante la época de lluvias cuando las hembras se encuentran ovadas. Asimismo, se desconoce aspectos sobre requerimientos nutricionales en etapas larvales y las condiciones óptimas de salinidad para su desarrollo debido a que existen pocas contribuciones al conocimiento de la biología que permita el desarrollo de una biotecnología del cultivo (Mago-Leccia, 1995; Mejía-Ortiz *et al.*, 2001; Lara y Wehrtman, 2009).

En condiciones naturales, las larvas del género *Macrobrachium* realizan su proceso de metamorfosis en agua salobre donde existe diversidad de alimento zooplanctónico, siendo esencial en sus primeras etapas de vida para lograr el desarrollo y crecimiento óptimo (Castro *et al.*, 2003; Pereira *et al.*, 2007).

Es por esta razón, que el uso de nauplios de *Artemia salina* como alimento vivo se ha aplicado en producciones larvares de peces y crustáceos obteniéndose excelentes resultados en el crecimiento y supervivencia (Lazo, 2000). Además, las artemias pueden ser enriquecidas con nutrimentos esenciales como vitaminas y ácidos grasos que constituyen un alimento de mejor calidad (Yúfera y Rodríguez, 1985; Kuban *et al.*, 1985; Rodríguez, 1993; Keisami *et al.*, 2007). Sin embargo, los

quistes de artemia se han caracterizado por sus altos costos debido al incremento en la demanda en sistemas de cultivos intensivos (Lavens *et al.*, 2000; Santos-Gutiérrez *et al.*, 2011).

Esto ha generado la búsqueda y utilización de otros tipos de alimentos denominados como inertes o artificiales, los cuales son suplementarios como alternativa alimenticia para los primeros etapas de larvales de los diferentes especies (Lavens y Sorgeloos, 2000). El flan de calamar (*Loligo* sp.) se ha utilizado en diferentes dietas de organismos acuáticos obteniéndose un mayor crecimiento, biomasa y una mejora en la tasa de conversión alimenticia, además de funcionar como attractante (Pelegriin *et al.*, 2006). Asimismo, los costos del flan de calamar son más accesibles y se encuentran disponibles en los mercados, tiendas de autoservicio.

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la supervivencia de *Macrobrachium carcinus* (L.) en diferentes concentraciones de salinidad utilizando dos tipos de alimentos en condiciones de laboratorio.

2. JUSTIFICACIÓN

Macrobrachium carcinus (L.) es una especie de importancia comercial en muchos países del mundo (Moreno *et al.*, 2000) debido a sus características nutricionales, sabor, tamaño y gran aceptación en el mercado regional (Benítez y Ponce, 2012). Sin embargo, sus volúmenes de captura son cada vez más limitados debido a la sobreexplotación, ya que es capturado en época de reproducción, para su consumo y ventas de hembras ovadas, así como la reducción del hábitat derivado de las diferentes actividades antropogénicas (Lara y Wehrtmann, 2009; Bowles *et al.*, 2000), estos problemas han provocado una acelerada disminución de las poblaciones de esta especie en los últimos años (Espinoza, 1987; Gallardo *et al.*, 2002).

En México, el desarrollo de la acuicultura se ha basado en la importación de tecnologías diseñadas para especies exóticas (Rojas y Mendoza, 2002) principalmente de peces y peneidos, por lo que, surge la necesidad de generar conocimientos sobre la biología básica y la reproducción de las diferentes especies que habitan en agua dulce con interés comercial. En este sentido, *M. carcinus* es una especie que posee gran importancia económica (Silva *et al.*, 2001) y sirve de sustento para muchas familias que dependen de la explotación de los recursos pesqueros en aguas interiores del estado de Tabasco; no obstante la captura de *M. carcinus* (L.) va en disminución, pues para el 2009 sólo se registraron 565 toneladas anuales comparado con años anteriores (CONAPESCA, 2009). Sin embargo, se carece de conocimientos básicos como reproducción, alimentación en sus etapas larvarias, postlarva y juveniles, así como las condiciones de los diferentes parámetros del agua. Aunque en años recientes se han evaluado diversas dietas y salinidades en larvas bajo condiciones de laboratorio no se ha obtenido con éxito su crecimiento y supervivencia (Pérez, 2005; Manríquez, 2009).

Por tanto, en el presente trabajo de investigación se buscó definir las estrategias apropiadas para el manejo y desarrollo de las larvas en diferentes concentraciones de salinidad, utilizando dos tipos de alimentos que demostraran mayor asimilación y supervivencia de las larvas, en la etapa crítica del desarrollo ontogénico de estos organismos.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la salinidad y el alimento en la supervivencia y desarrollo de larvas de *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) en condiciones de laboratorio.

3.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto en la interacción de tres salinidades (4, 8 y 12 ups) y dos tipos de alimentos sobre la supervivencia de larvas de *M. carcinus* (L.).

Describir las características morfológicas de larvas de *M. carcinus* (L.) y sus diferentes estadios en función de la salinidad y el alimento.

4. HIPÓTESIS

Las larvas de *Macrobrachium carcinus* (L.) presentarán la mayor supervivencia y mejor desarrollo larval con el incremento de la salinidad cuando se alimenten con nauplios de *Artemia salina*.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Sistemática del Género *Macrobrachium*

Los langostinos de la familia Palaemonidae (Rafinesque, 1815) son un grupo de crustáceos muy diversos, estos pertenecen al orden Decapoda (Hernández-Sandoval, 2008), están representados por dos subfamilias: Pontoniinae, cuyos representantes habitan en ambiente marino, y Palaemoninae, que habitan en ambientes estuarinos y dulceacuícolas. Dentro de la subfamilia Palaemoninae se incluyen 17 géneros, siendo *Macrobrachium* (Bate, 1868) uno de los más representativos en sistemas dulceacuícolas por su amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales del mundo (New y Singholka, 1984; Valencia y Campos, 2007; Vega-Villasante *et al.*, 2011). Actualmente se conocen 210 especies del género *Macrobrachium* (Short, 2004) de las cuales seis han sido registradas en los Estados Unidos de Norteamérica, mientras que en México se han reportado ocho especies distribuidas en las vertientes del Pacífico y del Atlántico, de las cuales cuatro (*M. acanthurus*, *M. tenellum*, *M. americanum* y *M. carcinus*) son las económicamente más importantes para la actividad pesquera a nivel artesanal; dentro de estas especies destaca, *M. carcinus* la cual se encuentra distribuida geográficamente en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Campeche (Holthuis, 1952; Bowles *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2000; Pérez, 2005).

5.2. Taxonomía de *Macrobrachium carcinus* (L.) según Holthuis (1952)

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Euarthropoda
Clase:	Crustacea
Subclase:	Malacostraca
División:	Eucarida
Orden:	Decapoda
Familia:	Palaemonidae
Subfamilia:	Palaemoninae
Género:	<i>Macrobrachium</i>
Especie:	<i>Macrobrachium carcinus</i> (Linnaeus, 1758)

Esta especie es conocida con diferentes nombres comunes entre los cuales se pueden mencionar: acamayás, mayacaxtles, manudas, langostinos, chacal, pitu, camarón munchilla, pigüa (conocida en Tabasco) y camarón de río, la cual se caracteriza por pasar gran parte de su vida en agua dulce (Rodríguez, 1993; Chung, 2001; Pereira *et al.*, 2007; Grueso, 2009; Benítez y Ponce, 2012).

5.3. Distribución geográfica de *M. carcinus* (L.)

La especie *M. carcinus* (L.) se encuentra distribuida desde Florida hasta Brasil meridional, pasando por América Central y algunas Islas del Caribe (Figura 1) (Holthuis, 1952; Graziani *et al.*, 1993; Bowles *et al.*, 2000; Lara y Wehrtmann, 2009). Se caracteriza por habitar ríos con sustratos arenosos o rocosos (Rodríguez, 1980; Benítez y Ponce, 2012), es considerada como especie migratoria debido a que en alguna etapa de su desarrollo invade ambientes estuarinos, comportamiento presente en hembras adultas del género *Macrobrachium* (Gamba, 1982).



Figura 1. Distribución geográfica de *M. carcinus*.

5.4. Descripción morfológica de *M. carcinus* (L.)

Presenta rostro corto y curvado, quelas iguales con coloración característica formada por tres bandas longitudinales oscuras azuladas sobre un fondo claro o amarillento en el cefalotórax y el abdomen (Figura 2). En cuanto al tamaño los machos adultos pueden llegar a medir hasta 330 mm de largo total con un peso de 250 g, mientras que las hembras ovígeras pueden alcanzar hasta 193 mm de largo con un peso de 130.4 g (Mago-Leccia, 1995; Benítez y Ponce, 2012). Otros estudios han registrado tallas en machos adultos con longitudes totales de 300 mm y hembras ovígeras con longitud de 220 mm (Lobao *et al.*, 1985; Lara y Wehrtman, 2009; Fiévet *et al.*, 2001).

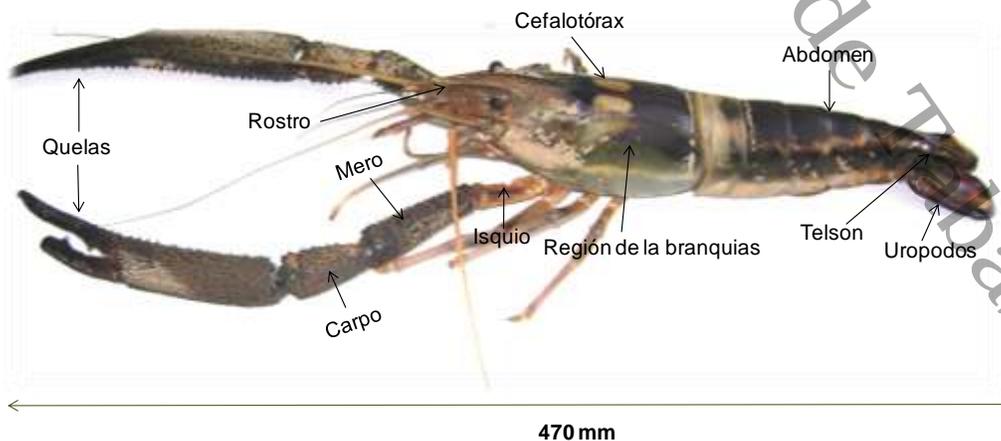


Figura 2. Características morfológicas de *M. carcinus*.

5.5. Hábitos alimenticios de *M. carcinus* (L.)

Es una especie con hábitos alimenticios omnívoro; en su etapa adulta en el medio natural se alimenta de insectos, restos de peces, moluscos, crustáceos; ya sean vivos o en proceso de descomposición, materia vegetal y detritus (Lewis y Ward, 1965; Lewis *et al.*, 1966; Casas-Sánchez *et al.*, 1995; Mago-Leccia, 1995; Grueso, 2009). Con cierta tendencia a ser una especie carroñera, presentando canibalismo y en ocasiones puede recurrir a la coprofagia (Benítez y Ponce, 2012). En etapa de larvas satisfacen su requerimiento nutricional de una gran variedad de fuentes alimenticias al consumir fitoplancton y zooplancton de tamaño microscópico como rotíferos, pulgas de agua, copépodos (Castro *et al.*, 2003).

5.6. Reproducción de *M. carcinus* (L.)

La época reproductiva de la especie es durante la temporada de lluvias (mayo-junio), cuando las hembras ovígeras ocupan las partes bajas de los ríos en la zona estuarina, para el desove y eclosión de sus larvas (Loren *et al.*, 2003; Mejía-Ortíz *et al.*, 2001; Benítez y Ponce, 2012). Por otra parte, el porcentaje de fecundidad se incrementa con el tamaño de la hembra pudiendo producir hasta 242,437 huevos en cada desove (Lobão *et al.*, 1985; Lara y Wehrtmann, 2009).

5.6.1. Desarrollo embrionario de *M. carcinus* (L.)

De acuerdo con estudios realizados en hembras ovígeras extraídas del medio natural se ha observado que durante el desarrollo embrionario el huevo aumenta su volumen gradualmente de 0.065 hasta 0.088 mm³ lo que representa un incremento del 35.4% (Lara y Wehrtmann, 2009). Al inicio la coloración de los huevos es de color naranja y se desprenden fácilmente, luego de una semana se torna de color pardo claro y al final de la incubación es de color marrón parduzco, casi negro, en esta etapa se pueden observar los ojos visibles de las larvas

(Mago-Leccia, 1995), la duración del período de incubación de los huevos oscila entre 19 y 21 días (Graziani, 1993; Moreno *et al.*, 2000).

5.6.2. Eclosión de larvas de *M. carcinus* (L.)

En el medio natural las hembras ovígeras bajan con la ayuda de la corriente de los ríos a las zonas estuarinas, durante el proceso de eclosión las larvas abandonan a la hembra y se distribuyen rápidamente en la superficie del agua, presentando hábitos planctónicos, nadando activamente en forma invertida con la cabeza hacia abajo, alimentándose de zooplancton y de pequeñas partículas de origen vegetal. Estos organismos pasan por 11 estadios o etapas larvales hasta llegar a convertirse en postlarvas logrando su forma de nado de manera natural y sujetarse a los sustratos. Tan pronto se presenta la metamorfosis, se trasladan al fondo del río y viven bajo piedras, troncos y cualquier sitio donde encuentren algún tipo de refugio y abunden materiales orgánicos como alimento (Pereira y García, 1995; Graça y Brossi-Garcia, 2005; Valverde, 2006).

5.7. Estudios realizados en condiciones de laboratorio

En otras especies del Género *Macrobrachium* se han evaluado diferentes dietas como el realizado por Coelho-Emereciano y Massamitu-Furuya (2006) quienes evaluaron el ensilado de maíz como sustituto en una dieta referenciada que contenía 37.7 % de proteína y formularon cuatro dietas peletizadas con 0, 8, 16 y 24 % de proteína para alimentar postlarvas de *M. rosebergii*, en sus resultados no se observaron efectos estadísticamente en los tratamientos sobre las variables: consumo de ración, factor de conversión de la dieta, eficiencia proteica, supervivencia, sin embargo, a medida que aumentaba la concentración del ensilado de maíz aumentaba el peso y la biomasa linealmente. Por lo tanto, la disponibilidad del almidón, produjo un mayor aprovechamiento de la ración por animal, así como su crecimiento y supervivencia.

De los Santos y Silva (2006) evaluaron el efecto del alimento y la densidad de organismos sobre el incremento en la longitud y el peso de *M. michoacanus* en un cultivo piloto, donde aplicaron cuatro tratamientos, dos con alimento iniciador para pollos (18 y 28 % proteína) y dos con alimento para tilapia al 20 y 25 %, utilizando densidades de 8 y 12 larvas/m². Los autores no encontraron diferencias significativas entre las dietas, por lo cual, debido a su mayor disponibilidad y menor precio, se recomendó utilizar el alimento de aves a una densidad de siembra de 12 larvas/m² para *M. michoacanus*.

Existen diversas investigaciones pero estas solo se han inclinado principalmente en la elaboración de diferentes dietas, aspectos reproductivos, supervivencia y desarrollo de las larvas, sin embargo, a la fecha son pocos los trabajos que se han reportado para *M. carcinus*, principalmente en aspectos de supervivencia para establecer las técnicas y manejo en su difícil desarrollo larval (Choudhury, 1971; Graziani *et al.*, 1995; Mago-Leccia, 1995; Bowles *et al.*, 2000; Valverde, 2006; Grueso, 2009).

Ante tal problemática, se han realizado diversos estudios de nutrición en larvicultura con la finalidad de disminuir el alto porcentaje de mortalidad o punto crítico en los cultivos experimentales de *M. carcinus*. Dentro de estas investigaciones se encuentran las realizadas por Casas-Sánchez *et al.* (1995) quienes estudiaron la nutrición en juveniles de *M. carcinus*, para lo cual elaboraron dos dietas peletizadas: la primera con residuos de mariscos (22% de proteína) y la segunda con desechos de pescado y desperdicio agrícola (42.20% de proteína), al final del experimento la supervivencia para los tratamientos fue de 76.6% para la dieta I y de 100% para la dieta II, así mismo las dietas resultaron económicas y fáciles de adquirir, considerando que una de las limitantes son las dietas balanceadas.

Pereira *et al.* (2007) evaluaron cuatro dietas en larvas de *M. carcinus* constituidas de: 1) filete de pescado (Dp); 2) filete de pescado más *artemia salina* adulta (DpB);

3) dieta formulada (Df); 4) dieta formulada más *Artemia salina* adulta (DfB) adicionada cuatro veces al día, para mejorar el desempeño de los estadios V-VI en la producción de postlarvas. Al final del cultivo las tasas de sobrevivencia para los tratamientos Dp, DpB, Df y Dfb fueron de 3.47; 7.40; 14.83 y 7.57%, respectivamente. Por lo tanto la dieta Df presentó la mayor supervivencia en un tiempo de 49 días, representando una alternativa para la producción de postlarvas.

Mientras tanto, Lara y Wehrtmann (2009) realizaron un estudio de la biología reproductiva de *M. carcinus* en hembras ovadas, recolectadas durante el periodo marzo 2004 a abril 2005 en la cuenca del río de San Juan Costa Rica, donde capturaron hembras entre 120.1 a 190.1 mm de longitud, observando que la fecundidad se incrementaba con respecto a su tamaño al llegar a contabilizar 242,437 huevos por cada hembra, así mismo afirman que el desarrollo larval de *M. carcinus* para que se complete depende totalmente de la calidad del agua donde estos organismos habitan.

Otro aspecto importante, es el proceso de osmorregulación en camarones adultos de agua dulce, el cual fue evaluado por Signoret y Brailovski (2004) en *M. acanthurus* y *M. carcinus* provenientes del Sureste del Golfo de México, para su estudio sometieron a los organismos a cambios bruscos y graduales de salinidad; los resultados mostraron que *M. acanthurus* presentó un comportamiento hiperosmótico de 0 a 20 ups con tendencia a hiposmótica, mientras que *M. carcinus* presentó un comportamiento hiperosmótico en salinidades de 0 a 15 ups, con un punto isosmótico, con tendencia a ser hipoconforme en altas salinidades. Por lo tanto, las máximas salinidades toleradas por los organismos adultos fue a 25 ups para *M. acanthurus* y de 30 ups para *M. carcinus*, concluyendo, la salinidad es un parámetro vital en el desarrollo de las larvas.

Lewis y Ward (1965) estudiaron las etapas de desarrollo de larvas de *M. carcinus*, donde solo describieron la morfología externa basándose solo en los días vividos,

concluyendo que la supervivencia y los estadios larvales son dependientes del agua salobre y no del propio alimento suministrado.

Por otra parte Choudhury (1971) determinó que la salinidad óptima para lograr el desarrollo larval y asegurar la supervivencia estuvo entre 14 y 17.5 ups, obteniendo postlarvas en un tiempo de 56 a 65 días al usar nauplios de *Artemia salina* como alimento, además mencionó que de no proporcionarse la salinidad adecuada, el 100% de las larvas sufren deceso al quinto o sexto día al permanecer en agua dulce, mientras que las postlarvas, juveniles y adultos sobreviven en agua dulce exhibiendo buen crecimiento y buena disposición al apareamiento.

A pesar de muchos intentos realizados sobre *M. carcinus*, su cultivo no se ha podido desarrollar ya que posee un periodo larval muy prolongado que va desde los 45 a 90 días, así como un marcado comportamiento agresivo de sus larvas, juveniles y adultos (Pereira y de Pereira, 1982), siendo limitantes principales para el establecimiento de técnicas en cuanto a su cultivo en altas densidades.

Por otra parte Chung (2001) realizó un estudio dirigido al conocimiento de los aspectos fisiológicos, determinando que las larvas de *M. carcinus* tienen preferencia a salinidades de 5 a 15 ups, pero que al pasar a la etapa de juveniles requieren agua bajas en sales que oscilan entre 0 a 5 ups. Por lo tanto esto implica que las larvas requieren alta salinidad para su desarrollo, este comportamiento fisiológico, principalmente porque los juveniles y adultos viven en agua dulce; por lo tanto esto confirma que la especie durante la etapa larvaria requiere ajustarse a diferentes salinidades durante su desarrollo ontogénico.

Hernández y Pascual (2005) estudiaron el efecto de agua entubada y del río San Juan, Costa Rica así como diferentes salinidades en la supervivencia de larvas de *M. carcinus*, para su estudio utilizaron 16,000 larvas por tratamiento (40 larvas/l). Las larvas fueron alimentadas con nauplios de *Artemia salina* y alimento

comercial. Los resultados demuestran que la supervivencia encontrada fue a 12 ups con una duración de 14 días, en cuanto a la alimentación se observó que el tamaño del nauplio de *A. salina* sobrepasaba en dos tercios el tamaño de la larva, ocasionando problemas en cuanto a la captura para su alimentación, mientras que con el balanceado se esperaba que la supervivencia aumentará, sin embargo, no se registró un comportamiento con respuestas favorables.

Por tal motivo, *M. carcinus*, es una especie que posee características aceptables para su consumo en el mercado regional y nacional. Mismo que hace necesario generar investigación básica de la especie; desde aspectos reproductivos, desarrollo larvario y postlarvario, crecimiento y engorda de juveniles y adultos con la finalidad de implementar una biotecnología para su explotación y manejo en granjas de producción.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del área experimental

El experimento se realizó en el laboratorio general de acuicultura de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos km 1 Carretera Tenosique-Estapilla, Tenosique, ubicada entre los paralelos 17° 28.5´ de latitud norte y 91° 25.6´ de longitud oeste (INEGI, 2005).

6.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño bifactorial 3x2 con tres réplicas con un arreglo completamente aleatorio, el cual consistió en la evaluación de tres salinidades (4, 8 y 12 ups) y dos dietas experimentales, dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *Artemia salina* para la alimentación de larvas de *M. carcinus*.

El sistema experimental consistió en la implementación de 18 tinajas circulares de plástico con capacidad total de 4 l con un volumen efectivo de 2 l (Ver anexo: Foto 1). La densidad de siembra fue de 50 larvas/l (100 larvas/unidad experimental) de acuerdo a (Valverde, 2006; Luna *et al.*, 2007; Santos-Gutiérrez *et al.*, 2011) (Ver anexo: Foto 2). Para evitar la variabilidad fenotípica, las larvas de *M. carcinus* fueron obtenidas de una hembra ovada aclimatada a condiciones de cautiverio (Ver anexo: Foto 3). La recolecta de las larvas se realizó con un tamiz de luz de malla de 0.01 mm, las cuales fueron colocadas en un vaso de precipitado (Shot Duran) con capacidad de 1000 ml y se contabilizaron con una pipeta (Kimex^R) de 10 ml (Ver anexo: Foto 4).

6.3. Preparación del agua salina

Se preparó agua salina, utilizando sal gruesa granulada libre de yodo, ésta provenía de un pozo profundo ubicado en la DAMR. Las concentraciones salinas

que se prepararon fueron las siguientes; 4, 8 y 12 ups, dichas concentraciones fueron verificadas con un refractómetro (Zeus con escala de 0 a 100% ups). Cada unidad experimental se llenó con el agua salina requerida por cada tratamiento, a las cuales se le colocaron bombas de acuario eléctricas (Elite 802) con mangueras y piedras difusoras para mantener la aireación de cada unidad experimental. Se aplicó el método de agua clara para la producción de postlarvas de langostino (Valentí y Daniels, 2000) con un fotoperiodo de 12h luz/12h oscuridad (New y Singholka, 1984; Correia *et al.*, 2003).

6.4. Dietas experimentales

6.4.1. Dieta 1: flan de calamar

La elaboración de cada una de las dietas fue un día después de la eclosión y siembra de las larvas, criterio utilizado debido a la observación de reserva vitelina en su hepatopáncreas que le sirve como alimento durante los primeros días. Para la elaboración de la dieta Flan de calamar, se siguió la metodología estandarizada de Santos-Gutiérrez *et al.* (2011) para obtener un alimento semi-húmedo con textura de flan con 38.8 % de proteína cruda, 16.4 % de lípidos totales, cenizas 3.40 % y humedad 78.25 %. Los ingredientes utilizados para su elaboración fueron filete de calamar fresco cortado en trozos, huevo entero de gallina, leche en polvo, harina de arroz y agua. Estos ingredientes fueron mezclados en una licuadora marca Phillips (Modelo 1764) hasta obtener una pasta, la cual se cocinó a fuego lento en una estufa convencional durante 20 min, posteriormente se le adicionó lecitina de soya marca Lecitina de Soya 1200 gelcaps® y se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego se le agregó la premezcla vitaminas y minerales marca MAXIVIT pharmacaps® hasta tener una mezcla homogénea.

El alimento elaborado se colocó en pequeños recipientes de plásticos transparente de 10 g y se mantuvieron en refrigeración para ser utilizados posteriormente en la alimentación de las larvas.

6.4.2. Dieta 2: nauplios de *Artemia salina*

Para la obtención de nauplios de *A. salina* diariamente se pesaron 6 g de quistes de *A. salina* (Eclósión Azul) (Ver anexo: Foto 5) misma que se le adicionó 1 g por cada eclósionador, siguiendo el método propuesto por Sorgeloos *et al.* (1986). Los quistes fueron hidratados por una hora y decapsulados con una solución de hipoclorito de sodio (5.25%) de la marca Cloralex®, posteriormente fueron lavados con abundante agua para eliminar completamente el cloro. Se utilizaron seis eclósionadores elaborados con envases de plástico de 1.5 l cortados a la mitad, la parte superior se colocó de manera invertida (forma de cono) con una capacidad de 500 ml de agua a 16 ups, a cada tapa se le realizó un orificio para introducir una manguera de acuario (12/16") y se adaptó con una piedra difusora conectada a una bomba de acuario marca Elite 782 para mantener aireación constante, la luz artificial se mantuvo 24 h. Posteriormente se realizó la recolecta de los nauplios de *A. salina* con la ayuda de una malla de 0.01 mm.

6.5. Alimentación de las larvas

La alimentación con flan de calamar fue suministrada al inicio del experimento con 0.02 g por cada larva y se ajustó de acuerdo a los estadios hasta alcanzar la etapa de postlarva (Meruane *et al.*, 2006). La alimentación con alimento vivo (nauplios de *A. salina*) fue proporcionada utilizando cuatro nauplios por cada larva (400 nauplios/unidad experimental) de acuerdo a Santos-Gutiérrez *et al.* (2011). Para cerciorarse del comportamiento alimenticio y saber si asimilaban el alimento, diariamente fue tomada una muestra en un vaso de precipitado de 250 ml y observada para confirmar la disminución de los nauplios de *A. salina*. Las larvas fueron alimentadas después de realizar los recambios de agua de las unidades experimentales.

6.6. Supervivencia

Para establecer el efecto en cada tratamiento, diariamente se contabilizaron las larvas por cada unidad experimental para determinar la supervivencia, mediante la siguiente ecuación (Broker y Zar, 1979):

$$S \% = \frac{n_i - n_f}{n_f} \times 100$$

En donde:

S % = Porcentaje de supervivencia

n_i = Número inicial de larvas

n_f = Número final de larvas

6.7. Descripción de las características morfológicas del desarrollo larval de *M. carcinus* (L.)

Diariamente se tomaron cinco larvas aleatoriamente por cada unidad experimental, para describir los estadios larvarios utilizando un microscopio óptico con cámara digital (Motic®, 2300, 3.0 megapíxeles, con capacidad de resolución de 4x y 10x (Ver anexo: Foto 6), posteriormente las larvas se regresaron a las unidades. Los cambios morfológicos fueron evaluados de acuerdo a lo descrito para cada etapa larval por Choudhury (1971) (Tabla 1) y por Pérez (2005), Valverde (2005).

Tabla 1. Claves de identificación de los estadios larvales de *M. carcinus* (L.) (Choudhury, 1971).

Estadio larval	Día	Características identificables
I	1-3	Ojos sésiles, Telson con 7 pares de setas.
II	2-5	Ojos pedunculados; Telson con 8 pares de setas: exópodo de maxila con 7 setas plumosas.
III	5-8	Espina epigástrica atrás del rostro, presencia únicamente exópodo en el uropodo.
IV	7-11	2 espinas epigástricas detrás del rostruo; ambos endópodos y exópodo de urópodos setados.
V	9-13	Telson con 6 pares de setas, alargado y estrecho; abdomen y cabeza amplia.
VI	12-17	Todos los 5 pares de periópodos presentes, todos los birrameos excepto los periópodos 5; flagelo antenal 4 segmentados.
VII	15-22	Aparición de pequeños brotes de pleópodos. Telson 4 veces tan largo como el ancho del margen posterior.
VIII	20-30	Telson 5 veces tan largo como el ancho posterior. Pleopodos birrameos.
IX	26-38	Brotos de pleópodos 1,3 y 4 y aparición de endópodos con apéndices internos. Telson 6 veces tan largo como el largo posterior.
X	32-45	1 y 2 quela distinguible, todos los pleópodos desarrollados; birrameos excepto pleópodo 1; telson 7 a 7.5 veces tan largo como ancho posterior.
XI	40-52	Rostro con 1-2 dientes y 1 espina, todos los pleópodos birrameos. Los exópodos setados y endópodos no setados.
XII	47-65	Rostro con dientes, exópodos de los pleópodos setados. Endópodos setados excepto el pleópodo 1. Apéndice interno presente en todos los pleópodos excepto en pleópodo 1.

6.8. Parámetros fisicoquímicos del agua

Para determinar las condiciones bajo las cuales se realizaron los experimentos, se tomaron diariamente los siguientes parámetros ambientales: temperatura, oxígeno disuelto y el pH con equipo multiparamétrico (Hanna HI 9142) (Ver anexo: Foto 7). Diariamente se realizaron recambios del 30% a cada unidad experimental mediante sifoneos en horarios establecidos para el experimento (9:00, 13:00, 17:00 y 21:00 h). Para cada salinidad se utilizó un filtro constituido de grava y arena, el agua de los recambios fue almacenada en recipientes de plástico de 60 l para su reutilización, el agua fue desinfectada adicionándole cuatro gotas de cloro/l con ayuda de un gotero, a este reservorio de agua se le suministró aireación para volatilizar las moléculas de cloro.

El agua salina antes de ser utilizada para el llenado de las unidades experimentales fue verificada con la ayuda del oxímetro, solamente se preparaba agua salina cuando se observaba pérdida por evaporación o manejo. Las paredes de las tinas se lavaron cada ocho días, realizando un recambio total del agua (vaciado) desinfectada con cloro.

Para facilitar la captura de las larvas y evitar muertes por estrés, se iluminaba el contenedor con luz utilizando una lámpara de mano de la marca CODEZO Modelo QG8, posteriormente, se extraían las larvas mediante sifoneo con una manguera de 12/16" y se colocaban en un contenedor de plástico con capacidad de 2 l.

6.9. Análisis estadístico

Los datos generados para cada tratamiento de salinidad y dieta se organizaron inicialmente en una hoja de cálculo Excel® 2007. Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías para detectar la posible interacción entre los factores (salinidad y dieta) sobre la supervivencia de las larvas, asimismo se analizó el comportamiento de los parámetros ambientales entre los factores usando valor de

significancia de ($p < 0.05$). En donde se observó diferencias significativas se aplicó una prueba de comparación múltiple de Tukey (Daniel, 2008), todas las pruebas estadísticas se realizaron en el programa STATISTICA® V 7.0

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

7. RESULTADOS

7.1. Efecto de la salinidad y la alimentación en la supervivencia de *M. carcinus* (L.)

En cuanto a la supervivencia de las larvas en días, a salinidades de (4, 8 y 12 ups) y con las dietas suministradas (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *A. salina*), se observó que las larvas sometidas a menores salinidades se mantuvieron con vida durante 3 y 6 días respectivamente, mientras que con la mayor concentración la supervivencia fue de 40 día (Figura 3).

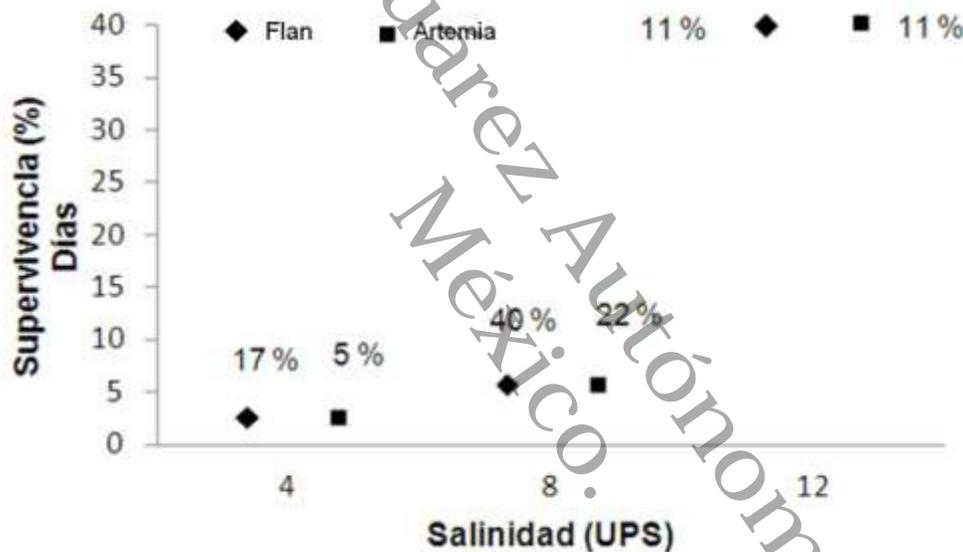


Figura 3. Porcentaje de supervivencia de larvas de *M. carcinus* (L.) en función de la salinidad y alimentación con respecto a los días de cultivo.

En relación a las dietas suministradas (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *A. salina*) en el cultivo de larvas de *M. carcinus* (L.) en condiciones de laboratorio no presentaron diferencias significativas ($F= 2.4$; $p < 0.05$) en la supervivencia de los organismos durante la fase de experimentación (Figura 4), es decir, se observó que las larvas no tuvieron preferencias alimenticias de acuerdo a las dietas proporcionadas.

Por otra parte, las diferentes concentraciones de salinidad (4, 8 y 12 ups) evaluadas en la supervivencia de las larvas de *M. carcinus* (L.) presentaron diferencias significativas ($F= 2.4.$; $p> 0.05$), observándose que con la mayor concentración (12 ups) los organismos tuvieron una supervivencia del 11 % en un tiempo de 40 días, mientras que con las menores salinidades (4 y 8 ups) las larvas tuvieron una duración de 4 y 7 días, respectivamente, obteniéndose una supervivencia del 0 % (Figura 4).

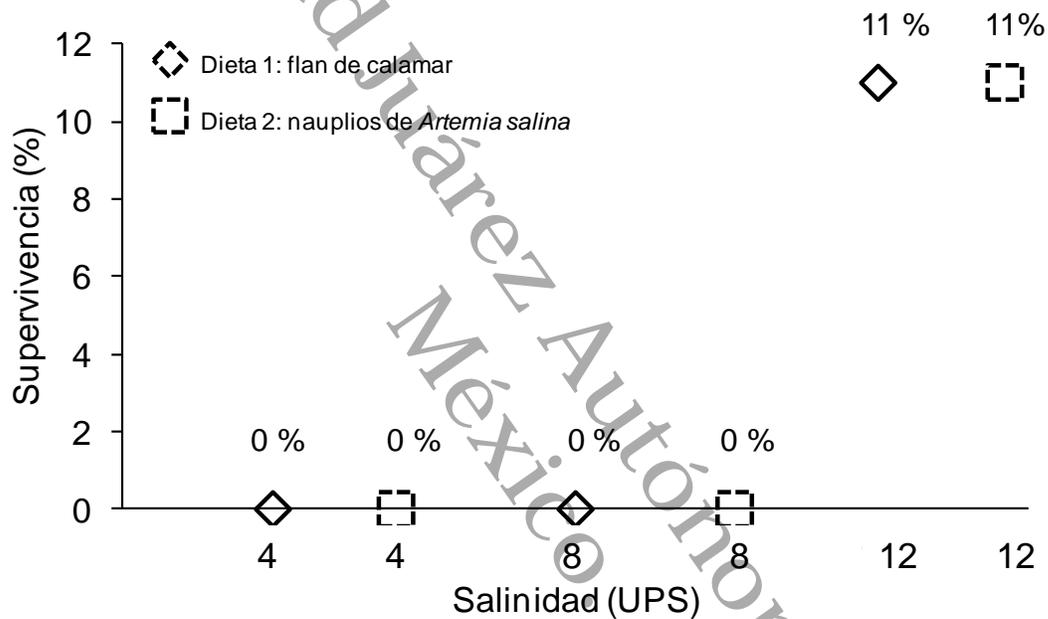


Figura 4. Porcentaje de supervivencia de larvas de *M. carcinus* (L.) en función de la salinidad y alimentación.

7.2 Descripción de las características morfológicas de las larvas de *M. carcinus* (L)

Durante la fase experimental se observó que la salinidad tuvo una influencia en los estadios larvales que presentaron los organismos y en el tiempo en que se llevaron a cabo estos cambios morfológicos (Figura 5), encontrándose que con las salinidades de 4 y 8 ups se obtuvieron los estadios I y IV, respectivamente. En contraste, en la salinidad de 12 ups (mayor concentración) las larvas presentaron la etapa de postlarva (PI), es decir, que con la mayor concentración de salinidad

las larvas de *M. carcinus* (L) pasaron los once estadios hasta llegar a la fase de postlarva.

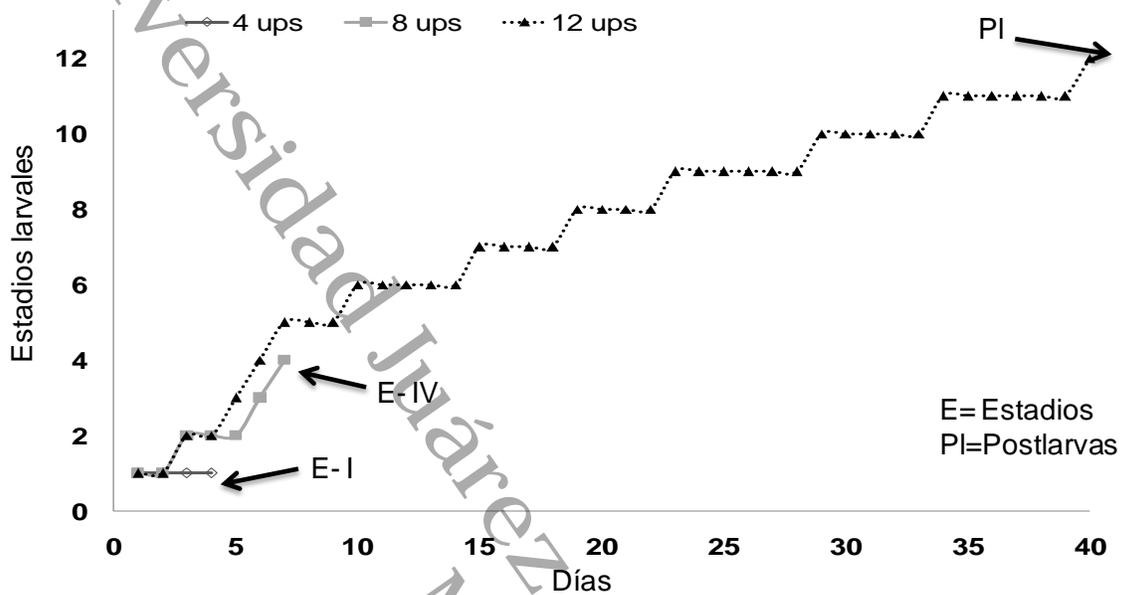


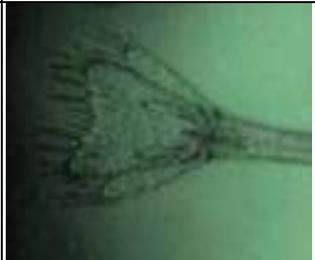
Figura 5. Estadios larvares de *M. carcinus* (L.) en diferentes salinidades.

Las características morfológicas que presentaron las larvas de *M. carcinus* (L.) en función de la salinidad y de la alimentación (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *Artemia salina*) se describen en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Cambios morfológicos presentados en las larvas de *M. carcinus* (L) alimentadas con la dieta 1: flan de calamar.

Salinidad (ups)	Estadio	Desarrollo (días)	Características morfológicas identificables	<i>M. carcinus</i>
0	Huevo	Embrión	El diámetro del huevo es de 0.05 a 0.1 mm, se observaron reservas lipídicas alrededor de los ojos.	
4	I	4	Las larvas en estadio I desde la siembra hasta el día cuatro, no mostraron cambios morfológicos. Asimismo, se observó suficiente reserva lipídica en el hepatopáncreas, que le sirvió como alimento.	
8	I	1	Las larvas durante el estadio I muestran los ojos sésiles, se observa en el hepatopáncreas reservas lipídicas, las cuales les funcionaron como alimento.	

8	II	4	Las larvas presentaron los ojos pedunculados, abdomen alargado, arterias conectadas a los ojos, el hepatopáncreas se observa de color blanco debido al alimento.	
8	III	6	Durante este estadio se observó que la presencia de los urópodos (exopoditos) aparecieron lentamente, lo que retrasó avances en el nuevo estadio.	
8	IV	7	En este estadio se observó que el rostro de las larvas presentaba dos espinas. Este desarrollo indicó el cambio de un nuevo estadio.	
12	I	1	Las larvas tenían ojos sésiles, reserva nutritiva en su hepatopáncreas, pigmentación de cromatóforos en el primer segmento abdominal, telson con siete pares de setas plumosas, natación de forma invertida (cabeza hacia abajo) y movimiento por toda la columna del agua.	

12	II	3	Las larvas presentaron ojos pedunculados, telson con ocho pares de setas, arterias conectadas a cada ojo, abdomen alargado. Se pudo observar la reserva lipídica en el hepatopáncreas, así como la presencia de cromatóforos en el abdomen. Al alimentarse se observó que el hepatopáncreas adquirió el color del alimento.	
12	III	5	Las larvas presentaron un par de urópodos setados (exopodito) en el telson, en donde se logró apreciar el mismo número de espinas presente en estadio II. El abdomen se mostró más alargado.	
12	IV	5	Las larvas presentaron dos dientes dorsales en el rostro, además de la existencia de dos espinas epigástricas conectadas a cada ojo y la aparición de arterias. En el telson se observaron dos pares de urópodos (exopoditos y endopoditos) ramificados con setas.	

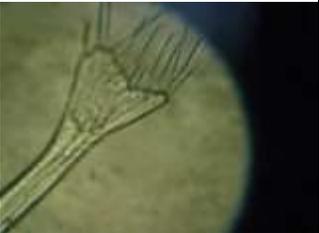
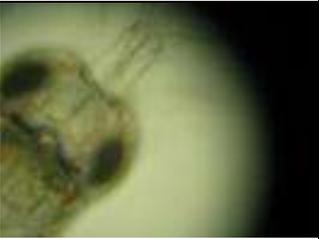
12	V	7	En las larvas se observaron el telson estrechado y alargado, mientras que el abdomen y la cabeza (cefalotórax), se presentaron mayor amplitud comparados con el estadio I, II y III.	
12	VI	10	Las larvas presentaron los pleópodos sin setas, segmentos abdominales y el telson más estrecho que en el estadio V. Los pereiópodos se alargaron observándose división de los segmentos.	
12	VII	15	Los pleópodos de las larvas se presentaron birramosos y desnudos, mientras que el telson se apreció con dos espinas en la parte distal, también se observó la división de los segmentos abdominales.	

12	VIII	19	Los pleópodos en las larvas presentaron setas, el telson con mayor longitud en relación a los estadíos VI y VII. Se observó que existió dificultad de las larvas para capturar el alimento debido a que su movimiento natatorio era de manera invertida.	
12	IX	23	Se observó en los pleópodos la aparición de los endopódos con apéndices internos durante este estadio, las larvas mostraron cambios repentinos de natación hacia al fondo de la tina y continuamente se acercaban a las paredes para capturar su alimento con mayor facilidad.	
12	X	29	En este estadio se observó una espina de mayor tamaño en la parte superior del rostro, sin embargo, se notó la aparición de las otras tres espinas mismas que se ubicaban a los lados del rostro (tres pares de espinas). De igual manera se observó la presencia de los quelípedos.	

12	XI	34	<p>Se observó la presencia de espinas dorsales en el rostro y un comportamiento más activo, las larvas se adherían a las paredes para capturar su alimento y ocasionalmente, bajaban al fondo de la tina dejando el movimiento natatorio de forma inversa. Las larvas adquieren un color transparente, los ojos se pigmentan oscureciéndose completamente y muestran movimientos periféricos.</p>	
12	PI	40	<p>Durante este estadio, se logró apreciar la existencia de camarones diferenciados, que se desplazan con facilidad en la columna de agua y en el fondo de la tina. Los plepódos de los camarones presentaban movimientos, estos organismos ya capturaban su alimento mediante sus quelípedos. Su nado era dinámico desplazándose libremente a la superficie de la tina.</p>	

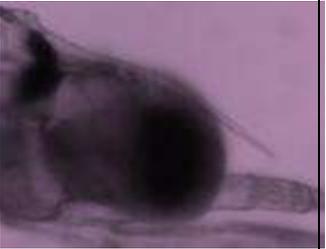
Tabla 3. Cambios morfológicos presentados en las larvas de *M. carcinus* (L) alimentadas con la dieta 2: nauplios de *Artemia salina*.

Salinidad (ups)	Estadíos	Desarrollo (días)	Características morfológicas identificables	<i>M. carcinus</i>
4	I	4	Las larvas no presentaron cambios morfológicos desde su eclosión, sin embargo, se observaron reservas lipídicas en el hepatopáncreas y se apreció una coloración naranja del alimento proporcionado (nauplios de <i>A. salina</i>).	
8	I	1	Las larvas no presentaron cambios morfológicos, se observaron las reservas lipídicas en el hepatopáncreas.	
8	II	4	Durante este estadio, se observó que las larvas mostraban los ojos pedunculados, así como el rostro definido sobresaliendo dos espinas epigástricas y arterias conectadas a los ojos. Se encontró reserva lipídica en el hepatopáncreas de los organismos.	

8	III	6	Durante este estadio, se observó que las larvas presentaron el desarrollo de los urópodos (exopoditos) moderadamente visibles. Además, mostraron espinas epigástricas detrás de los ojos.	
8	IV	7	Las larvas presentaron en el rostro dos espinas y arterias conectadas a las espinas epigástricas.	
12	I	1	En este estadio, las larvas mostraron ojos sésiles y la presencia de reservas lipídicas en el hepatopáncreas. En la parte inferior del abdomen, se observó la pigmentación de cromatóforos y el telson mostró siete pares de setas. El movimiento natatorio de las larvas lo realizaban de forma invertida (cabeza hacia abajo).	

12	II	3	Las larvas presentaron ojos pedunculados con movimientos y la presencia de reservas lipídicas en el hepatopáncreas similar al estadio I. Se continuó con la presencia de cromatóforos y ocho pares de setas en el telson.	
12	III	5	Durante este estadio, se observaron en las larvas el primer par de uropodos (exopoditos) y setas en el telson. El telson de las larvas mostró ocho pares de espinas y se logró observar el orificio anal.	
12	IV	5	En el rostro de las larvas se observaron dos espinas epigástricas conectadas a los ojos pedunculados. Además, se evidenció la existencia de arterias.	

12	V	7	Durante este estadio, se observó que las larvas presentaron el telson estrecho y alargado y en cada urópodo (exopodito) se contabilizaron 16 espinas. Asimismo, las larvas tuvieron el cefalotórax más amplio en relación a los estadios I, II y III.	
12	VI	10	Las larvas presentaron pleópodos en la región abdominal en forma de yemitas. Se observó la coloración de los cromatóforos en la parte superior de la región abdominal y el telson más alargado y estrecho.	
12	VII	15	Las larvas mostraron los pleópodos birramosos sin setas y en el telson se apreciaron dos espinas en la parte distal. Además, se observó la división de los segmentos abdominales y los pereiópodos alargados.	

12	VIII	19	En las larvas se observó el crecimiento de los endopodos en los pleópodos con aparición de estructuras birrameas, así como la presencia de setas.	
12	IX	23	Los endopodos de las larvas mostraron la aparición de los apéndices internos, en este estadio las larvas se adherían constantemente a las paredes de las tinas en períodos cortos de tiempo debido a que su movimiento natatorio continuaba siendo de forma invertida.	
12	X	29	El rostro de las larvas mostró la existencia de dos espinas dorsales. Los ojos de las larvas se tornaron de color oscuro y se observó la presencia de los quelípedos.	

12	XI	34	<p>Las larvas presentaron dos espinas dorsales más que el estadio X, totalizando cuatro espinas. El movimiento natatorio con la cabeza hacia arriba ubicándose en las paredes de la tina para capturar con los quelípedos su alimento (nauplios de <i>Artemia salina</i>).</p>	
12	PI	40	<p>Durante esta etapa se observaron que los organismos dejaron de ser larvas para identificarse la etapa postlarvaria (camarones diferenciados) (Postlarvas, PI). En el rostro se presentaron ocho espinas en la parte superior y en la parte inferior se contabilizaron seis espinas. La coloración de las postlarvas fue transparente en todo su cuerpo.</p>	

7.3. Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros fisicoquímicos determinados durante la fase experimental se presentan en la tabla 4. Se observaron diferencias significativas en los valores de pH y oxígeno disuelto entre las diferentes dietas (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *Artemia salina*) y las diferentes salinidades ($F= 2.4$; $p < 0.05$). Mientras que en los valores de temperatura no existieron diferencias ($p > 0.05$) entre el tipo de dieta suministrada y las concentraciones de salinidad evaluadas. La temperatura se mantuvo estable durante todo el tiempo de experimentación oscilando entre 28.0 ± 0.47 y 28.2 ± 0.59 °C. El pH varió entre 7.76 ± 0.21 y 7.92 ± 0.12 . En relación al oxígeno disuelto presentó concentraciones entre 6.30 ± 0.36 y 6.47 ± 0.23 mg/l, respectivamente.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del agua en el desarrollo larval de *M. carcinus* (L.).

Salinidad	Dieta	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/l)
4	1	28.1 ± 0.63^a	7.90 ± 0.29^a	6.30 ± 0.36^a
4	2	28.0 ± 0.47^a	7.92 ± 0.29^a	6.32 ± 0.22^a
8	1	28.2 ± 0.59^a	7.91 ± 0.30^a	6.31 ± 0.23^a
8	2	28.1 ± 0.44^a	7.90 ± 0.32^a	6.30 ± 0.22^a
12	1	28.0 ± 0.64^a	7.76 ± 0.21^b	6.47 ± 0.23^b
12	2	28.0 ± 0.68^a	7.92 ± 0.12^a	6.46 ± 0.29^b

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

8. DISCUSIÓN

8.1. Efecto de la salinidad y la alimentación en la supervivencia de *M. carcinus* (L.)

El crecimiento y desarrollo de organismos acuáticos cultivados depende de diversos factores como el sexo, la genética de la especie, presencia de enfermedades, así como de la calidad nutricional de los alimentos proporcionados y de los parámetros fisicoquímicos del agua (Rosas *et al.*, 1998). En el caso del cultivo de larvas de crustáceos, el alimento es la fuente principal de energía que los organismos metabolizan para un adecuado funcionamiento fisiológico y asegurar su supervivencia (Lavens *et al.*, 2000). De acuerdo a Choudhury (1971), Pereira y De Pereira (1982) mencionaron que las larvas de *M. carcinus* (L.) son de hábitos carnívoros y que durante sus estadios larvales solamente aceptan alimento vivo. En contraste, New y Singholka (1984), Valverde (2005) y Pereira *et al.* (2007) reportaron que las larvas de *M. carcinus* (L.) aceptan el alimento artificial durante sus estadios larvarios. En el presente estudio se encontró que las dietas experimentales (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *Artemia salina*) suministradas a las larvas de *M. carcinus* (L.) no tuvieron un efecto significativo en su crecimiento y supervivencia. Lo anterior concuerda con Santos-Gutiérrez *et al.* (2011) quienes demostraron que al alimentar con nauplios de *A. salina* y flan de calamar en larvas de *M. rosenbergii* (De Man) no obtuvieron diferencias significativas en la supervivencia.

En general, existe un rango probable o de condiciones ambientales bajo las cuales el desarrollo larval de los crustáceos decápodos es exitoso (Hernandez y Pascual). Por otra parte, se ha evidenciado que la salinidad y la temperatura son dos factores limitantes para el crecimiento y desarrollo de las larvas de *M. carcinus* (L.) (Pérez, 2005). En este estudio se demostró que al incrementar la salinidad (12 ups) se obtuvo una mayor supervivencia de las larvas de *M. carcinus* (L) y su completa metamorfosis en 40 días en relación con las menores concentraciones de salinidad. Esto concuerda con lo mencionado por Choudhury (1971) y Pereira *et al.* (2007) quienes encontraron que con altas salinidades (14 y 12 ups, respectivamente) obtuvieron mayor

supervivencia de las larvas a postlarvas de *M. carcinus* (L) del 14.5 % y 14.8 % con duración de 56 y 49 días respectivamente. Se ha reportado que la salinidad influye en la supervivencia desde una perspectiva fisiológica y bioquímica debido a que las larvas de *M. carcinus* (L) se ven afectadas positiva o negativamente en su proceso de hiperosmorregulación, la cual les permite mantener su concentración interna de manera independiente a la del medio externo (Hurtado, 2004), aunque esta condición en ambientes estuarinos no se ha determinado claramente (Gamba, 1982).

8.2. Descripción de las características morfológicas de las larvas de *M. carcinus* (L.)

En lo que respecta a la biología del género *Macrobrachium*, la información indica que en su mayoría, algunas especies de este género tienen la capacidad de ocupar medios salobres durante las primeras fases de su desarrollo larval (Vega-Villasante *et al.*, 2011). Por otro lado analizando la información, concuerda con los resultados de Graziani *et al.* (1993,1995) quienes mencionaron que la salinidad influye en el desarrollo de las larvas de *M. carcinus*; además de que las larvas pasan por un proceso de aclimatación denominado adaptabilidad fisiológica. Capacidad donde las larvas pueden amortiguar altas concentraciones de salinidad a lo largo del desarrollo ontogénico Chung (2001). Por lo tanto estos datos son relevantes al compararlos con los obtenidos en la investigación, ya que se observó que la salinidad influyó en la aparición de los cambios morfológicos externos de las larvas, siendo notable en donde se utilizó una mayor concentración de salinidad. Es decir, las larvas mostraron un proceso metamórfico a postlarvas en comparación con las larvas que se mantuvieron con bajas concentraciones de salinidad. Por otra parte, el desarrollo de las larvas fue homogéneo, en relación a la dieta (dieta 1: flan de calamar y D2: nauplios de *A. salina*), mientras que los resultados reportados por Choudhury (1971); Pérez (2005) y Pereira *et al.* (2007) mencionan que al ser alimentados con alimento vivo y alimento inerte observaron que al presentarse la etapa de postlarva encontraron estadíos X y XI, esto pudo deberse a que las larvas que utilizaron en su estudio provenían de diferentes hembras ovadas, lo que trajo como resultado la variabilidad de los estadíos.

8.3. Parámetros fisicoquímicos del agua

En lo que respecta a las salinidades de 4, 8,12 ups y las dietas evaluadas en el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua, aunque hubieron diferencias significativas entre estos, los valores de temperatura, pH y el oxígeno disuelto estuvieron dentro de los rangos reportados para el desarrollo de larvas de *M. carcinus* (Choudhury, 1971; Pérez, 2005 y Pereira *et al.*, 2007). Asimismo, los valores encontrados en el presente estudio concuerdan con los reportados para el cultivo de *M. rosenbergii* (Cavalcanti *et al.*, 1986; Correia *et al.*, 1998; Valenti y Daniels, 2000).

9. CONCLUSIONES

Las larvas de *Macrobrachium carcinus* (L.) no mostraron preferencia con las dietas (dieta 1: flan de calamar y dieta 2: nauplios de *Artemia salina*) suministradas y no tuvieron efecto con la supervivencia.

La concentración de salinidad a 12 ups presentó la mayor supervivencia del 11% de las larvas de *M. carcinus* (L.) encontrándose la completa metamorfosis de los organismos hasta Postlarvas en un tiempo de 40 días.

Los parámetros de temperatura, pH y oxígeno disuelto estuvieron dentro de los intervalos recomendados para el cultivo de la especie y no tuvieron un efecto directo en la supervivencia de las larvas de *M. carcinus* (L.).

La especie *M. carcinus* (L.) puede adaptarse al consumo de dietas artificiales para su alimentación en estadios larvarios, teniendo mayor crecimiento y supervivencia con el incremento de la concentración en la salinidad.

La salinidad y la alimentación mostraron estadísticamente que no existe interacción entre ellas. Esto se demostró durante la investigación, ya que la salinidad tuvo influencia sobre el desarrollo y supervivencia de las larvas, al presentarse cambios morfológicos externos, por otra parte se visualizó que ambas dietas fueron aceptadas por las larvas durante la fase experimental.

10. LITERATURA CITADA

Bardach, J. E., Ytehr R. J y Clarney, W.O.M. 1986. *Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. AGT Editor S.A. México. 741 pp.

Barnes, R. 1986. *Zoología de los Invertebrados*. 4ª Edición. Editorial Interamericana, México. 1157 pp.

Benítez, M. M. A y Ponce, P. T. 2012. *Biología, ecología e investigación sobre el langostino de río *Macrobrachium carcinus*, Linnaeus, 1758*. ISBN: 978-1-4633-1629-7. 104 pp.

Bowles, D. E., Aziz, K. y Knight, C. L. 2000. *Macrobrachium (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the contiguous United States: a review of the species and an assessment of threats to their survival*. *J.Crust. Biol.* 20: 158-171.

Broker J. E. y Zar J. H. 1979. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, In. C. Brown Company Publishers. United States of America. Pp: 109-112.

Brusca, R. C. y Brusca G. J. 1990. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts. 923 pp.

Casas-Sánchez, R., Vaillard, Y y Re-Araujo, A.D. 1995. *Nutrición en juveniles del langostino *Macrobrachium carcinus* (Crustacea: Decapoda) con dietas de residuos vegetales y marinos*. *Rev. Biol. Trop.* 43(1/3):251- 256.

Castro, B. T., Lara, A. R., Castro, M. G y Malpica, S. A. 2003. *Alimento vivo en la acuicultura*. *Contactos*. 48:27-33.

Cavalcanti, L. B., Correia, E. S y Cordeiro, E. A. 1986. *Camarão. Manual de cultivo do Macrobrachium rosenbergii (pitu havaiano-gigante da malásia)*. Recife: Aquaconsult. 143 pp.

Choudhury, P. C. 1971. *Responses of larval Macrobrachium carcinus (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda: Palaemonidae)*. *Crustaceana*. 20(2):113-120.

Chung, S. K. 2001. *Adaptabilidad ecofisiológica de organismos acuáticos tropicales a cambios de salinidad*. *Rev. Biol. Trop.* 49(1):9-13.

Coelho-Emereciano, M.G y Massamitu-Furuya, W. 2006. *Ensilado de maíz en dietas para postlarva de camarón de agua dulce Macrobrachium rosenbergii*. *Invest. Mar., Valparaiso*, 34(2):57-61.

CONAPESCA. 2009. Anuario estadístico de pesca. Recuperado en http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca [2013, 2 de Marzo].

Correia, E., P. Castro y Ferreira, A. 1998. *Aliação de rações para o cultivo do camarão de água doce Macrobrachium rosenbergii em berçários*. *Bol. Inst. Pesca Sao Paulo*, 24: 49-55.

Correia, E. S., Suwannatous, S y New M. B., 2003. *Flow-through hatchery systems and management*. *Freshwater Prawn Culture*. 435: 52-66.

Daniel, W. 2008. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Wiley, México, Distrito Federal, México.

Da Silva, R. R., Sampaio, C. M. S. y Santos, J. A. 2004. *Fecundity and fertility of Macrobrachium amazonicum (Crustacea, Palaemonidae)*. *Braz. J. Biol.* 64: 489-500.

De los Santos R.R y Silva R.M.E. 2006. *Crecimiento de Macrobrachium michoacanus con relación al tipo de alimento y densidad de cultivo. Naturaleza y desarrollo.* 1:15-25.

Díaz, F., Sierra, E., Re, A y Rodríguez, L. 2002. *Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of Macrobrachium acanthurus (Wiegmann)*. *J. Therm. Biol.* 27: 423-428.

De Grave, S., Cai, Y y Anker, A. 2008. *Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater*. *Hidrobiologia.* 595: 287-293.

Espinosa, J.L.1987. *El langostino un alimento en peligro, México*. INGRAMEX. 10:19-30

Espinosa-Chaurand, L.D., Vargas-Ceballos, M.A., Guzmán-Arroyo, M., Nolasco-Soria, H., Carrillo-Farnés, O., Chong-Carrillo O y Vega-Villasante, F. 2011. *Biología y cultivo de Macrobrachium tenellum: Estado del arte*. *Hidrobiológica.* 21 (2): 99-117.

FAO. 2008. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura: La acuicultura y producción acuícola*. FAO, ROME, Italy. 89 pp.

FAO. 2010. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura: Examen mundial de la pesca y la acuicultura*. FAO. ROME, Italy. 99 pp.

Fiévet, E., Tito de Morais, L. y Tito de Morais, A. 2001. *Quantitative sampling of freshwater shrimps: comparison of two electrofishing procederes in a Caribbean stream. Hidrobiologica.* 138(2): 273-287.

Figuerido-Silva, A. 2006. *Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implication.* Fisheries circular No.1018. FAO. ROME, Italy. 99 pp.

Gallardo, P.; Pedroza, R.; Pascual, C.; Rosas, C., Sánchez, A y Gaxiola, G. 2002. *Replacement of live with microbund diet in feeding Litopenaeus setiferus larvae. Aquaculture Research.* 33:1-11.

Gamba, A.L.1982. *Macrobrachium: its presence in estuaries of the northern Venezuelan coast (Decapoda, Palaemonidae). Carib. J. Sci.* 18: 23-25.

Graça, S. y Brossi-Garcia, A. 2005. *Larval development of Macrobrachium birai Lobão, Melo & Fernandes (Decapoda, Caridea, Palaemonidae), under laboratory conditions. Rev. Bras. Zool.* 22(1): 1-27.

Granados, B. A. A. 1984. *Biología, Ecología y Pesquería de los langostinos de México. Universidad y Ciencia.* 1(1):1-5.

Graziani, C. A., Chung, K. S. y De Donato, M. 1993. *Comportamiento reproductivo y fertilidad de Macrobrachium carcinus (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. Rev. Biol. Trop.* 41: 657-665.

Graziani, C. A., De Donato, M. y Chung, K. S. 1995. *Salinidades óptimas en larvas y postlarvas de Macrobrachium carcinus (L.) (Decapoda: Palaemonidae). Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 34: 33-40.

Grueso, R.G.M. 2009. *Shrimp of river munchilla (Macrobrachium carcinus) in captivity in the Environmental Station of Sangaral Playa del Medio, Guapi. Boetnia.* 6(1):61-67.

Hernández., N y Pascual, J. 2005. *Requerimientos de salinidad en larvas de camarón de río Macrobrachium carcinus.* Asociación de cooperación rural de África y América Latina. 17 pp.

Hernández-Sandoval, P. 2008. *Efecto de la temperatura en el crecimiento y supervivencia del langostino Macrobrachium occidentale y del acocil Cherax quadricarinatus.* Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Instituto Politécnico Nacional, México.

Holthuis, L. B. 1952. *The Subfamily Palaemoninae. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas. Allan Hancock Found. Occ. Publ.* 12: 1-396.

Holthuis, L. B. 1980. *Species Catalogue.I. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries.* FAO Fish. Synop. pp: 125-261

Hurtado O. M.A. 2004. *Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) en los mecanismos de osmorregulación del camarón blanco Litopenaeus vannamei (Boone) expuestos a estrés hipo e hipersalino a corto y largo plazo.* Tesis de Maestría en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Orientación en: Acuicultura). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur. 163 pp.

INEGI. 2005. Dirección general de geografía. Catálogo de integración general de localidades. Recuperado en

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv/2005/default.aspx>
[2012, 2 de abril].

Jayachandran, K.V. 2001. *Palaemonid Prawns: Biodiversity, Taxonomy, Biology and Management*. *Aquaculture international*. 9(6):545-548.

Keisamy, M.A., Sadd, C.R., Sijam K., Daud, H.M. y Alimon, A.R. 2007. *Efecct of Bacillus subtilis on growth development and survival of larvae Macrobrachium rosenbergii (de Man)*. *Aquaculture Nutrition*. 13:131-136.

Kuban, F. D., Lawrence, A.L y Wilkenfeld, J.S.. 1985. *Survival matamorphosis and growth of larvae drom four Penaeid species fed six food combinations*. *Aquaculture*. 47:151-162.

Lara, L. R. y Wehrtmann I. S. 2009. *Reproductive biology of the freshwater shrimp Macrobrachium carcinus (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America*. *J. Crust. Biol.* 29(3): 343-349.

Lavens P y Sorgeloos P. 2000. *The history, present status and prospects of the availability of Artemia cysts for aquaculture*. *Aquaculture* .181: 397-403.

Lavens, P., Thongrod, S y Sorgeloos, P. 2000. *Larval prawn feeds and dietary importance of Artemia* In: New, M. B., Valenti, W. C. (Editor's), *Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell. :pp. 91-111 .

Lazo J.P. 2000. *Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos*. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Ceredo, R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. México. pp: 300-312

Lewis, J.B y Ward, J. 1965. *Developmental stages of palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758)*. *Crustaceana*. 9(2): 137-148.

Lewis, J.B., Ward, J y Melder, A. 1966. *The breeding cycle, growth and food of the fresh water shrimp Macrobrachium carcinus (Linnaeus)*. *Crustaceana*. 10:47-52.

Lobão, V. L., Valenti, W. C y Mello, T. C. 1985. *Fecundidade em Macrobrachium carcinus (L.) do Rio Ribeira de Iguape*. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo* 12:1-8.

Loren. R. M. N., Martínez, F. R. I., Aguirre I. C y Morales C. D. 2003. *Ciclo Anual de Maduración y Reproducción del Langostino Macrobrachium carcinus en diferentes Localidades del Estado de Veracruz*. *Memorias del XII Congreso Nacional de Zoología, México*. 49 p

Luna, M., Graziani, C., Villaroel, E., Lemus, M., Loideros, C y Salasar, G. 2007. *Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de postlarvas del langostino de río Macrobrachium rosenbergii*. *Interciencia*. 25(2): 111-121.

Mago-Leccia, F. 1995. *El cultivo del camarón de río Macrobrachium carcinus, un potencial desestimado en Venezuela*. *FONAIAP Divulga (Venezuela)* 50: 25-28.

Manríquez, S.T.J. 2009. *Caracterización de enzimas digestivas y digestibilidad in vitro en adultos de la pigua macrobrachium carcinus*. *Tesis de licenciatura en biología*. Universidad del Mar, Campus Puerto escondido, Oaxaca, México. 78 pp.

Mejía-Ortíz, L. M., Álvarez, F., Román, R y Viccon-Pale, J. A. 2001. *Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus Macrobrachium in the Huitzilapan River, Veracruz, Mexico*. *Crustaceana*. 74: 69-77.

Meruane, J., R. M., M. C., G. C y Kowosuaga, H. 2006. *Juvenile production of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) under laboratory conditions in Coquimbo, Chile. Gayana. 70 (2) pp. 228 -236.*

Moreno A. C; Graziani, A. C y Orta, J. T. 2000. *Reproducción natural y artificial del camarón de río *Macrobrachium carcinus*. Interciencia. 25:249 -253.*

New, M. B. 1990. *Freshwater prawn culture: a review. Aquaculture. 88(1):99-143.*

New, M. B. y Singholka, S. 1984. *Cultivo del camarón de agua dulce: manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Italia. 117 p.*

Pelegrin, E; Álvarez, J.S; Galindo, J y Regueria, E. 2006. *Evaluación de la harina de calamar en dietas para juveniles de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). IV Congreso Iberoamericano virtual de acuicultura. Comunicación científica-Civa. pp.189-197.*

Pereira, S. G. y García, D. J. 1995. *Larval development of *Macrobrachium reyesi* (Decapoda: Palaemonidae), with a discussion on the origin of abbreviated development in palaemonids. J. Crust. Biol. 15: 117-133.*

Pereira, D. S. E., Gonçalves L., Moraes da Silva P. M. y de Souza Correia E. 2007. *Influência de diferentes dietas na sobrevivência larval do camarão de água doce *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758). Maringa. 29(2):121-124*

Pereira, G y de Pereira, M. 1982 *El camarón gigante de nuestros ríos (*Macrobrachium carcinus*). Natura. 72: 22-24.*

Pérez, M. A. 2005. *Evaluación del efecto de la temperatura y la alimentación en el desarrollo larval de *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) en laboratorio. Tesis*

de Maestría en Ciencias en Acuicultura. Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, México.65p.

Pérez-Velázquez, P.A; Hernández-Ventura, Ulloa-Ramírez, S.P; Patiño-Valencia, J.L y Tovar-Ávila, J. 2011. *La pesca del langostino (Macrobrachium tenellum) en la laguna de Mexcaltitán, Nayarit, una alternativa económica regional. Ciencia pesquera.* 19(1): 13-20.

Rodríguez, G. 2000. *Biodiversidad de los crustáceos dulceacuícolas del centro de Nuevo León y noroeste de Tamaulipas. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.* Informe Universidad Nuevo León. 33 pp.

Rodríguez, G. 1993. *Fundamentos de acuicultura continental, Colombia, INPA.* pp. 173-178.

Rodríguez, G. 1980. *Los crustáceos decápodos de Venezuela.* Ed. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. 459 pp.

Rojas, C.P y Mendoza, P. 2002. *El cultivo de especies nativas en México.* Instituto Nacional de Pesca SEMARNAP. Dirección General de Investigación en Acuicultura. Estado de la salud en la acuicultura, Noviembre.1-5 p

Rosas, C., Gaxiola, G y Sánchez, A. 1998. *Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of Penaeus setiferus juveniles.* *Mar Ecol.Prog. Ser.* 174: 67-75

Santos-Gutiérrez, J.C., Hernández-Vergara, M.P., Mendoza-Alfaro, R y Pérez-Rostro, C. I. 2011. *Evaluación nutrimental del flan de calamar como alimento para larvas de langostino macrobrachium rosenbergii (De Man).* *Universidad y Ciencia.* 27(1):63-71.

Signoret, G.P.B y Brailovski, D.S. 2004. *Adaptative osmotic responses of Macrobrachium acanthurus and Macrobrachium carcinus (Linnaeus). Crustaceana.* 22: 1-27.

Silva, M.S., Nordi, N y Marques, J.G. 2001. *Contexto cultural, ecológico e economic da producao e ocupacao dos espacos de pesca pelos Pescadores de pitu (Macrobrachium carcinus) em um trecho do Baixo Sao Francisco, Alagoas-Brasil. Interciencia.* 26(11): 535-540.

Short, W. C. 2004. *A revision of Australian river prawns, Macrobrachium (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Hidrobiología.* 525:1-100.

Sorgeloos, P., Lavens P., Léger, Ph., Tackaert, W. and Versichele, D. 1986. *Manual for the culture of brine shrimp Artemia in aquaculture.* Artemia Reference Center, State University of Ghent, Belgium. 319 pp

Valencia, D y Campos, M. 2007. *Freshwater prawns of the genus Macrobrachium Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. Zootaxa.* 1456: 1-44.

Valenti, W.C y Daniels W.H. 2000 *Recirculation hatchery systems and management. In: New, M.B., Valenti, W. C. (Editor's), Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii.* Blackwell Publication. pp:69-90.

Valenti, W. C. 2006. *Current status of freshwater prawn culture in Brazil. En Nair C.M., D.D. Nambudiri y S. Jose (Eds.) International Symposium on Freshwater Prawns, Kochi. Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture & Marketing.* Allied Publishers, New Delhi, India. pp. 106-111 .

Valverde, J. 2005. *Cultivo larval del langostino autóctono Macrobrachium carcinus.*

del Caribe Costarricense. 32 pp. Proyecto de investigación (COBODES). Proyecto COBODES. Datos sin publicar disponible en <http://www.google> accedido: 10 de Junio de 2010. [http://www.acto.go.cr/descargas/Manualpara el cultivo del langostino autoctono.pdf](http://www.acto.go.cr/descargas/Manualpara%20el%20cultivo%20del%20langostino%20autoctono.pdf)

Valverde, M.J. 2006. *Manual para el cultivo del langostino autóctono (Macrobrachium carcinus) en las Barras de Colorado, Parismina y Tortuguero en la Provincia de Limón, Costa Rica*. 29 pp. Proyecto COBODES. Datos sin publicar disponible en <http://www.google> accedido: 10 de Junio de 2010. [http://www.acto.go.cr/descargas/Manualpara el cultivo del langostino autoctono.pdf](http://www.acto.go.cr/descargas/Manualpara%20el%20cultivo%20del%20langostino%20autoctono.pdf)

Vega-Villasante, F., Martínez-López, E.A., Espinosa-Chaurand, L.D., Cortés-Lara, M.C. y Nolasco-Soria, H.. 2011. *Crecimiento y supervivencia del langostino (Macrobrachium tenellum) en cultivos experimentales de Verano y Otoño en la Costa Tropical del Pacífico Mexicano. Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(2):581-588.

Yeo, D.C.J., K. L. Ng. P., Cumberlidge, N., Magalhães, C., Daniels, S. R. y Campos, M. R. 2008. *Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. Hidrobiologia*. 595: 275–286.

Yúfera, M. y Rodríguez, A. 1985. *Tasas de alimentación y crecimiento de Palaemonetes varians (Crustacea: Palaemonidae) durante el desarrollo larvario. Invest. Pesq.* 49:597-606.

ANEXOS

Evidencias fotográficas



Foto 1. Unidades experimentales.



Foto 2. Siembra de larvas.



Foto 3. Hembra ovada de *M. carcinus*.

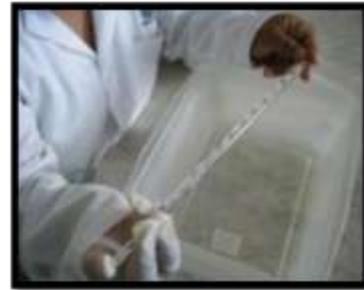


Foto 4. Conteo de larvas.



Foto 5. Quistes de *Artemia salina*.



Foto 6. Microscopio (Motic) con cámara.



Foto 7. Equipo multiparamétrico

GLOSARIO

Aguas salobres: Aguas que tienen cierta salinidad, generalmente menor que la del mar.

Artemia: es un género de crustáceos branquiópodos. Es el único género de la familia Artemiidae del orden Anostraca. Son conocidos vulgarmente como artemias.

Alimento vivo: organismos vivos como las microalgas (fitoplancton), organismos zooplanctónicos de tamaños microscópicos, como son los rotíferos, pulgas de agua, copépodos, nauplios del crustáceo *Artemia*.

Alimento inerte: Alimento con ingredientes nutritivos bien balanceados.

Crustáceo: Grupo de invertebrados artrópodos que tiene el cuerpo y las patas articuladas, caracterizadas por poseer un exoesqueleto.

Decápodo: Relativo a un orden de crustáceos superiores, generalmente marinos que tienen cinco pares de patas torácicas.

Desarrollo larval: Proceso de cambios morfológicos que se presenta en los estadios larvales.

Estuario: Desembocadura de un río, caracterizado por una amplia abertura por donde el mar penetra tierra adentro.

Metamorfosis: Proceso biológico de la larva mediante cambios estructurales y fisiológicos.

Oxígeno disuelto: Cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua.

Osmorregulación: Se refiere a los procesos relacionados con la regulación de la presión y la concentración de sales.

pH: Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.

Postlarvas: Especímenes que han dejado de ser larvas, encontrándose en la transición hacia juvenil.

Quelas: Es un apéndice torácico que presenta forma de pinzas, la función que realiza es capturar a su presa, medio de defensa, y es utilizado en el cortejo.

Salinidad: Concentración total de todos los iones disueltos por kilogramo de agua, siendo en específico para el cloruro de sodio.

Supervivencia: Es la acción y efecto de sobrevivir después de un determinado suceso, es decir la capacidad que un ser vivo posee a la hora de superar circunstancias específicas que pueden atentar contra su vida.

Temperatura: es una magnitud física que expresa el nivel de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

UPS: unidades prácticas de salinidad.

Influencia de la salinidad y el alimento sobre la supervivencia de larvas de *Macrobrachium carcinus* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en laboratorio

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.conabio.gob.mx Internet	336 palabras — 3%
2	archivos.ujat.mx Internet	260 palabras — 3%
3	docplayer.es Internet	165 palabras — 2%
4	pcientificas.ujat.mx Internet	144 palabras — 1%
5	biblioteca.usac.edu.gt Internet	63 palabras — 1%
6	www.umar.mx Internet	63 palabras — 1%
7	www.cienciasinaloa.ipn.mx Internet	60 palabras — 1%
8	www.scielo.org.mx Internet	58 palabras — 1%
9	core.ac.uk Internet	49 palabras — < 1%

10	David Brailovsky, Gisèle Signoret. "Adaptive Osmotic Responses of Macrobrachium Acanthurus (Wiegmann) and Macrobrachium Carcinus (Linnaeus) (Decapoda, Palaemonidae) From the Southern Gulf of Mexico", Crustaceana, 2004 Crossref	47 palabras — < 1%
11	www.ciidiroaxaca.ipn.mx Internet	47 palabras — < 1%
12	www.researchgate.net Internet	43 palabras — < 1%
13	www.archivos.ujat.mx Internet	26 palabras — < 1%
14	www.coursehero.com Internet	24 palabras — < 1%
15	biologia.ucr.ac.cr Internet	23 palabras — < 1%
16	www.buenastareas.com Internet	23 palabras — < 1%
17	repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080 Internet	22 palabras — < 1%
18	consultaspublicas.semarnat.gob.mx Internet	19 palabras — < 1%
19	www.diccionariosdigitales.com Internet	18 palabras — < 1%
20	aprenderly.com Internet	17 palabras — < 1%
21	www.oceandocs.org Internet	17 palabras — < 1%

22	www.thefreelibrary.com Internet	17 palabras — < 1%
23	eprints.uanl.mx Internet	15 palabras — < 1%
24	vdocuments.es Internet	14 palabras — < 1%
25	www.gobernac.mendoza.gov.ar Internet	14 palabras — < 1%
26	educalingo.com Internet	13 palabras — < 1%
27	cibnor.repositorioinstitucional.mx Internet	12 palabras — < 1%
28	repositorio.ucv.edu.pe Internet	12 palabras — < 1%
29	repositorio.ug.edu.ec Internet	12 palabras — < 1%
30	baixardoc.com Internet	11 palabras — < 1%
31	repositorio.uca.edu.ni Internet	11 palabras — < 1%
32	www.clubensayos.com Internet	11 palabras — < 1%
33	www.jourlib.org Internet	11 palabras — < 1%
34	www.mispecies.com Internet	11 palabras — < 1%

35	www.sian.inia.gob.ve Internet	11 palabras — < 1%
36	bdigital.uncu.edu.ar Internet	10 palabras — < 1%
37	es.scribd.com Internet	10 palabras — < 1%
38	pdffox.com Internet	10 palabras — < 1%
39	repositorio.unillanos.edu.co Internet	10 palabras — < 1%
40	repositorio.unjbg.edu.pe Internet	10 palabras — < 1%
41	researchonline.jcu.edu.au Internet	10 palabras — < 1%
42	theibfr.com Internet	10 palabras — < 1%
43	www.amtex.com.mx Internet	10 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 10 PALABRAS