



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de
Macrobrachium americanum Bate, 1868 (Crustacea:
Palaemonidae) bajo condiciones de laboratorio**

T E S I S
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**

PRESENTA:
FERNANDO CARLOS ARANA MAGALLÓN

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Armando Adolfo Ortega Salas
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
I. INTRODUCCIÓN	5
II. ANTECEDENTES	6
III. CARACTERÍSTICAS DE <i>M. americanum</i>	9
IV. JUSTIFICACIÓN	11
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
VI. HIPÓTESIS	12
VII. OBJETIVOS.....	12
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	13
IX. RESULTADOS	17
X. DISCUSIÓN	38
XI. CONCLUSIONES.....	40
XII. LITERATURA CITADA.....	42
XIII. ANEXOS.....	47

RESUMEN

El presente trabajo es una contribución al conocimiento del cultivo del langostino *Macrobrachium americanum*, especie que se distribuye desde el Noroeste de México hasta el Perú, de gran valor biológico y económico, con alto potencial para su aprovechamiento en la acuicultura de México y otros países. Este trabajo corresponde a un estudio sobre el crecimiento y la sobrevivencia en laboratorio de juveniles de esta especie, comparando las variables temperatura y densidad, a través del tiempo del experimento. El lote experimental de juveniles se obtuvo del Centro Productor de Postlarvas de El Carrizal en Coyuca de Benítez, Guerrero utilizando hembras ovadas capturadas en el Río Aguas Blancas, Guerrero. Dichos juveniles fueron trasladados posteriormente al laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. El experimento se desarrolló en acuarios de 70 L durante cinco meses a temperaturas de 20 y 33°C con densidades de 8 y 16 organismos por acuario (1 org/8.75 L y 1 org/4.38 L respectivamente). Se registró la longitud ocular (LO), longitud total (LT) y peso (P) y se calculó la tasa de crecimiento. De acuerdo al ANDEVA el crecimiento en LO, LT y P de los juveniles no mostró diferencias significativas en las dos temperaturas ($P > 0.05$), en tanto que, en los juveniles con densidades de 16 organismos/acuario la respuesta en crecimiento fue positiva ($P < 0.05$) las tasas de crecimiento más altas se obtuvieron para LT (20°C; 1 org /4.38 L; 0.238 cm/mes) y P (33°C; 1 org/4.38 L; =0.0695 g/mes). Los resultados obtenidos podrían ser la base para el aprovechamiento por cultivo de *M. americanum* en beneficio de las comunidades rurales y para la preservación de la especie, sobre todo en las partes altas de las cuencas donde el agua es más fría, la tasa de crecimiento de juveniles no disminuye y la sobrevivencia se mantiene alta.

Palabras clave: Crecimiento, Densidad, Langostino, *Macrobrachium americanum*, Temperatura, Sobrevivencia.

ABSTRACT

The present work is a contribution to the knowledge of the *Macrobrachium americanum* prawns culture, species distributed from the Northwest of Mexico to Peru. The species is of great biological and economic value, with high potential for its use in aquaculture in Mexico and other countries. This work corresponds to a study on the growth and survival of juveniles of the species in the laboratory, evaluating the effect of temperature and density, over time. The experimental juveniles were obtained from the El Carrizal Producer Center in Coyuca de Benítez, Guerrero from ovigerous females captured in the Aguas Blancas River, Guerrero. Subsequently the juveniles were taken to the Limnobiology and Aquaculture laboratory of the Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. The experiment was conducted for five months in 70 L tanks at temperatures of 20 and 33°C, with densities of 8 to 16 organisms per experimental unit (1 org / 8.75 L and 1 org / 4.38 L, respectively). The eye length (LO), total length (LT) and weight (P) were monthly recorded and the growth rate was calculated. According to ANOVA, the growth in LO, LT and W of the juveniles did not show significant differences in the two temperatures ($P > 0.05$), whereas, in densities of 16 organisms / tank the growth was positive ($P < 0.05$). The highest growth rates were obtained for LT (20 ° C, 1 organism / 4.38 L; 0.238 cm / month) and for P (33 ° C, 1 organism/ 4.38 L; =0.0695 g / month). The obtained results are the basis for the culture of *M. americanum* for the benefit of rural communities and for the preservation of the species, especially in the upper parts of the basins where the water is colder, the juvenile growth rate does not decrease and survival remains high.

Key words: Growth, Density, Prawn, *Macrobrachium americanum*, Temperature, Survival.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la acuicultura es una de las actividades con mayor potencial y desarrollo en México, con la aportación de beneficios sociales y económicos así como el ser una fuente de alimentación con un elevado valor nutricional para la población y costos accesibles (Norzagaray *et al.*, 2012). En las últimas tres décadas, la acuicultura de agua dulce se ha expandido rápidamente en todo el mundo, tanto en la extensión de la industria como en la variedad de especies que se llegan a cultivar, sin embargo se siguen destacando con mayor desarrollo, el cultivo de las especies exóticas en comparación con las especies autóctonas (Mather y de Bruyn, 2003; Norzagaray *et al.*, 2012), como es el caso de *M. rosenbergii*. No obstante, se ha incrementado la producción de las especies nativas del género *Macrobrachium* aunque en forma limitada debido a la dificultad de la crianza de larvas y la escasa información relacionada con la nutrición de estos organismos (D'Abrahamo *et al.*, 2003; Vega-Villasante *et al.*, 2014).

M. americanum (Caridea: Palaemonidae), es una especie de langostino de la zona costera del Océano Pacífico, distribuida desde la península de Baja California hasta el Norte del Perú e Islas Galápagos y Cocos (Holschmit, 1989). Esta especie corresponde a una de las de mayor talla en el mundo alcanzando 250 mm de longitud total y 500 g de peso (Foto 1, Anexo). Para México representa una de las especies de importancia ecológica y económica dado su tamaño y aceptación comercial (Rodríguez de la Cruz, 1967), como lo es para el Estado de Guerrero, principalmente en los Ríos Coyuca y Aguas Blancas, en donde es fuente importante de alimento e ingresos económicos para los pobladores (Foto 2, Anexo).

El crecimiento y la sobrevivencia en diversas condiciones deben ser un foco inicial de estudio. La densidad de población es un aspecto importante que puede influir tanto en el crecimiento como en la sobrevivencia de los camarones de agua dulce (Jones y Ruscoe 2000; Naranjo-Paramo *et al.*, 2004). Por lo mismo, este

estudio pretende obtener información básica en laboratorio acerca de la tasa de crecimiento y la sobrevivencia de juveniles de *M. americanum* bajo diferentes condiciones de temperatura y densidad de siembra, los cuales son datos de importancia para su cultivo, todo esto con el fin de obtener conocimientos sobre la especie y procurar su aprovechamiento óptimo por las comunidades rurales, así como su preservación por medio de técnicas acuiculturales y medidas de regulación en su captura, ya que es una especie que en poco tiempo podría encontrarse amenazada, en riesgo, o en peligro de extinción ya sea por efecto de la sobreexplotación, contaminación o alteración de sus hábitat.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende continuar con las investigaciones sobre *M. americanum* y la importancia que pueden tener algunos factores en su crecimiento como la adaptación a temperaturas extremas por sus hábitos migratorios, ya que remonta las corrientes desde zonas bajas cálidas hasta zonas altas templadas, así como por su amplia distribución geográfica en el continente (Rodríguez de la Cruz, 1967).

II. ANTECEDENTES

Los langostinos o camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* son llamados en México acamayás, piguas, cauques u otros nombres según la localidad y especie. El género *Macrobrachium* se distribuye a lo largo de los trópicos y subtrópicos del mundo, principalmente en el sur de Asia aunque se localizan algunas regiones de América del Norte (Holthuis 1980; Murphy y Austin 2005). Se conocen más de 100 especies de este género, estimándose que 25 de éstas se localizan en el continente americano (New y Syngholka, 1984) (Figura 2). Son organismos muy adaptables a diferentes ambientes, pueden localizarse en ríos, arroyos, estuarios, pantanos así como en lagunas costeras (New y Singholka, 1984; Valencia y Campos, 2007) con temperaturas mínimas anuales de 16 °C y máximas de 32 °C (Arroyo-Rentería y Magaña-Ríos, 2001).

En México se encuentran varias especies de este género, localizadas tanto en la zona costera del Golfo de México como en la del Pacífico, entre las cuales se encuentran (Román-Contreras *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2007; García-Guerrero *et al.*, 2013):

Golfo de México

Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758)
Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836)
Macrobrachium olfersii (Wiegmann, 1836)

Océano Pacífico

Macrobrachium americanum (Bate, 1868)
Macrobrachium tenellum (Smith, 1871)
Macrobrachium digueti (Bouvier, 1895)

En la zona costera del Pacífico y del Golfo de México, así como en algunos estados del interior de la República ha sido introducida la especie *M. rosenbergii* bajo condiciones controladas en estanques de cultivo, esta especie es considerada la más cultivada a lo largo del mundo (Mather y de Bruyn, 2003). Sin embargo, las especies de mayor talla a nivel mundial son *M. americanum*, *M. carcinus* y *M. rosenbergii* (New y Syngholka, 1984).

M. americanum se localiza sobre las cuencas fluviales occidentales de América, desde el Golfo de California, México, hasta Sudamérica (Goodwin y Hanson, 1975). *M. carcinus* se ubica en las cuencas fluviales orientales de América desde los Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A.) y México hasta Centro y Sudamérica (Goodwin y Hanson, 1975), mientras que *M. rosenbergii* es originario del Sur y Sudeste de Asia, Norte de Oceanía e islas del Oeste del Pacífico, desde los 20° latitud Norte hasta los 20° de latitud Sur (New y Singholka, 1984) y actualmente se considera a esta última como la de mayor importancia a nivel mundial para su cultivo (FAO, 2004).

En la década de los 70's, dada la carencia de información sobre las especies nativas y el interés que existía por desarrollar proyectos de cultivo, se realizó la introducción en México de *M. rosenbergii*, especie que aparentemente reunía un

mayor número de ventajas para su cultivo en cautiverio, por lo que a partir de 1973 se iniciaron en el Estado de Sinaloa los primeros trabajos para desarrollar su cultivo a nivel comercial en México (Arana, 1980). Ha sido introducida en varias partes de la República y para 1978, el entonces Departamento de Pesca, inició la construcción de los Centros Acuícolas "El Real", en Veracruz, "El Carrizal", en Coyuca de Benítez, Guerrero, y "Chametla", Sinaloa, cuyo objetivo principal fue la producción de postlarvas de langostino, mediante la técnica llamada de agua verde. A finales de los años 80 ya había 14 laboratorios productores de juveniles repartidos en las zonas costeras de los estados de Baja California, Sonora, Colima y Guerrero en la Costa del Pacífico, y en Tamaulipas, Veracruz y Yucatán hacia el Golfo, así como 48 granjas de engorda distribuidas en los estados de Sonora, Sinaloa, Colima, Jalisco, Guerrero, Tamaulipas, Veracruz y Campeche, así como Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Morelos las cuales han ido disminuyendo en los últimos años (Holtschmit, 1988). A la fecha el langostino malayo, como se le conoce comúnmente, no ha presentado los resultados esperados, y su cultivo es incierto por lo que su producción sólo se lleva a cabo en los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas, Jalisco, Estado de México y Morelos (INAPESCA, 2018).

La expansión en el cultivo de esta especie introducida a México, tuvo un efecto determinante para que los trabajos acerca de especies nativas hayan quedado relegados, especies que por razón natural deben presentar otras ventajas sobre la primera, ya que de manera local, corresponden a organismos adaptados al medio y una posible mayor resistencia a parásitos y enfermedades locales, así como a factores ambientales como temperatura y salinidad. También, se sabe que estas especies nativas tienen la capacidad de soportar una intensa pesquería artesanal tanto en ríos como lagunas costeras, lo cual crea una importante derrama económica en el área de distribución de la especie (Guzmán y Kensler, 1978).

III. CARACTERÍSTICAS DE *M. americanum*

M. americanum es una especie nativa localizada en la Costa del Pacífico con distribución en México desde el Estado de Sonora hasta Chiapas, es común encontrarla en suelos fangosos arenosos debajo de las rocas en los ríos, enterrándose en el fondo o entre ramas de árboles casi todo el día y salen al atardecer para capturar su alimento. Se desarrollan en aguas dulces y salobres. Se reproducen principalmente en temporadas cálidas y las hembras desovan y eclosionan sus huevos en agua salobre, cuando estos organismos llegan a la talla juvenil migran río arriba para encontrar agua dulce y alcanzar su estado adulto, aunque posteriormente regresan a las aguas salobres, contribuyendo con ello al flujo de energía convertida en biomasa, a lo largo de los diferentes hábitats por los que transitan (Rodríguez de la Cruz, 1967; Ponce-Palafox *et al.*, 2002; García-Guerrero y Molina, 2008). Esta característica de migrar desde la costa hasta las zonas altas de aguas dulces es conocida como anfidromía (McDowall, 2007).

Alcanza mayores valores de talla y peso con respecto a algunas otras especies del género; Arana (1974) indica que, en el caso de los machos, puede alcanzar pesos cercanos a los 500 g con 26 cm de longitud mientras que Smitherman *et al.*, (1974) reportan en Panamá, que las hembras alcanzan 195 mm y los machos 233 mm. Holthuis (1980) menciona que considera a la especie como uno de los langostinos más grandes del género, llegando a medir una longitud total de hasta 250 mm en machos y 193 mm en hembras. Holschmit (1988) reporta un dato de Díaz (1982) de una tasa de crecimiento de 0.1 mm/día. García-Guerrero y Molina (2008) mencionan que la longitud máxima se encuentra cerca de los 29 cm, aunque aparentemente su tasa de crecimiento es menor a la de *M. rosenbergii* (Cabrera-Jímenez *et al.*, 1979).

M. americanum es una especie con un gran potencial para su cultivo comercial debido a su gran tamaño, mercado y valor económico. Aunque tiene retos

importantes como lograr su domesticación ya que es una especie omnívora con tendencias carnívoras y en cuanto al comportamiento de la especie, en condiciones de cultivo, es considerado muy territorial y con hábitos migratorios muy marcados con tendencia a salirse de los estanques (Arana, 1980; Holtschmit, 1988).

Acerca de su fecundidad, se tienen datos con valores que van desde 250,000 (Arana, 1974) hasta 500,000 huevos/hembra (Rodríguez de la Cruz, 1967). En cuanto al desarrollo larvario, Arana (1974), registró que es prolongado entre 50 y 72 días; mientras que Holtschmit (1988) tuvo un registro de 49 días. Cabrera-Jímenez *et al.* (1979) realizaron una clasificación de acuerdo a la fecundidad de los géneros de *Macrobrachium* en México donde reportó a *M. americanum* como una especie de alta fecundidad con un promedio de 900,000 huevos producidos por año. Se han registrado capturas de organismos de tallas pequeñas (<40 mm de LT) durante casi todo el año por lo que la época de reproducción de *M. americanum* abarca todo el año, principalmente en la época lluviosa (Alvárez *et al.*, 1996). La clasificación taxonómica de la especie se presenta a continuación, siguiendo un orden sistemático (Hernández, 2007):

Subphylum: Crustace Brünnich, 1772

Clase: Malacostraca Latreille, 1802

Subclase: Eumalacostraca Grobben, 1892

Orden: Decapoda Latreille, 1802

Suborden: Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorden: Caridea Dana, 1852

Familia: Palaemonidae Rafinesque, 1815

Género: *Macrobrachium* Bate, 1868

Especie: *M. americanum* Bate, 1868

IV. JUSTIFICACIÓN

M. americanum es una especie nativa poco estudiada, de gran importancia ecológica y económica por las características favorables que presenta pueden alcanzar mayor peso, así como fecundidad alta y adaptación a las condiciones ambientales de la zona costera del Pacífico y de la Costa oriental de Baja California, con respecto a otras especies. Esta especie ha estado sujeta a un descontrol en su explotación por deficiencias en su reglamentación y a la marcada limitación en su distribución al impedirse sus migraciones en los ríos de origen por obras hidráulicas de contención (Bauer, 2011; García-Guerrero *et al.*, 2013). Es por esto que a fin de aprovechar el potencial productivo de *M. americanum* e incrementar sus poblaciones en México, es necesario realizar estudios que contribuyan a resolver los problemas de su regulación pesquera y el acopio de información para su posible aprovechamiento acuícola. Se reconoce que esta especie nativa cuenta con los atributos suficientes para considerarla entre los organismos susceptibles de ser cultivados a nivel comercial, para lo cual deberán ser resueltos algunos problemas técnicos, lo que requiere de amplia investigación.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que los datos presentados sobre su tasa de crecimiento son poco precisos, ya que no se menciona bajo qué condiciones ambientales se obtuvieron, además, es una especie que presenta hábitos migratorios muy marcados con desplazamientos que van desde las zonas bajas cercanas al mar con temperaturas del agua entre los 28 a 33 °C, hasta zonas altas de montaña con temperaturas bajas inferiores a los 20 °C (Arrollo-Rentería y Magaña-Ríos, 2001; Hernández, 2007; Vega-Villasante *et al.*, 2011a; 2011b; Vega-Villasante *et al.*, 2014), sería importante conocer cuál es la tasa de crecimiento, así como el porcentaje de sobrevivencia de esta especie en cada una de estas condiciones de temperatura.

Por otra parte, se considera a *M. americanum* una especie con marcada territorialidad, inter e intra específica, por lo que se pretende analizar qué relación puede existir entre la densidad poblacional y la temperatura con respecto a la tasa de crecimiento y sobrevivencia en condiciones de laboratorio.

VI. HIPÓTESIS

Bajo condiciones de temperaturas del agua (18° C en invierno y 33° C en verano) similares a las existentes en latitudes superiores a los 20° N (Sonora y N. de Sinaloa) y la misma densidad de población, *M. americanum*, presentará mayor porcentaje de sobrevivencia y una tasa de crecimiento similar a *M. rosenbergii*.

VII. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la temperatura y la densidad en el crecimiento y sobrevivencia de *M. americanum* bajo condiciones experimentales.

Objetivos específicos

Analizar la tasa de crecimiento dada en peso y talla de *M. americanum* en dos diferentes densidades de siembra, 8 y 16 organismos en un acuario de 70 L a una temperatura de 20° C.

Analizar la tasa de crecimiento dada en peso y talla de *M. americanum* en dos diferentes densidades de siembra, 8 y 16 organismos en un acuario de 70 L a una temperatura de 33° C.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Obtención de juveniles

Al inicio se intentó obtener el lote de juveniles del medio natural por capturas nocturnas, pero al no ser suficientes en número se optó por obtenerlos por cultivo en el Centro Productor de Postlarvas de El Carrizal en Coyuca de Benítez, Guerrero utilizando hembras ovadas capturadas en el Río Aguas Blancas, Guerrero (Foto 3, 4, 5 y 6 Anexo). Dichos juveniles fueron trasladados posteriormente al laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X).

8.2 Trabajo de laboratorio

El trabajo se realizó durante cinco meses (febrero a junio de 1993) y consistió en un estudio experimental realizado bajo condiciones controladas de laboratorio, se obtuvo un lote de 200 juveniles con peso promedio inicial de 0.078 g y longitud total inicial de 1.8835 cm en donde se evaluó el efecto de tres variables temperatura, densidad de organismos y tiempo sobre su desarrollo (crecimiento y sobrevivencia). Las dos temperaturas experimentales (20 °C y 33 °C) se seleccionaron considerando la variabilidad y el régimen térmico de la especie en su ambiente natural (18 a 32 °C) (Arrollo-Rentería y Magaña-Ríos, 2001; Hernández, 2007; Vega-Villasante *et al.*, 2011a; 2011b; Vega-Villasante *et al.*, 2014). La temperatura de 33 °C controlada con calentadores eléctricos con termostato y la temperatura de 20 °C se mantuvo similar a la temperatura ambiental promedio de la Ciudad de México durante el período del estudio y sólo se reguló con hielo en bolsas selladas herméticamente cuando la temperatura del agua subía por arriba de la temperatura experimental. En cada temperatura experimental se evaluaron dos densidades de cultivo o siembra, de 8 y 16 organismos por acuario de 70 L; es decir, un organismo por cada 8.75 litros y un organismo por cada 4.375 litros. Estas

densidades fueron seleccionadas dados los hábitos territoriales marcados en la especie (Arana, 1980; Holtschmit, 1988)

Para cada condición experimental se consideró una réplica; así, se utilizaron un total de 8 acuarios de 70 L de capacidad acondicionados con aireación constante por medio de un soplador eléctrico (Blower) dotados de filtros fijos de carbón activado. En cada acuario se colocaron refugios individuales para la protección de los langostinos por medio de tubos de PVC con un diámetro de 1.25 cm, cortados en tramos de 6 cm cada uno. Cada tercer día se realizaron recambios de agua del 10% del volumen total de los acuarios a fin de garantizar una calidad de agua adecuada. El suministro de agua fue a partir de agua dulce de clorada por aireación constante durante 1 día, proveniente de un sistema de cuatro tinacos de 1000 L cada uno colocados en serie para su rotación.

Diariamente se proporcionó alimento balanceado *ad libitum*, ajustando la cantidad de acuerdo a las densidades establecidas. Se utilizó alimento Langostino Chow (Purina) cuyo análisis químico proximal denotó: proteína 40% mínimo; humedad 12% máximo; grasa 8.2% mínimo; fibra 5% máximo y ceniza 10% máximo. Durante los dos primeros meses, el alimento se ofreció diariamente en forma molida al 20% del peso húmedo corporal (para asegurar *ad libitum*) disminuyendo hasta el 9% de la biomasa de los organismos al término del experimento. Además del alimento balanceado se proporcionó alimento vivo *Artemia* sp. *ad libitum*, ajustando la cantidad de acuerdo a las densidades establecidas.

La limpieza de los acuarios se hizo diariamente mediante el método de sifoneo para la eliminación de restos de alimento y desechos orgánicos. El fotoperiodo se mantuvo en 16 hrs luz: 8 hrs oscuridad. Durante el periodo experimental la temperatura se reguló diariamente y se registraron semanalmente las variables fisicoquímicas de oxígeno disuelto y pH (Foto 7, Anexo).

Durante los cinco meses del estudio se realizó el registro biométrico de todos los langostinos de forma mensual y consistió en la medición de Longitud Ocular (LO, cm; del extremo anterior de la órbita ocular al extremo del telson), Longitud Total (LT, cm; de la punta del rostro al extremo del telson), con ayuda de un vernier (Figura 1 Bis) y para el peso húmedo (P, g) se utilizó una balanza digital (Sartorius 1401). Se determinó la mortalidad por conteo directo de los organismos vivos. Durante los muestreos biométricos mensuales de los langostinos se les aplicó tratamientos profilácticos periódicos con base en baños de azul de metileno a fin de evitar enfermedades y parásitos.

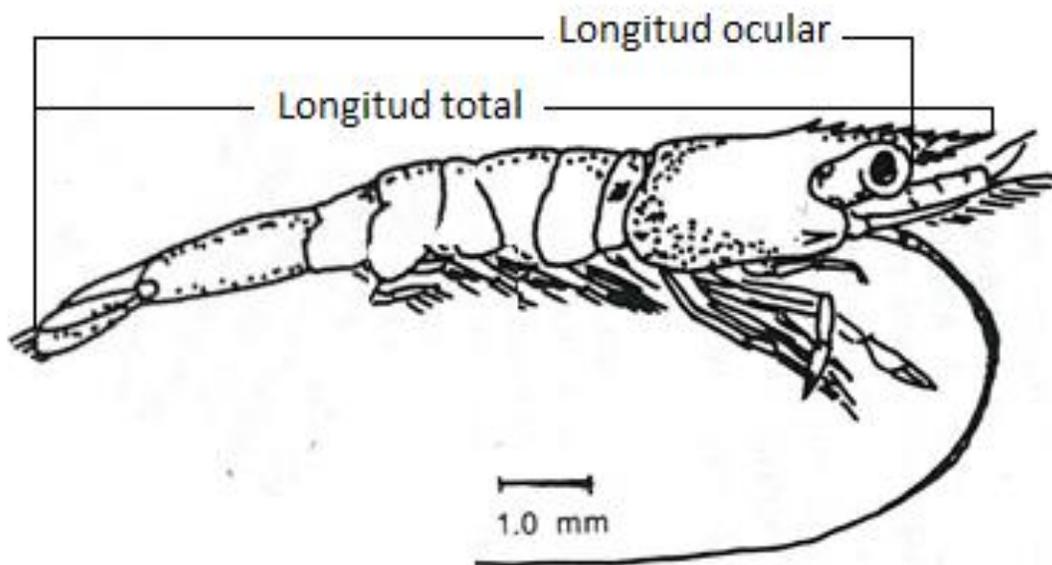


Figura 1 Bis.- Longitud Ocular y Longitud Total de juvenil del género *Macrobrachium* (Modificado de Holtschmit, 1988).

8.3 Análisis estadístico

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo de acuerdo a un diseño completamente al azar en donde se compararon tres factores o variables independientes, en este caso, temperatura y densidad a dos niveles cada uno y tiempo a 5 niveles. El factor "A" (temperatura), se presenta en dos niveles que corresponde a 20 y 30 °C. El factor "B" (densidad) también se presenta en dos niveles que son 8 y 16 organismos por acuario, y para el factor "C" (tiempo) se consideran 5 niveles correspondientes a 5 meses del desarrollo de la investigación, todo lo anterior con las interacciones: tiempo-temperatura; tiempo-densidad; temperatura-densidad y tiempo-temperatura-densidad.

En el caso de los factores e interacciones que en la ANOVA fueron significativas ($P < 0.05$) según las mediciones obtenidas de las variables se aplicó posteriormente una comparación de medios múltiples, con un ajuste de probabilidades de Bonferroni (Zar, 1999). Para los datos de crecimiento se realizó una representación gráfica en el tiempo, derivada del análisis de varianza. Para este análisis se utilizó el paquete estadístico SYSTAT versión 9 en donde se recurrió a efectuar análisis de la varianza de los resultados para comparar las variables. Para evaluar las diferencias en las tasas de crecimiento promedio de las tres variables Longitud Ocular (LO, en cm), Longitud Total (LT, en cm) y Peso (P, en gr) se realizó un análisis de regresión de dichas variables por separado con respecto del tiempo para cada acuario; de esta forma se utilizó el coeficiente de regresión como variable dependiente en un análisis de la varianza considerando los factores densidad, temperatura y tiempo, así como sus interacciones.

IX. RESULTADOS

Los datos promedio de longitud ocular, longitud total y peso con respecto a las temperaturas y las densidades se muestran en las Tablas 1, 2 y 3. En la tabla 1 se muestra la comparación de los promedios de crecimiento iniciales y finales de los organismos en cada acuario, el acuario que presentó mayor crecimiento en longitud ocular fue el acuario 2 con 33 °C y densidad de 16 organismos, en longitud total fue el acuario 2 a 20°C con 16 organismos y el que presento mayor peso fue el acuario 2 a 20°C.

9.1 Longitud Ocular

En cuanto a la longitud ocular con respecto a la temperatura los langostinos más grandes al final del experimento se obtuvieron en acuarios a 33 °C con promedios de 2.17 a 2.57 cm (Figura 1). En la Figura 2 se muestra la comparación de la longitud ocular promedio contra las densidades, donde se puede observar que en los acuarios con 16 organismos (1 org/4.273 L) hubo un mayor crecimiento en la Longitud ocular. La longitud ocular se presentó de forma ascendente con respecto al tiempo (figura 3).

Tabla 1.- Parámetros morfométricos de Longitud Ocular (LO, cm), Longitud Total (LT, cm) y Peso húmedo (P, g) de los juveniles de *M. americanum* al inicio y al final del periodo experimental (5 meses).

Temperatura (°C)	Densidad (org/acuario)	Acuario	Prom Inicial LO (cm)		Prom Inicial LT (cm)		Prom Inicial P (g)		Prom Final LO (cm)		Prom Final LT (cm)		Prom Final P (g)	
20	16	1	1.64	±0.15	1.73	±0.15	0.07	±0.02	2.35	±0.65	2.49	±0.68	0.35	±0.07
20	16	2	1.73	±0.2	1.82	±0.21	0.08	±0.03	2.51	±0.71	2.71	±0.82	0.21	±0.04
20	8	1	1.57	±0.12	1.66	±0.13	0.05	±0.01	2.33	±0.19	2.49	±0.22	0.23	±0.08
20	8	2	1.74	±0.25	1.87	±0.27	0.08	±0.04	2.31	±0.28	2.46	±0.39	1.46	±0.09
33	16	1	1.77	±0.20	1.90	±0.24	0.09	±0.04	2.34	±0.25	2.49	±0.28	0.22	±0.11
33	16	2	1.89	±0.17	2.00	±0.19	0.12	±0.03	2.52	±0.92	2.69	±1.04	0.51	±1.17
33	8	1	1.57	±0.18	1.66	±0.22	0.05	±0.02	2.18	±0.12	2.3	±0.15	0.17	±0.03
33	8	2	1.74	±0.21	1.87	±0.23	0.08	±0.05	2.36	±0.14	2.54	±0.15	0.23	±0.06

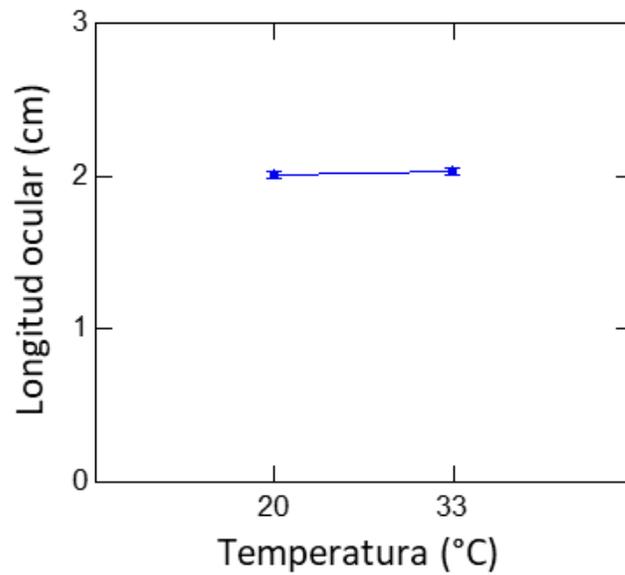


Figura 1.- Longitud Ocular (LO, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de temperatura (33°C y 20°C).

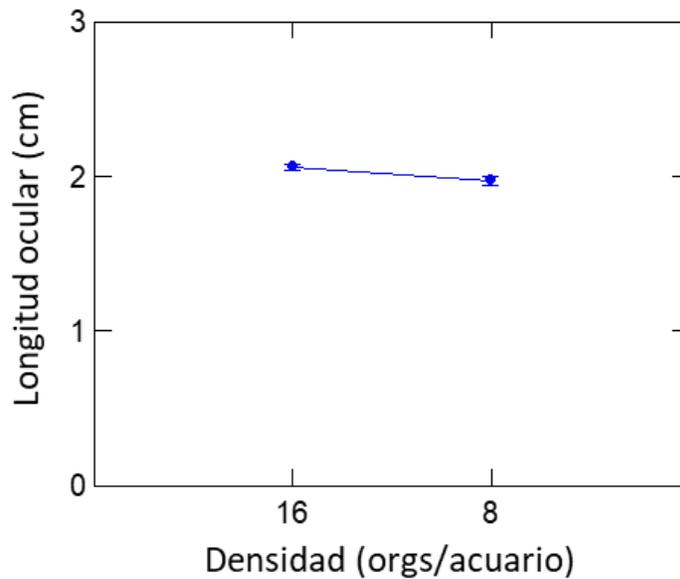


Figura 2.- Longitud Ocular (LO, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de densidad (8 y 16 organismos).

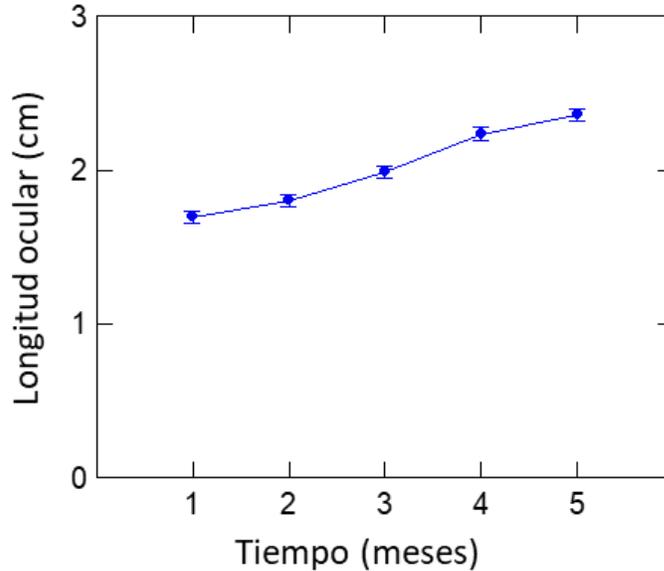


Figura 3.- Longitud Ocular (LO, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses.

9.1.1 Tasa de crecimiento en longitud ocular

Los datos de crecimiento con base en la LO de *M. americanum* durante el experimento en relación a los diferentes acuarios con sus tratamientos y sus réplicas se pueden observar en la Tabla 2 y en la Figura 4 que grafica la regresión de los datos. La mayor tasa de crecimiento fue de 0.207 cm/mes y se dio en el acuario 1 a 20 °C y con una densidad de 8 organismos y la menor tasa de crecimiento fue de 0.114 cm/mes a 33 °C y con una densidad de 8 organismos.

Tabla 2.- Tasa de crecimiento en Longitud Ocular (cm/mes) de *M. americanum* con respecto a la temperatura (33°C y 20°C) y la densidad de organismos (8 y 16 organismos/acuario) en el periodo experimental (5 meses).

Acuario	Temperatura (°C)	Densidad (org/acuario)	Tasa de crecimiento (cm/mes)	Promedio de tasa de crecimiento (cm/mes)
1	20	8	0.207	
2	20	8	0.146	0.1765 ±0.04
1	20	16	0.183	
2	20	16	0.205	0.194 ±0.02
1	33	8	0.114	
2	33	8	0.173	0.1435 ±0.04
1	33	16	0.178	
2	33	16	0.203	0.1905 ±0.02

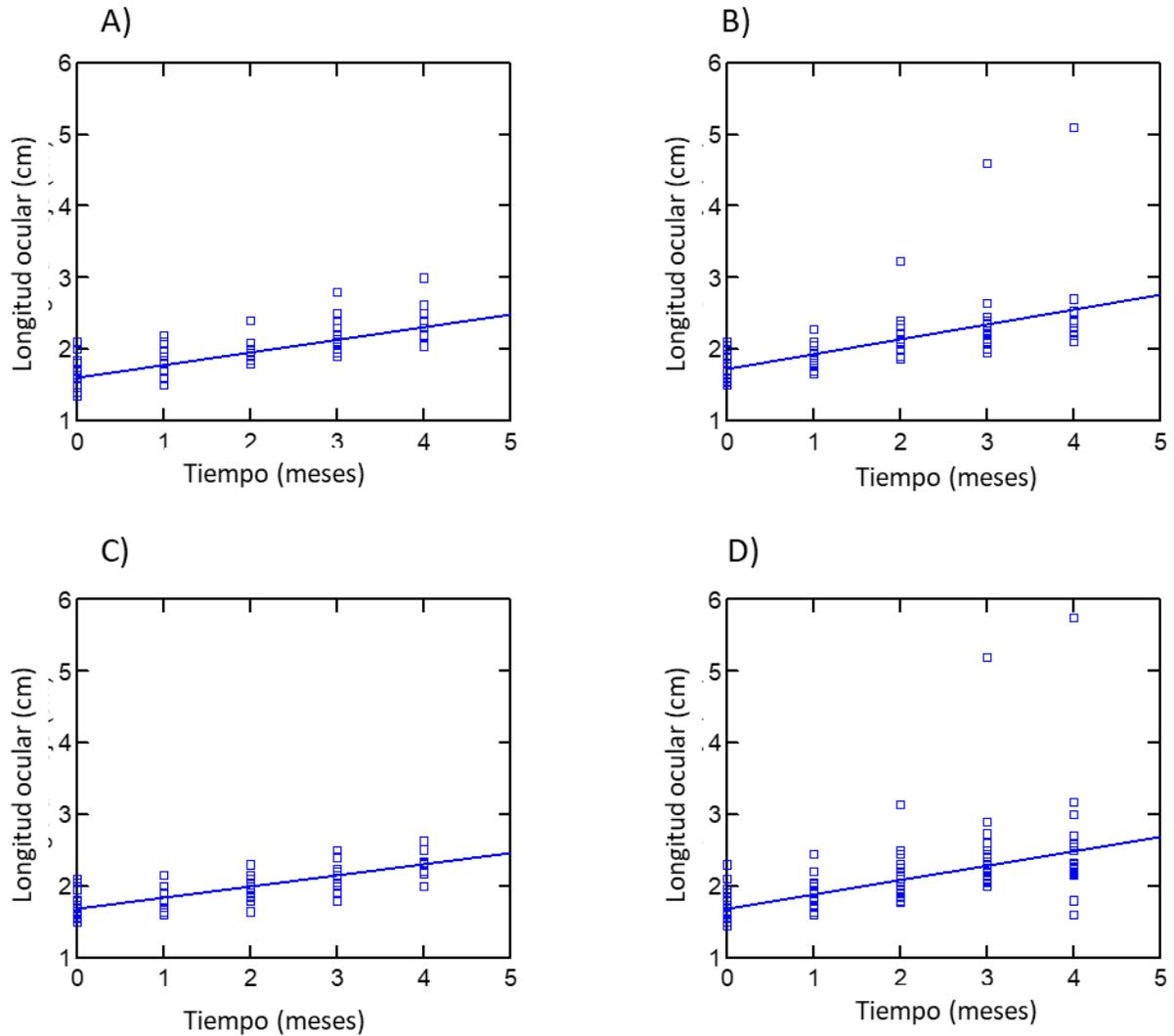


Figura 4.- Comparación de las tasas de crecimiento de Longitud ocular de *M. americanum* entre la temperatura, densidad de organismos y tiempo, donde: A) 20 °C y 8 org/acuario; B) 20 °C y 16 org/acuario; C) 33 °C y 8 org/acuario; D) 33 °C y 16 org/acuario.

9.2 Longitud Total (LT)

Los datos de longitud total en comparación con la temperatura, la densidad y el tiempo se pueden observar en las figuras 5, 6 y 7 respectivamente. El crecimiento de la longitud total fue similar a las 2 temperaturas (20 y 33 °C) pero con respecto a la densidad el crecimiento fue mayor en acuarios de 16 organismos

(1 org/4.375 l) y el crecimiento de la longitud total en cuanto al tiempo fue incrementando a lo largo de los meses.

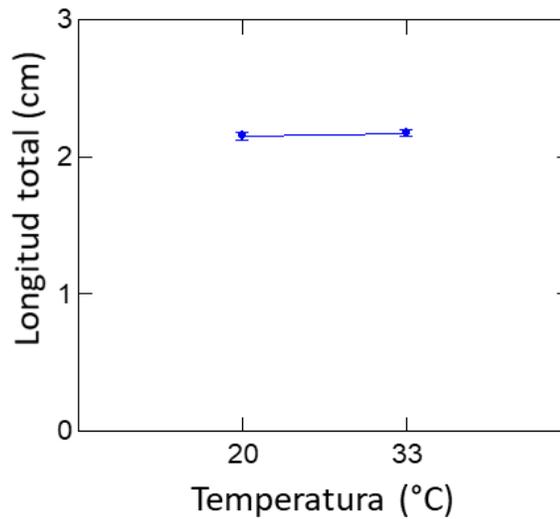


Figura 5.- Longitud Total (LT, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de temperatura (33°C y 20°C).

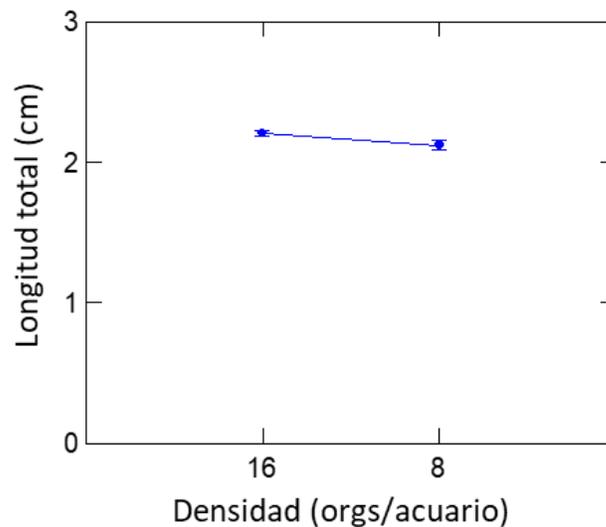


Figura 6.- Longitud Total (LT, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de densidad (8 y 16 organismos).

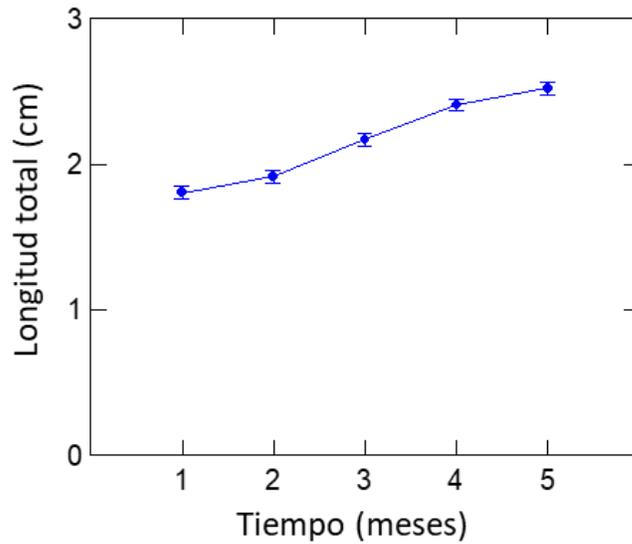


Figura 7.- Longitud Total (LT, cm) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses.

9.2.1 Tasa de crecimiento en longitud total

Los datos de crecimiento en Longitud total de *M. americanum* en relación a los diferentes acuarios con sus tratamientos y sus réplicas se pueden observar en la Tabla 3 y la Figura 8. El mayor valor promedio de la tasa de crecimiento en longitud total fue de 0.238 cm/mes en el acuario 1 que se mantuvo a 20 °C con una densidad de 16 organismos y el menor dato fue de 0.120 cm/mes que se presentó en el acuario 1 a 33 °C y con una densidad de 8 organismos.

Tabla 3.- Tasa de crecimiento en Longitud Total (cm/mes) de *M. americanum* con respecto a la temperatura (33 °C y 20 °C) y la densidad de organismos (8 y 16 organismos/acuario) en el periodo experimental (5 meses).

Acuario	Temperatura (°C)	Densidad (org/acuario)	Tasa de crecimiento (cm/mes)	Promedio de tasa de crecimiento (cm/mes)
1	20	8	0.226	
2	20	8	0.159	0.1925 ±0.05
1	20	16	0.238	
2	20	16		
1	33	8	0.120	
2	33	8	0.199	0.1595 ±0.06
1	33	16	0.187	
2	33	16	0.222	0.2045 ±0.02

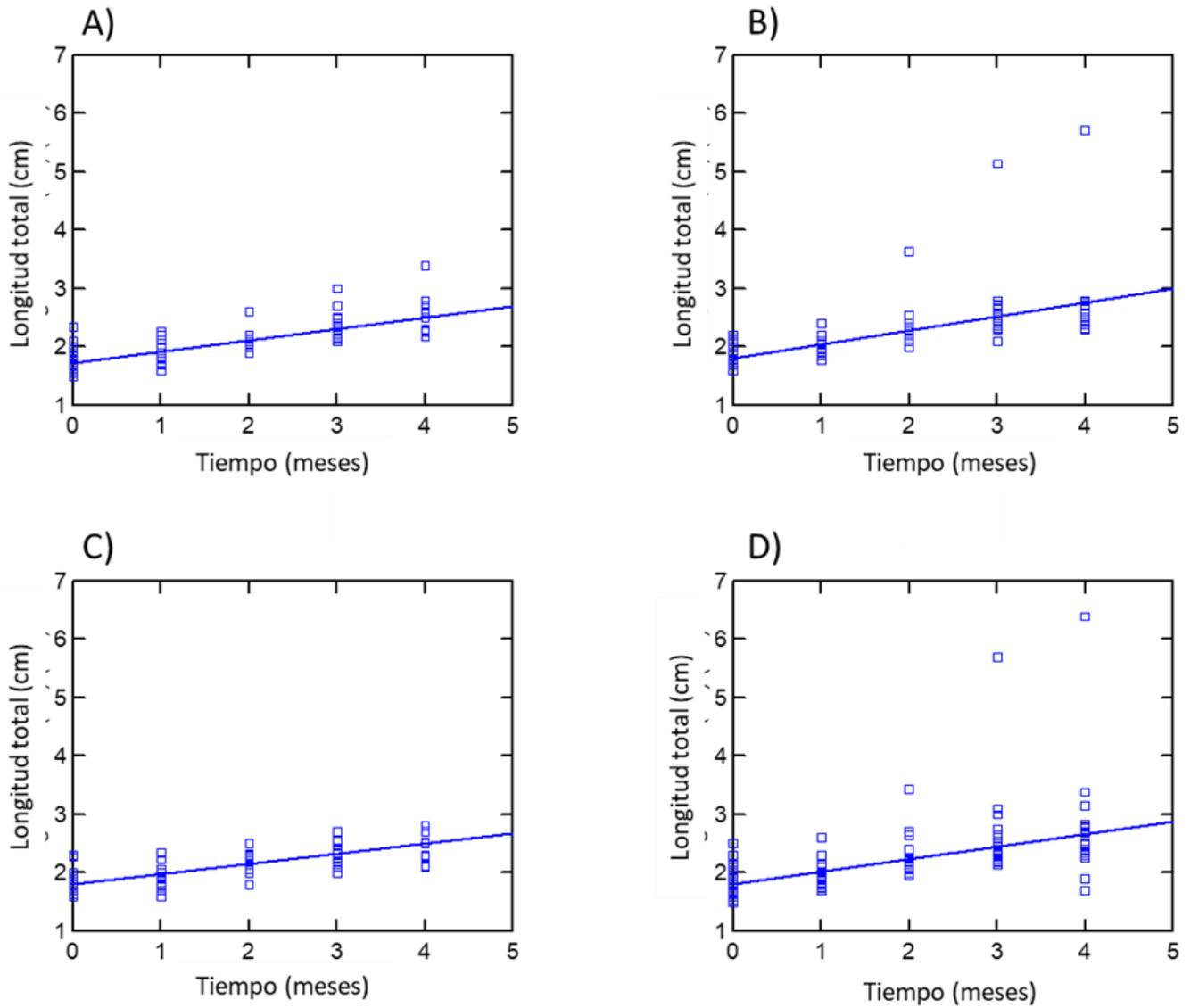


Figura 8.- Comparación de las tasas de crecimiento de longitud total (LT) de *M. americanum* contra temperatura, densidad de organismos y tiempo donde: A) 20 °C y 8 org/acuario; B) 20 °C y 16 org/acuario; C) 33 °C y 8 org/acuario; D) 33 °C y 16 org/acuario.

9.3 Incremento en Peso (P)

En el caso del incremento en peso, los resultados obtenidos con respecto a temperatura, densidad y tiempo se presentan en la Figura 9, 10 y 11 respectivamente. Se puede observar un mayor incremento en peso a una

temperatura de 33 °C, asimismo el mayor incremento en peso con respecto a la densidad se observa en acuarios con 16 organismos (1org/ 4.375 L) y el incremento en peso fue en aumento con respecto al tiempo.

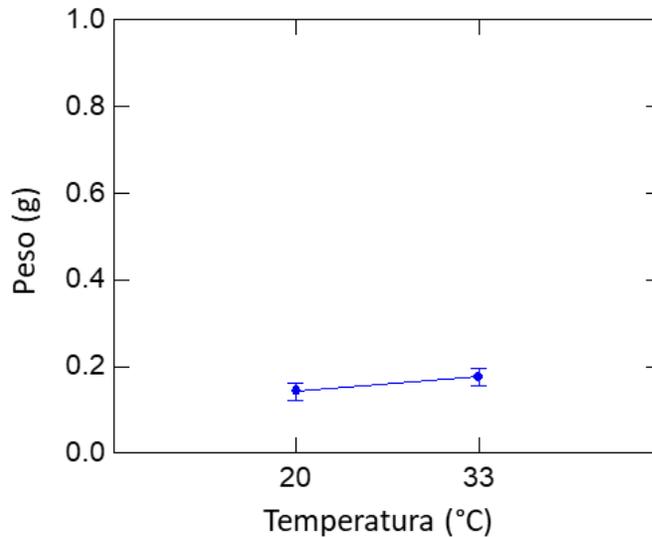


Figura 9.- Peso promedio (P, g) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de temperatura (33°C y 20°C).

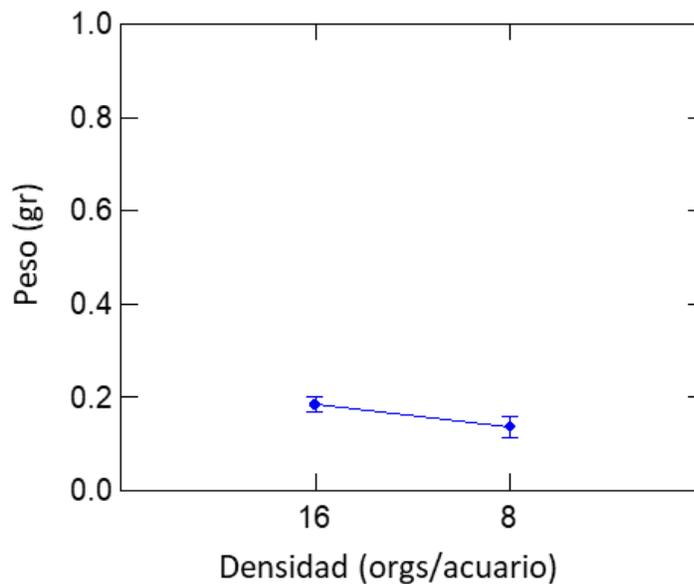


Figura 10.- Peso promedio (P, g) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses bajo dos condiciones de densidad (8 y 16 organismos).

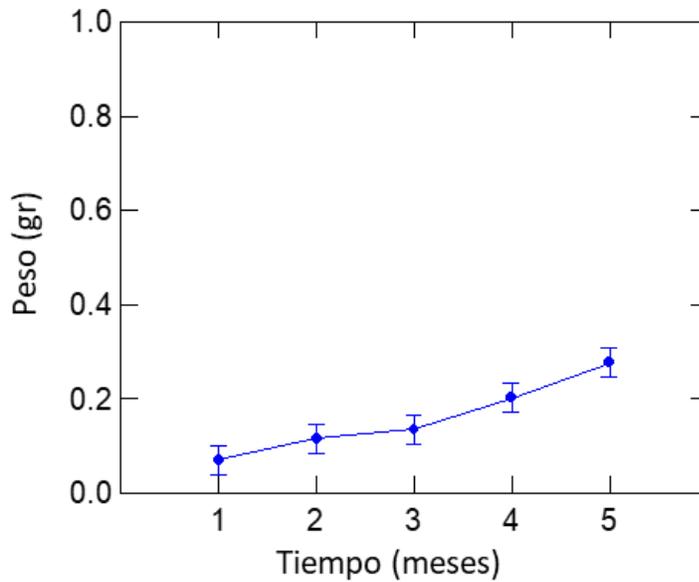


Figura 11.- Peso promedio (P, g) de los juveniles de *M. americanum* durante el periodo experimental de cinco meses.

9.3.1 Tasa de crecimiento en Peso (P)

Los datos de incremento en Peso (P) de *M. americanum* durante el experimento, relacionados con los diferentes acuarios, sus tratamientos y sus réplicas, se muestran en la Tabla 4 y en la Figura 12, con los resultados correspondientes, donde la mayor tasa de crecimiento promedio fue de 0.114 g/mes a 33 °C con 16 organismos y la menor fue de 0.021 g/mes a 33 °C con 8 organismos.

Tabla 4.- Tasa de crecimiento en Peso (g/mes) de *M. americanum* con respecto a la temperatura (33 °C y 20 °C) y la densidad de organismos (8 y 16 organismos/acuario) en el periodo experimental (5 meses).

Acuario	Temperatura (°C)	Densidad (org/acuario)	Tasa de crecimiento (g/mes)	Promedio de tasa de crecimiento (g/mes)
1	20	8	0.044	
2	20	8	0.031	0.0375 ±0.01
1	20	16		
2	20	16	0.034	
1	33	8	0.021	
2	33	8	0.040	0.0305 ±0.01
1	33	16	0.025	
2	33	16	0.114	0.0695 ±0.06

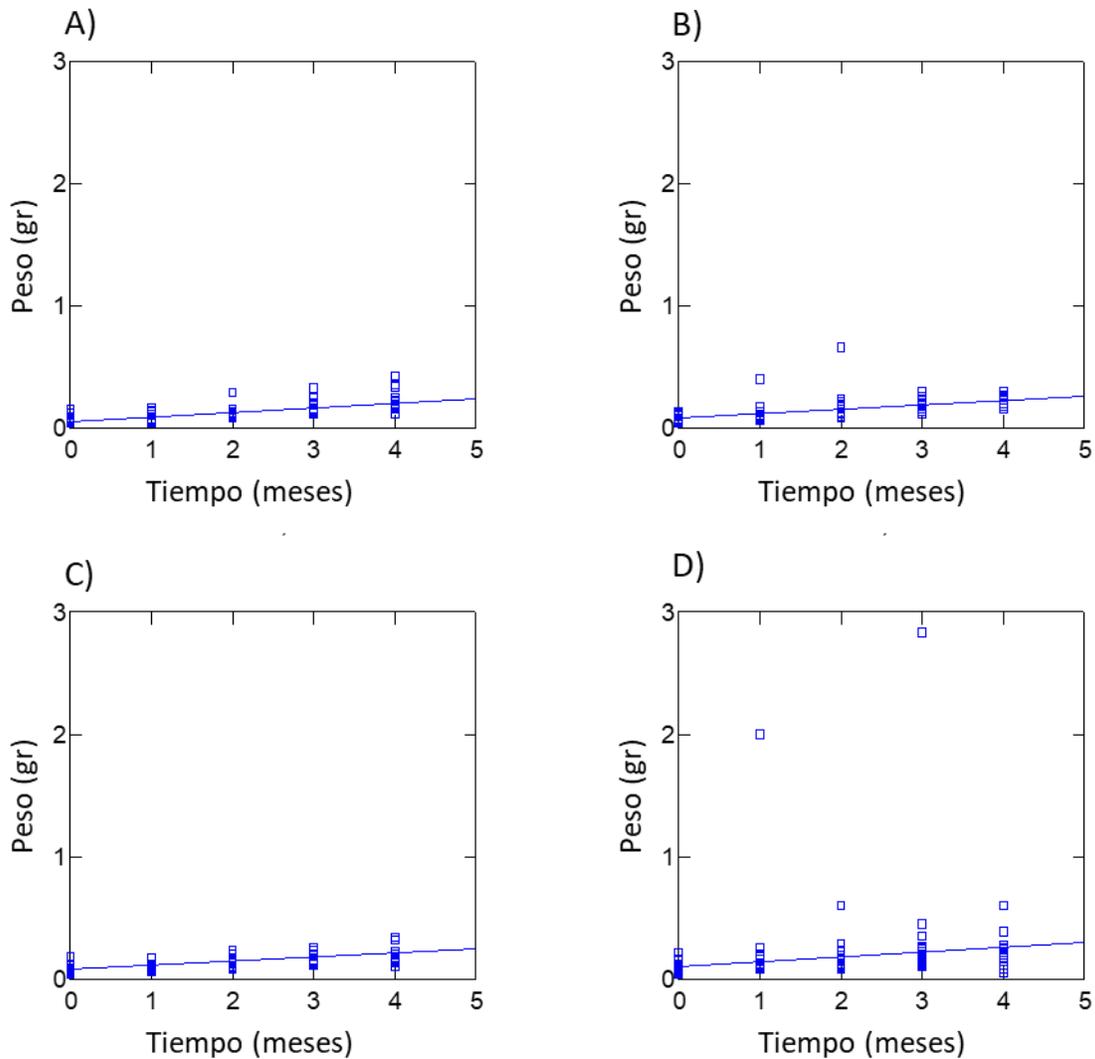


Figura 12.- Comparación de las tasas de crecimiento en peso de *M. americanum* entre temperatura, densidad de organismos y tiempo, donde: A) 20 °C y 8 org/acuario; B) 20 °C y 16 org/acuario; C) 33 °C y 8 org/acuario; D) 33 °C y 16 org/acuario.

Al utilizar una metodología de apoyo para procesar y corroborar los datos obtenidos anteriormente se obtuvieron las gráficas de relación talla-peso en Longitud total y Longitud ocular (Figura 13). Por otra parte en la Figura 14 se presentan las gráficas de frecuencia de crecimiento en Longitud total, Longitud ocular y peso durante los meses del experimento. Por último en las Figuras 15 y 16 se incluye el crecimiento en Longitud total, ocular y peso para 20 y 33 °C

respectivamente, en donde se aplicó un método basado en el desplazamiento de las modas en relación a las frecuencias de crecimiento durante el tiempo del experimento (Petersen, 1891), con la obtención de las curvas de crecimiento máximo y mínimo, cuyos datos son:

$$LT=0.445+1.055 (t)$$

$$LO=0.5+1.0 (t)$$

$$P=0.655(t)-0.155.$$

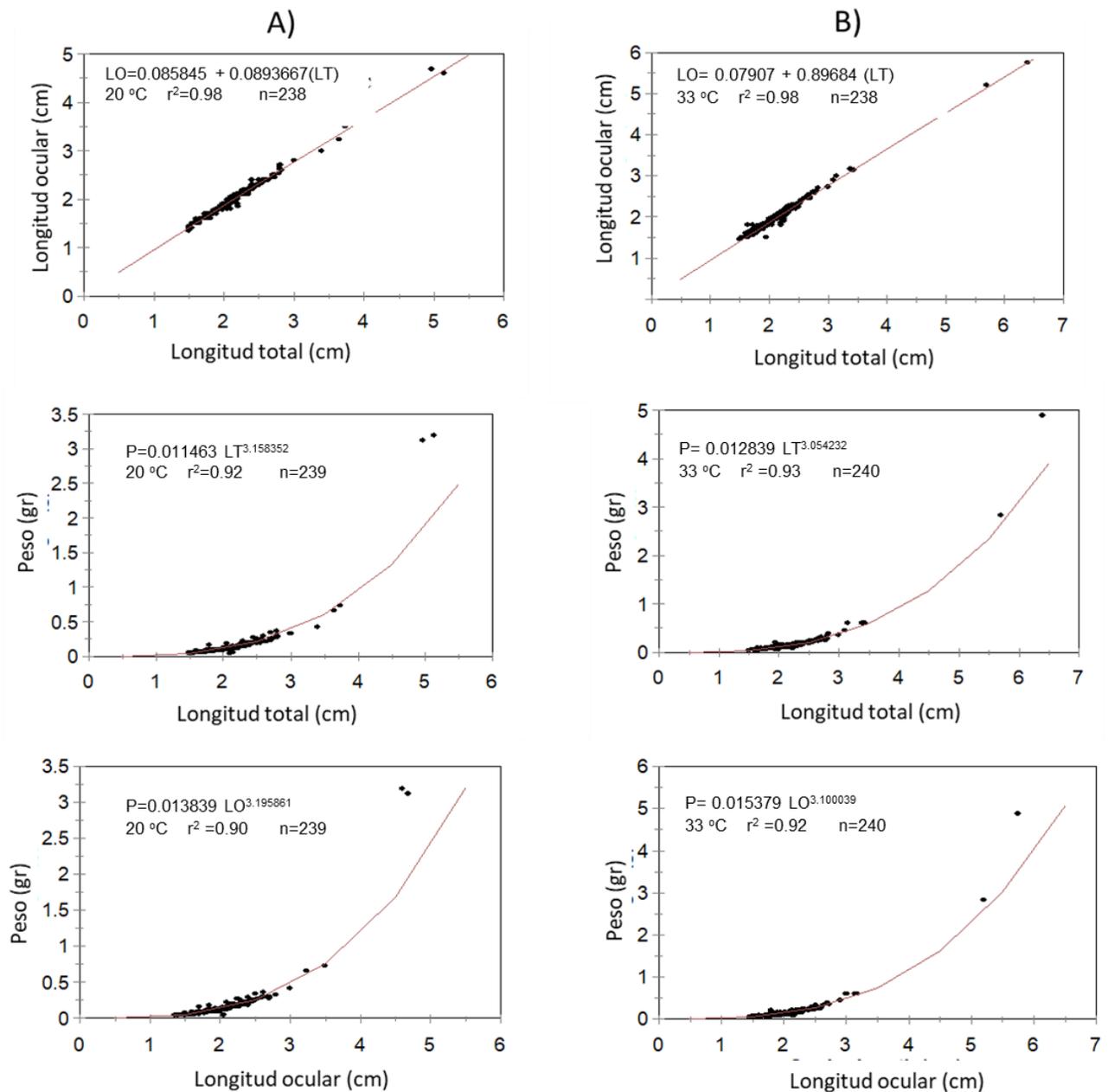


Figura 13.- Regresiones de longitud total (LT) contra el peso (P), longitud ocular (LO) contra el peso, y longitud total contra longitud ocular de *M. americanum*, sometidos a temperaturas constantes de A) 20°C y B) 33°C, durante 5 meses.

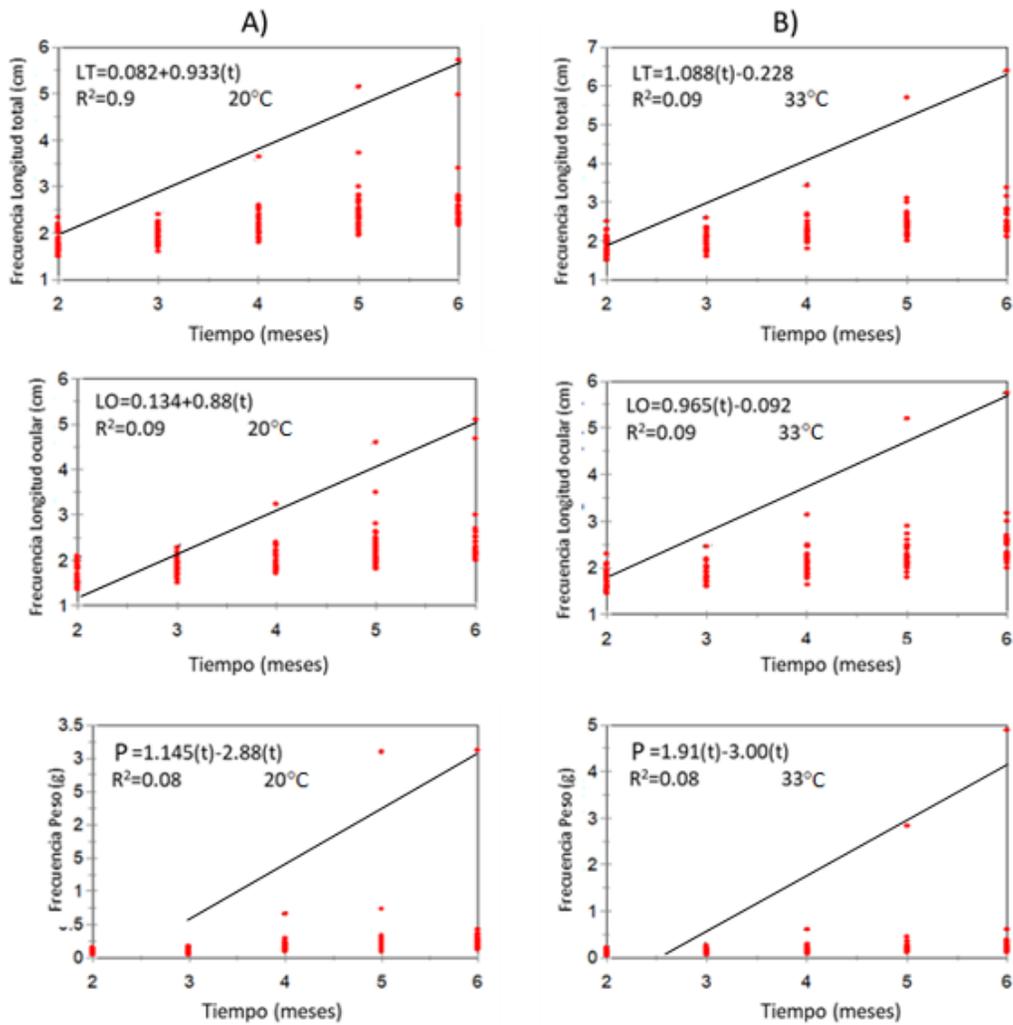


Figura 14.- Longitud total (LT), Longitud ocular (LO) y peso (P) durante cada mes de crianza (2=febrero, 3=marzo, etc.) para *M. americanum* sometidos a temperaturas constantes de A) 20°C y B) 33°C. Cada línea de regresión se calculó con el langostino más grande medido cada mes.

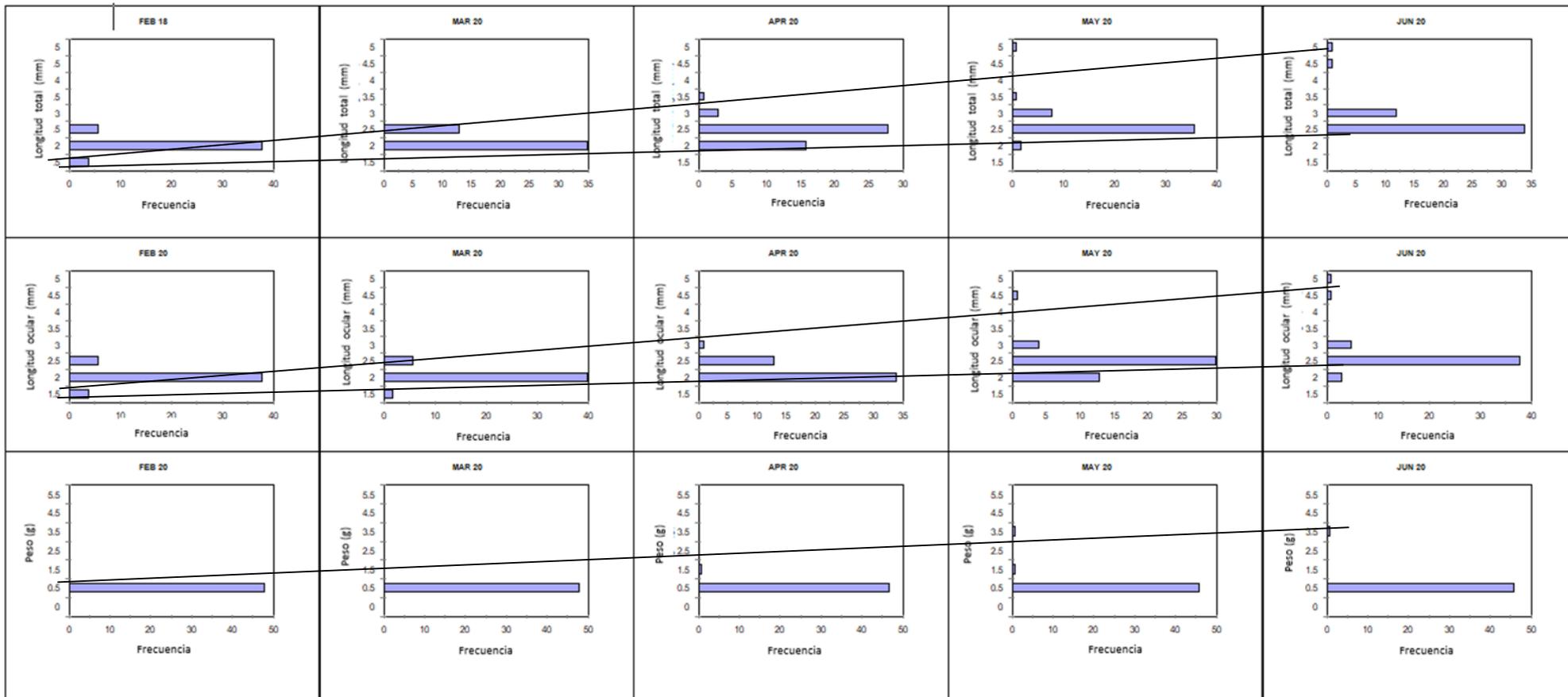


Figura 15.- Crecimiento de *M. americanum* basado en el desplazamiento modal de febrero a junio en longitud total (mm), longitud ocular (mm), y peso (g) a 20°C. La línea representa a los organismos de máximo crecimiento, $L_t = 0.445 + 1.055 (t)$; $L_o = 0.5 + 1.0 (t)$; $P = 0.655 (t) - 0.155$, y a los de mínimo crecimiento.

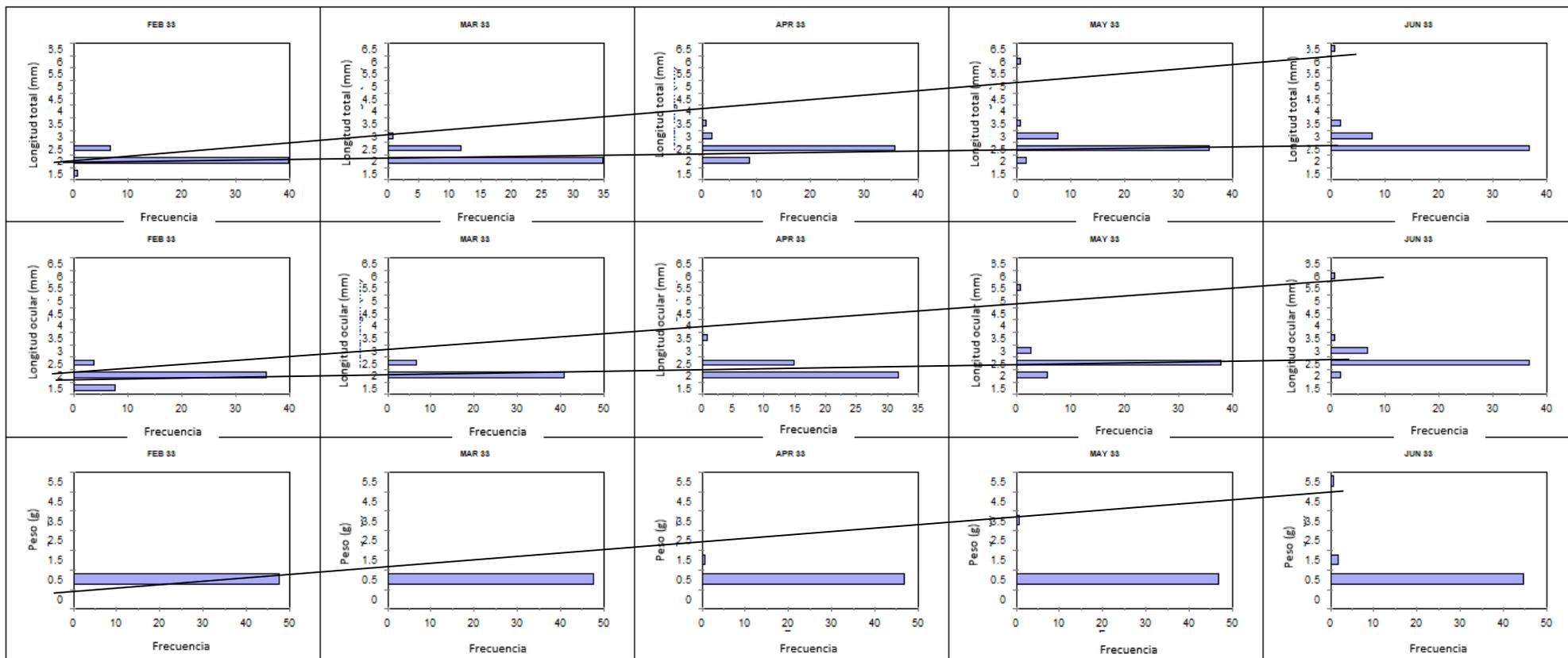


Figura 16.- Crecimiento de *M. americanum* basado en el desplazamiento modal de febrero a junio en longitud total (mm), longitud ocular (mm) y peso (g) a 33°C. Las líneas representan a los organismos de crecimiento máximo, $L_t = 0.25 + 1.25(t)$; $L_o = 0.375 + 1.125(t)$; $P = 1.097(t) - 0.5975$, así como, crecimiento mínimo.

Tabla 5.- Promedios de las Tasas de crecimiento de *M. americanum* y *M. rosenbergii* por varios autores.

Autor	Especie	Medición	Condiciones de T°C y densidades	Tasa (mm/día) (g/día)	Tasa (mm/mes) (g/mes)	Tasa (cm/día)	Tasa (cm/mes)	Tiempo Observado (días)
Díaz (1982) en Holtschmit, 1988	<i>M. americanum</i>	LT	8.4 org/m ²	0.1	3	0.01	0.3	160
Rodríguez de la Cruz (1967)	<i>M. americanum</i>	LT	No indicadas	0.78	23.4	0.078	2.34	45
Holtschmit (1985) en Holtschmit (1988)	<i>M. rosenbergii</i>	LT	4.3 org/ m ² 0.7 org/m ²		21	0.07	2.1	135
Datos del autor	<i>M. americanum</i>	LT	1 org/8.75 L, 20 °C 1 org/4.38 L, 20 °C 1 org/8.75 L, 33 °C 1 org/4.38 L, 33 °C	0.064 0.079 0.053 0.068	1.925 2.38 1.595 2.045	0.0064 0.0079 0.0053 0.0068	0.1925 0.238 0.1595 0.2045	150

Tabla 6.- Tasas de crecimiento en Longitud Ocular (LO, cm) y Longitud Total (LT, cm) de *M. americanum* durante el período experimental (5 meses).

Medición	Condiciones de Temperatura y densidad	Tasa de crecimiento (mm/día) (gr/mes)	Tasa de crecimiento (mm/mes) (gr/mes)	Tasa de crecimiento (cm/día)	Tasa de crecimiento (cm/mes)	Tiempo Observado (días)
LO	T= 20 °C D= 8	0.0588	1.765	0.000588	0.1765	150
LO	T= 20 °C D= 16	0.0646	1.940	0.006466	0.194	150
LO	T= 33 °C D= 8	0.0478	1.435	0.00478	0.1435	150
LO	T= 33 °C D= 16	0.0635	1.905	0.00635	0.1905	150
LT	T= 20 °C D= 8	0.0641	10925	0.0064	0.1925	150
LT	T= 20 °C D= 16	0.0793	2.380	0.00793	0.238	150
LT	T= 33 °C D= 8	0.05531	1.595	0.00531	0.1595	150
LT	T= 33 °C D= 16	0.0681	2.045	0.00681	0.2045	150
P	T= 20 °C D= 8	0.00125	0.0375	----	----	150
P	T= 20°C D= 16	0.00113	0.034	----	----	150
P	T= 33 °C D= 8	0.00101	0.0305	----	----	150
P	T= 33 °C D= 16	0.00231	0.0695	----	----	150

9.4 Supervivencia

Durante el experimento se obtuvo una supervivencia del 100% en relación a todos los diferentes tratamientos a los que fueron sometidos los organismos y durante el tiempo del mismo.

X. DISCUSIÓN

El análisis de la varianza de la Longitud Ocular (LO), en la que se comparó los promedios de esta variable respecto de las temperaturas, las densidades; el tiempo y las interacciones entre tiempo y densidad, tiempo y temperatura, densidad y temperatura, y tiempo, densidad y temperatura; mostró que no existen diferencias significativas en los promedios para esta variable entre las dos diferentes temperaturas (20 y 33 °C) del experimento (g.l: 1, 460; P= 0.583), lo cual se puede considerar como un hecho notable por tratarse de organismos poiquilotermos expuestos a temperaturas extremas y se esperaría que aquellos que estuvieron a mayor temperatura deberían de haber crecido más. Los únicos factores que resultaron significativos fueron la densidad y el tiempo (g.l: 1, 460; P= 0.012 y g.l 4, 460 P < de 0.0001 respectivamente) lo cual se puede observar en las Figuras 2 y 3, en donde se puede apreciar que el crecimiento en longitud ocular, contrario a lo que pudiera esperarse, fue mayor a una densidad de 16 organismos por acuario que a la de 8 organismos por acuario. El ANOVA de la tasa de crecimiento en Longitud Ocular indicó que no existen diferencias significativas, en la tasa de crecimiento promedio ni respecto de la interacción entre temperatura y densidad (g.l: 1, 4; P=0.580) ni respecto de las temperaturas, (g.l: 1, 4; P=0.478), ni de las densidades (g.l: 1, 4; P=0.244).

El Análisis de la Varianza (ANOVA) de la Longitud Total (LT) en que se comparó los promedios de dicha variable respecto de las temperaturas, las densidades; el tiempo y las interacciones entre tiempo y densidad, tiempo y temperatura, densidad y temperatura, y tiempo, densidad y temperatura; mostró que no existen diferencias significativas en los promedios (Figura 5) para esta variable entre las dos temperaturas diferentes (20 y 33°C) del experimento (g.l: 1, 460; P=0.584), lo cual coincide con el dato de la Longitud ocular y resulta interesante el hecho de que a pesar de ser condiciones muy diferentes de temperatura, este crecimiento no mostró datos significativos. Los únicos factores que resultaron significativos fue la densidad y el tiempo (g.l: 1, 460; P=0.031, y

g.l: 4, 460; $P < 0.0001$ respectivamente), lo cual se puede observar en la Tabla 1 y en las Figuras 6 y 7. El ANOVA de la tasa de crecimiento en Longitud total mostró que existen diferencias significativas en la variación de temperaturas y densidades (g.l: 1, 38; $P = 0.0001$).

Al realizar el Análisis de Varianza del incremento en Peso (P) en *M. americanum* se compararon los promedios de esta variable respecto de las temperaturas, las densidades, el tiempo, y las interacciones entre tiempo y densidad, tiempo y temperatura, densidad y temperatura, y tiempo, densidad y temperatura, se vio que no existen diferencias significativas en los promedios (Figura 9) para esta variable entre las dos temperaturas diferentes (20 y 33°C) del experimento (g.l: 1, 41.886 $P = 0.365$), lo cual coincide con los datos obtenidos de Longitud ocular y Longitud total en donde se obtuvieron resultado idénticos. En este caso el único factor que resultó significativo en el análisis fue el tiempo (Figura 11) (g.l: 4, 459 $P < 0.001$) lo cual se puede observar en la Tabla 4. En el caso de la densidad contra el incremento en peso, el análisis indicó que no hay significancia (g.l: 1, 459; $P = 0.098$) en relación al peso, lo cual difiere con los datos de Longitud ocular y Longitud total en donde los datos si son significativos. El análisis de varianza de la tasa de crecimiento en peso indicó que existen diferencias significativas en la variación de temperaturas y densidades ($P > 0.0001$).

La sobrevivencia fue del 100 % lo cual es contradictorio debido a que se considera a esta especie muy agresiva, y por lo mismo se esperaba que hubiera un porcentaje considerable de mortalidad por efecto de su relación intraespecífica, lo cual no sucedió, durante esta etapa de su desarrollo. Nhan *et al.*, 2009 menciona que la densidad puede tener efectos determinantes en la supervivencia, el excedente de alimento en los cultivos de juveniles podrían afectar directamente a los organismos, es por eso que a densidades bajas de cultivo la supervivencia será mayor.

Los datos de las tasas de crecimiento dados por otros autores (Tabla 5) a pesar de no contar con información sobre las condiciones en que se obtuvieron, por ejemplo la temperatura y la densidad en algunos casos, se consideran altas con respecto a las obtenidas en este estudio (Tabla 6), sin embargo, la correspondencia entre nuestros datos sobre el crecimiento en LO, LT y P para las diferentes condiciones y réplicas a través del tiempo, nos da mayor seguridad sobre la certeza de las mismas. Una razón a considerar en los resultados de crecimiento en este estudio es el alimento, es uno de los factores más importantes que afectan el desarrollo, así también el tipo de cultivo, factor de conversión, y composición del organismo cultivado (Gupta *et al.*, 2007). *Artemia* sp., que fue uno de los alimentos proporcionados, es considerado el mejor alimento vivo y con mayor aceptación para *Macrobrachium*, existen variaciones en los valores nutrimentales en el alimento vivo proporcionado para estas especies, sin embargo, los nauplios de *Artemia* contienen comparativamente altos niveles de proteínas (55%) y lípidos (21%), que pueden proporcionar un mayor crecimiento tanto en talla como en peso (Lavens *et al.*, 2001; Tangvuthipong & Damrongphol, 2006; Nhan *et al.*, 2009; Cortés-Jacinto *et al.*, 2009). Para el género *Macrobrachium* es difícil encontrar alimento balanceado de marcas comerciales formulados entonces por lo regular, actualmente se trabaja con alimento para camarón marino, el cual permite crecimientos, a pesar de no ser los adecuados para cada especie de *Macrobrachium*, por esto es que las dietas deben ser suplementadas para el consumo de estos organismos con alimentos vivos

XI. CONCLUSIONES

1.- El análisis de varianza de los datos de *M. americanum* en longitud ocular (LO), longitud total (LT) y en incremento en peso (P), coincidió en mostrar que no existen diferencias significativas en los promedios de estas tres mediciones, en relación a las dos diferentes temperaturas (20 y 33°C) durante el experimento (P=0.583; P=0.584 y P=0.635, respectivamente).

2.- Los datos de crecimiento para ambas temperaturas fueron similares, al tratarse de un organismo poiquilotermo sometido a temperaturas diferentes, esto se puede explicar con los hábitos migratorios que presenta *M. americanum* en su medio natural.

3.- Del análisis de varianza realizado, el factor densidad resultó significativo en cuanto a los datos de longitud ocular y longitud total ($P=0.012$ y $P=0.031$, respectivamente) y no en la tasa de crecimiento en estas dos. Los juveniles presentaron mayor crecimiento a densidades de 16 organismos/acuario respecto a la de 8 organismos/acuario. Los datos de incremento en Peso (P) no resultaron significativos con respecto a la densidad ($P= 0.098$).

4.- Los datos de las tasas de crecimiento obtenidos por otros autores se consideran mayores con respecto a los resultados obtenidos en este estudio; sin embargo, la correspondencia entre los datos de crecimiento en LO, LT y P, para las diferentes condiciones y réplicas en el tiempo validan los resultados obtenidos.

5.- La sobrevivencia de los juveniles de *M. americanum* durante el experimento de cinco meses fue de 100%, lo que es interesante en cuanto a que se considera a esta especie como agresiva en sus relaciones intraespecíficas con efectos de canibalismo acentuado, por lo tanto la hipótesis presentada, se confirmó.

6.- En lo que se refiere a la segunda parte de la hipótesis con respecto a la tasa de crecimiento en comparación con *M. rosenbergii* se rechaza, debido a que la tasa de crecimiento en *M. americanum* fue menor a la presentada para *M. rosenbergii*.

XII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, R.M.D., Cabrera P.J. y Solano, L.Y., 1996. Morfometría, época reproductiva y talla comercial de *Macrobrachium americanum* (Crustacea: Palaemonidae) en Guanacaste, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 44(1), pp. 127-132.
- Arana, M.F., 1974. Experiencias sobre el cultivo de langostino (*Macrobrachium americanum* Bate). En el Noroeste de México. Simposio FAO/Carpas sobre acuicultura en América Latina., Montevideo, Uruguay.
- Arana, M.F., 1980. Datos sobre el cultivo del langostino asiático (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) en México. Departamento de Pesca, 2º Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Tomo I. pp. 623.
- Arroyo-Renteria, G. y Magaña-Ríos, L., 2001. Contribución al conocimiento de las especies de *Macrobrachium* y *Atya* con especial referencia a los langostinos en el cauce del río baluarte. Tesis de licenciatura en biología pesquera, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Bauer, R., 2011. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits evolutionary origins and an unusual case of amphidromy. En Asakura, A. (ed.), New frontiers in crustacean biology, Proceedings of The Crustacean Society summer meeting, Brill, Leiden, Tokyo, pp. 145-156.
- Cabrera-Jímenez, J.A., Chávez C. y Martínez, C., 1979. Fecundidad y Cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnología, Univ. Nac. Autón. Méx. Zool., 50(1):127-152.
- Cortés-Jacinto, E., Campa-Córdova, A.I., Ascencio, F., Villareal-Colmenares, H. y Holguín-Peña, R.J., 2009. The effect of protein and energy levels in diet on the antioxidant activity of juvenile redclaw *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), Hidrobiológica, 19(2): 77-83.
- D'Abramo, L., Ohs, C., Fondren, M., Steeby, J., y Posadas, B., 2003. Culture of freshwater prawns in temperate climates: management practices and economics. División de Agricultura, Silvicultura y Medicina Veterinaria,

Universidad Estatal de Mississippi, State University, Boletínulletin 1138, Starkeville.

FAO, 2004. Programa de información de especies acuáticas. *Macrobrachium rosenbergii*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de New, M. B. enIn: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium_rosenbergii/es. (Acceso: 24 de enero de 2019).

García-Guerrero, M.U. y Molina, A.J.P., 2008. Density and shelter influence the adaptation of wild juvenile cauque prawns *Macrobrachium americanum* to culture conditions. North American Journal of Aquaculture, 70(3):343-346.

García-Guerrero, M.U., Becerril-Morales, F., Vega-Villasante, F. y Espinosa-Chaurand, L.D., 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. Lat. Am. J. Aquat. Res., 41(4): 651-675.

Goodwin, L. y Hanson, J.A., 1975. The Aquaculture of the Fresh Wwater Prawn farming in the western hemisphere. State oh the art reviews and status assessments. Dowder, Hutchinson Ross, Inc. England, p. 439 p (*Macrobrachium* species). Oceanic Institute. Honolulu, Hawaii. 2.1-2.5.

Gupta, A., Singh, H. y Kaur, G., 2007. Growth and carcass composition on giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), fed different isonitrogenous and isocaloric diets, Aquaculture Research, 38: 1355-1363.

Guzmán M. y Kensler C., 1978. Los langostinos del género *Macrobrachium* en México. (Resumen). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnología. Univ. Nac. Autón. Méx., p. 11.

Hernández M.L.G, 2007. Revisión sistemática del género *Macrobrachium* (Decapoda:Palemonidae) de la Península de Baja California, México. Tesis. Centro de Investigaciones Bilógicas del Noroeste, S. C. pp. 133.

- Holthuis, L.B., 1980. FAO species catalogue, volume I. Shrimps and prawns of the world (an annotated catalogue of species of interest to fisheries). FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), p. Fisheries Synopsis 125.
- Holtschmit, M.K., 1988. Manual Técnico para el Cultivo y Engorda del Langostino Malayo. Se. Pesca. FONDEPESCA, pp. 21-22-29-30-32-87-89.
- INAPESCA, 2018. Acuicultura Langostino Malayo, Acuicultura comercial. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-langostino-malayo>. (Acceso: 5 de junio de 2019).
- Jones, C. y Ruscoe, I., 2000. Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens Decapoda: Parastacidae, cultured under earthen pond conditions. *Aquaculture*, 189:63–71.
- Lavens, P., Thongrod, S. y Sorgeloos. 2001. Larval prawn feeds and the dietary importance of Artemia. En: New M. B. and Valenti W. C. (Editores) *Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii*. Wiley-Blackwell Oxford, UK, p. 91-111.
- Mather, P. y de Bruyn, M., 2003. Genetic diversity in wild stocks of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*): implications for aquaculture and conservation. *NAGA, World Fish Center Quarterly*, 26(4):4–7.
- McDowall, R. 2007. On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. *Fish*, 8: 1-13.
- Murphy, N. y Austin, C., 2005. Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): biogeography, taxonomy, and the convergent evolution of abbreviated larval development. *Zoologica Scripta*, 34(2):187–197.
- Naranjo-Paramo, J., Hernandez-Llamas, A. y Villarreal, H., 2004. Effect of stocking density on growth, survival, and yield of juvenile redclaw crayfish

- Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery ponds. *Aquaculture*, 242:197–206.
- New, M.B. y Singholka, S., 1984. Cultivo de camarón de agua dulce. [Culture of freshwater shrimp.] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Documento Técnico de Pesca, pp. 225.
- Nhan, D.T., Wille, M., Than Hung, L. y Sorgeloos, P., 2009. Effects of larval stocking density and feeding regime on larval rearing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), *Aquaculture*, 300: 80-86.
- Norzagaray C.M., Muñoz S.P., Sánchez V.L., Capurro F.L. y Llánes C.O., 2012. Acuicultura: estado actual y retos de la investigación en México, *Revista AquaTIC*, 37, pp. 20-25.
- Ponce-Palafox, J.T., Arana-Magallón, F.C., Cabanillas-Beltrán, H., Esparza-Leal, H., y de Blas, I., 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico Americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1868). In I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA, pp. 534-546.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1967. Contribución al conocimiento de los Palemónidos de México: III Palemónidos del Golfo de California, con notas sobre la biología de *Macrobrachium americanum* Bate., *Un. Inst. Nac. Invertir. Biol.-Pesq.*, 8: 157.
- Román-Contreras, R. Ortega, A.L. y Mejía L.M., 2000. *Macrobrachium vicconi*, new species a freshwater shrimp from a rain forest in sotheast Mexico, and compairson with congeners (Decapoda: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 20:186-194.
- Smitherman, R.O., Moss, D.D. y Díaz, E.L., 1974. Observations on the biology of *Macrobrachium americanum* bate from a pond environment in Panama. En: Ayles GB, Brett JR. eds. *Proceedings of the Fifth Annual Meeting [of the] World Mariculture Society held at Charleston, South Carolina, January, 21-25:29-40.*

- Tangvuthipong, P. y Damrongphol, P., 2006. 5-Hydroxytryptamine enhances larval development of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, *Aquaculture*, 251:567-572.
- Valencia, D. y Campos, M., 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia, *Zootaxa*, 1456, pp. 1-44.
- Vega-Villasante, F., Espinosa-Chaurand, L.D., Yamasaki-Granados, S., Cortés-Jacinto, E., García-Guerrero, M., Cupul-Magaña, A., Nolasco-Soria, H. y Guzmán-Arroyo, M., 2011a. Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum*: engorda en estanques semirrústicos. Universidad de Guadalajara y COECYTJAL, México.
- Vega-Villasante, F., Martínez-López, E., Espinosa-Chaurand, L., Cortés-Lara, M., y Nolasco-Soria, H., 2011b. 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*, pp. 581-588.
- Vega-Villasante, F., García-Guerrero, M.U., Cortés-Jacinto, E., Yamasaki-Granados, S., Montoya-Martínez, C.E., Vargas-Ceballos, M.A., Chong-Carrillo, O., Rubio-Padilla, M.A., Guzmán-Arroyo, M., Carrillo-Farnés, O.V., Espinosa-Chaurand, L.D. y Nolasco-Soria H.G., 2014. Los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*: biología, ecología y explotación. En Cifuentes, J.L. y Cupul-Magaña, F.B (ed.), *Temas sobre Investigaciones Costeras*. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. pp. 273-215.
- Zar, J. H., 1999. *Bioestatistic Analysis*. 4^a Edition, Editorial. Interactive Composition Corporation, pp. 177-185.

XIII. ANEXOS

ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 1.- Ejemplar macho de *M. americanum* con un peso de 495g (foto del autor).



Foto 2.- Captura de *M. americanum* en su medio natural en el Río Coyuca, Guerrero (foto del autor).



Foto 3.- Captura nocturna con red de cuchara de juveniles de *M. americanum* en el Río Aguas Blancas, Guerrero (foto del autor).



Foto 4.- Captura de juveniles de *M. americanum* con trampa fija en el Río Coyuca, Guerrero (foto del autor).



Foto 5.- Captura de juveniles *M. americanum* con trampas fijas en el Río Coyuca, Guerrero (foto del autor).

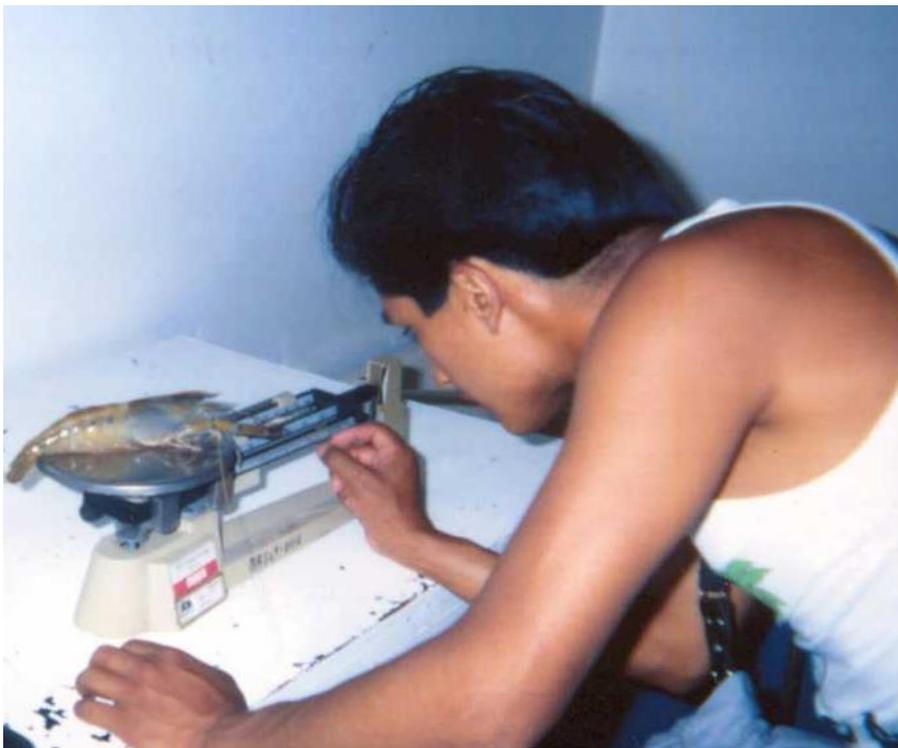


Foto 6.- Control biométrico de ejemplares reproductores de *M. americanum* en el Centro Productor de Postlarvas "El Carrizal" (foto del autor).



Foto 7.- Medición de variables ambientales durante el experimento de *M. americanum*.

ARTICULOS DERIVADOS DE LA TESIS

North American Journal of Aquaculture 66:158–161, 2004
© Copyright by the American Fisheries Society 2004

TECHNICAL NOTES

Rearing of the Cauque Prawn under Laboratory Conditions

H. C. ARANA-MAGALLÓN

Departamento El Hombre y su Ambiente,
Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, Calzada del Hueso 1100,
Vía Quintana, México 04960, Distrito Federal, México

A. A. ORTEGA-SALAS*

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Universidad Nacional Autónoma de México, Calzada José M. Carrasco s/n,
Mazatlan 82240, Sinaloa, Apartado Postal 211, México

Abstract.—Postlarvae of the cauque prawn *Macrobrachium americanum* were reared for 4 months under laboratory conditions at 20°C and 33°C. Four hundred 50-d-old postlarvae were stocked into eight 70-L aquaria. A balanced commercial feed containing 40% protein was supplied daily at 9–20% of body weight during the first 2 months and at 3–5% of body weight during the final 2 months. Live brine shrimp *Artemia* spp. were also provided as food. The growth of the cauque prawns was greater at 33°C than at 20°C but did not differ significantly over the study period. Knowledge of cauque prawn rearing requirements under artificial conditions is important for the production of juveniles as stock for large-scale prawn culture.

Twenty-five of the 100 species of prawn *Macrobrachium* live in North America and South America (New and Singholka 1984). The cauque prawn *M. americanum* lives along the Pacific Ocean in western basin rivers from the Gulf of California, Mexico to northern Peru and the Galápagos and Cocos islands (Holthuis 1952; Holtschmit 1983). It is one of the largest prawns, measuring 260 mm total length and weighing as much as 500 g. The cauque prawn is an important source of food and income in Mexico (Rodríguez de la Cruz 1967). A lack of postlarvae prevents the culture of this species.

This paper presents basic information on the growth and survival of cauque prawn postlarvae reared in the laboratory for the purpose of increasing knowledge of the species' culture requirements.

Our study was performed over a 4-month period (February 14 through June 17, 1999) at the School of Biological Sciences and Health at the Xochimilco Unit of the Metropolitan Autonomous Uni-

versity, Mexico City. Fifty-day-old postlarvae were obtained from the Carrizal Laboratory in the state of Guerrero and transported to Mexico City in aerated plastic bags packed in polyurethane boxes. Eight 70-L aquaria were each stocked with 60 prawns; four of the tanks were supplied with 20°C water, and four were supplied with 33°C water.

Each aquarium was equipped with 6-cm, polyvinyl chloride (PVC) shelters, an individual filter, a thermostat, 0.25-cm pebble substrate, and a half-section of 35-cm PVC used as a feeder. All tanks had artificial light for 8 h/d. Remains of food and solid organic residue were siphoned daily. Ten percent of the water volume was exchanged every third day. Prophylactic treatments with a 5 min bath of 1% methylene blue were given each month.

A balanced commercial prawn feed (Inagostino chow, Purma) containing 40% protein, 12% moisture, 8.2% fat, 5% fiber, and 10% ash was supplied daily during the first 2 months at 9–20% of body weight, then reduced to 3–5% of body weight during the final 3 months. Live brine shrimp *Artemia* spp. were also supplied to the tanks. Length and weight measurements and total counts were conducted monthly.

Figure 1 depicts the relationships between total length (cm) and weight (g), orbital length (cm) and weight, and total length and orbital length of cauque prawns reared at 20°C and at 33°C. For all relationships, the slope was higher for the 33°C group than for the 20°C group, indicating that for a given length, weight was heavier at 33°C. Survival was 100% under both temperature treatments.

The size of the largest prawns at the end of the experimental period was greater in the 33°C group than in the 20°C group (Figures 1, 2). However, analysis of variance showed that growth from February to June did not significantly differ between

* Corresponding author: orsal@unam.mx

Received June 25, 2003; accepted October 21, 2003

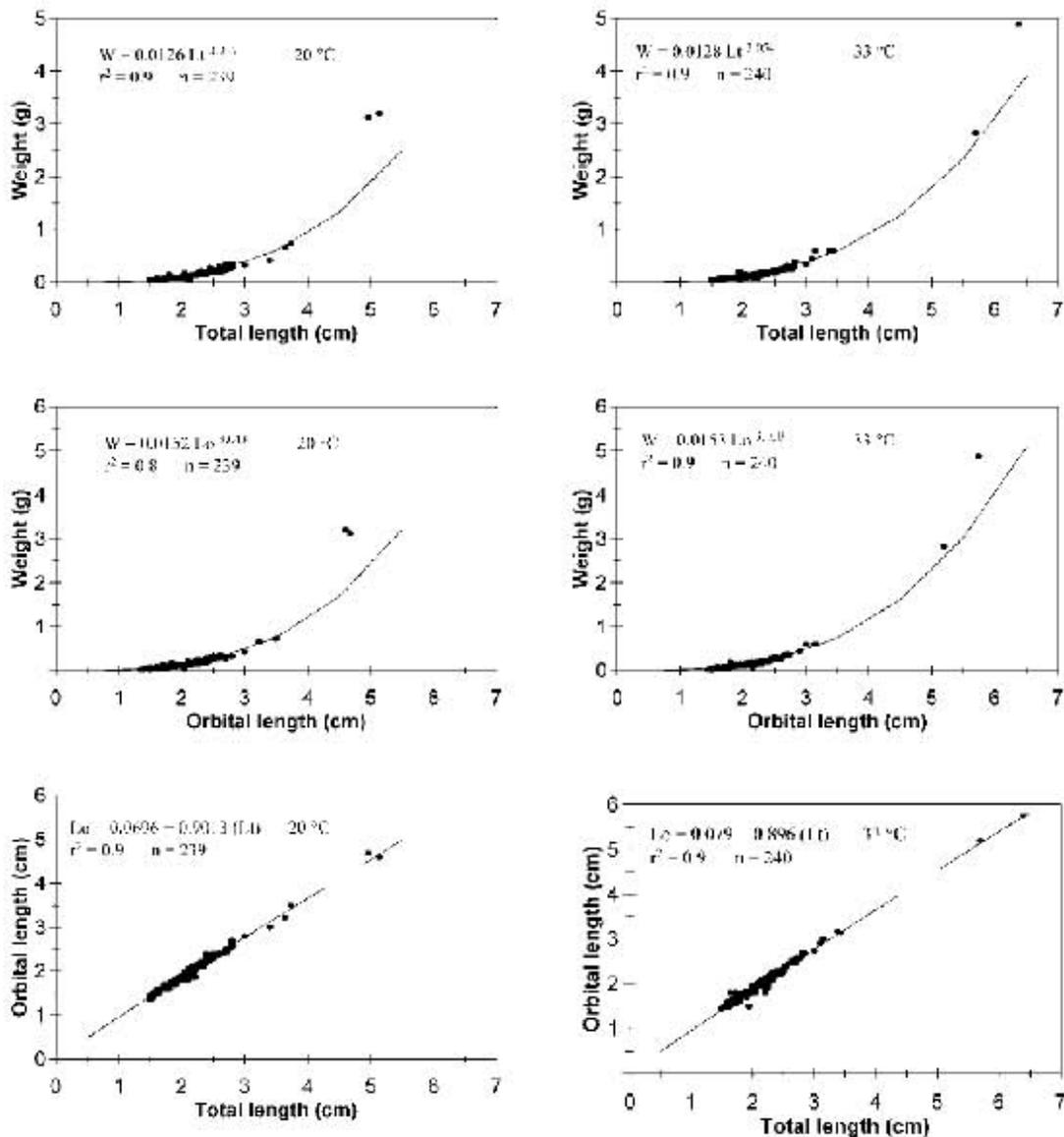


FIGURE 1.—Regressions of total length (L_t) versus weight (W), orbital length (L_o) versus weight, and total length versus orbital length for caque prawns reared at 20°C and 33°C for 4 months.

the 20°C and 33°C groups in terms of total length ($df = 1, 460; P = 0.584$), orbital length ($df = 1, 460; P = 0.583$), or weight ($df = 1, 418; P = 0.365$).

Postlarvae usually migrate from downstream areas near the sea, with temperatures between 28°C and 33°C and salinity levels around 15‰, to higher freshwater streams in the mountains, with temperatures below 20°C and 0‰ salinity. In our study, postlarvae of about 50 d and 15 mm were

already adapted to freshwater and were successfully reared at either 20°C or 33°C.

Holtzman (1988) reported in a comparison table that the caque prawn demonstrates a growth rate of 0.1 mm/d, although the author did not describe the experimental basis for this result. In our study, the growth rate (total length) of juveniles varied from 1.0 to 1.088 mm/month (0.03 mm/d). At 33°C, the caque prawns grew to 6.39 cm in total length, 5.75 cm in orbital length, and 4.89 g

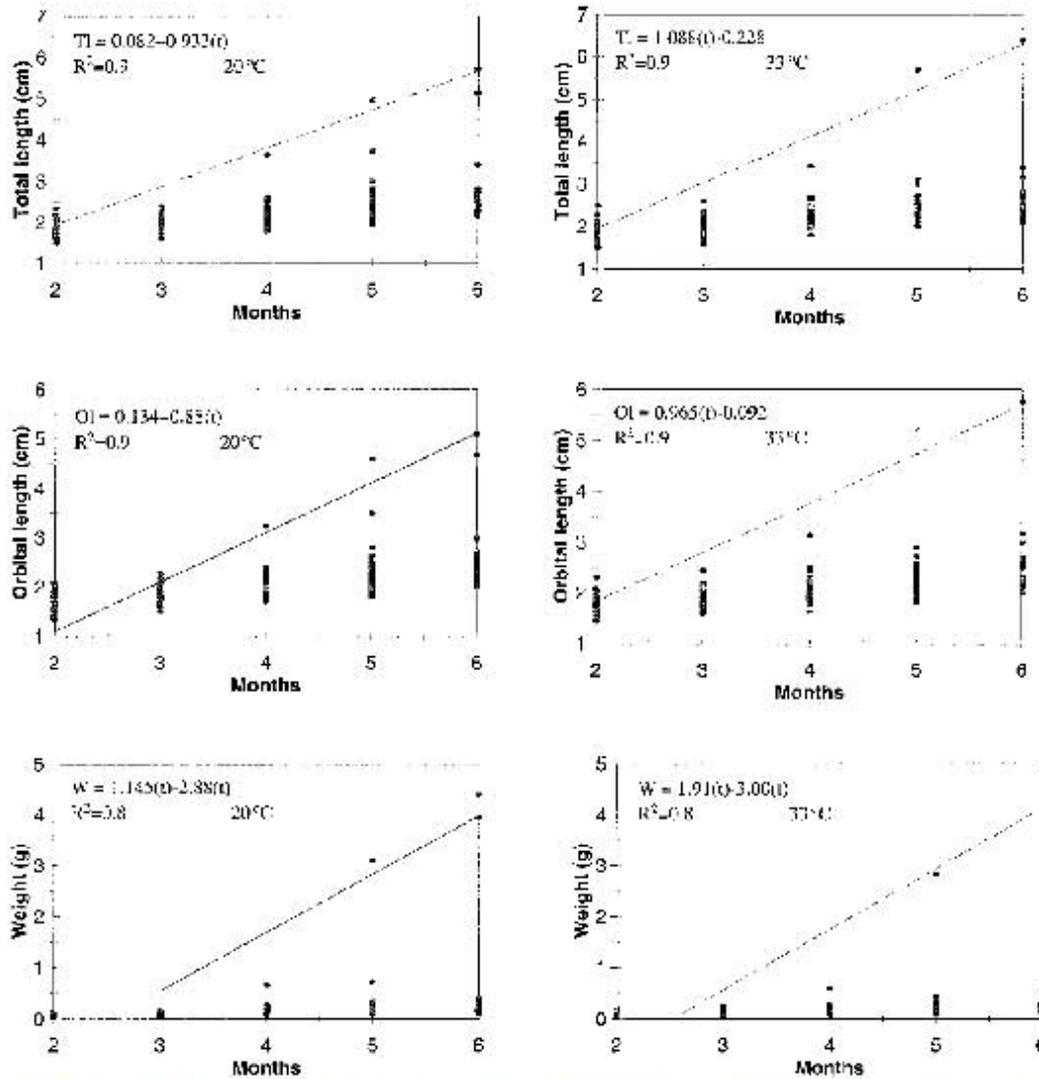


FIGURE 2.—Total length (T_L), orbital length (T_o), and weight (W) during each month of rearing (2 = February, 3 = March, and so forth) for caque prawns subjected to constant 20°C or 33°C temperatures. Each regression line was calculated with the largest prawn measured within each month.

in weight during the 4 months of the study (Figures 1, 2). Males of this species can attain a length of 26 cm and can weigh as much as 500 g (Arana 1974). However, Cabrera et al. (1979) mentioned that caque prawns showed a growth rate lower than those exhibited by the giant river prawn *M. rosenbergii* or the chacal *M. tenellum* (between 70 d and 280 d) under laboratory conditions.

We found no mortality during our experiment, even though density was considered high. However, growth was insufficient, and this species may

require more space and vertical substratum during rearing to increase growth. The information on postlarval growth and survival obtained here will be useful for any attempt to produce juveniles as stock for large scale prawn culture operations.

Acknowledgments

The authors thank A. Nuñez P. for his enthusiastic participation in this work, and C. Ramirez for her collaboration.

References

- Arana, M. T. 1974. Experiencias sobre el cultivo de langostino (*Macrobrachium americanum* Bate) en el Noroeste de México. (Experiments on culture of *Macrobrachium americanum* Bate in northeastern México). Pages 139-147 in H. K. Dupree, K. S. Price, Jr., W. N. Shaw, and K. S. Tanberg, editors. Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina, volume 1. Documentos de investigación. FAO, Rome.
- Cabrera, J. A., C. Chávez, and C. Martínez. 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* Smith en el laboratorio. [Fecundity and culture of *Macrobrachium tenellum* Smith in the laboratory.] Pages 127-152 in B. Villa-Ramírez, editor. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 50, Serie Zoología (1).
- Hellhaus, L. B. 1952. A general review of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas, II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Foundation, Los Angeles, California.
- Holtzman, M. K. II. 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. [Technical manual for the culture and fattening of the Malay shrimp.] Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero, Secretaría de Pesca, Talleres Gráficos de la Nación, Mexico City.
- New, M. D., and S. Singholka. 1984. Cultivo de camarón de agua dulce. [Culture of freshwater shrimp.] Food and Agriculture Organization of the United Nations, Documento Técnico de Pesca 225, Rome.
- Rodríguez de la Cruz M. C. 1967. Contribución al conocimiento de los palaemonidos de México, III. Palaemonidos del Golfo de California, con notas sobre la biología de *Macrobrachium americanum* Bate. [A contribution to understanding the palaemonids of México. III. Palaemonids of the Gulf of California, with notes on the biology of *Macrobrachium americanum* Bate.] Pages 375-380 in M. N. Mistakidis, editor. FAO World Scientific Conference on the Biology and Culture of Shrimp and Prawns. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Mexico City.

Comparación de la tasa de crecimiento y sobrevivencia entre las especies de "langostino": *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) y *M. rosenbergii* (de Man, 1879) en cautiverio.

Growth rate and survival comparison between prawn species *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) and *M. rosenbergii* (de Man, 1879)

F. Arana-Magallón* J. Sánchez-Robles* R. Pérez-Rodríguez*
A. Ortega-Salas** y V. Vicente-Velázquez*

*Departamento El Hombre y su Ambiente, División de C.B. S. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calz. Del Hueso 1100; Col Villa Quietud, C.P. 04960, México, D.F. **Unidad Académica Mazatlán, ICML-UNAM, Calzada Joel M. Camarena s/n Apdo. Post 811, Mazatlán 82240, Sinaloa, México, Tel.-(66-99-985-28-45)

RESUMEN

A partir de su introducción en México el «langostino» de origen asiático *Macrobrachium rosenbergii* adquirió mucho interés, por lo que se relegó el estudio de otras especies nativas de importancia, como es el caso de *Macrobrachium americanum*. Es por esto que la intención del presente trabajo fue la de retomar la investigación sobre esta última especie y su comparación en crecimiento y sobrevivencia con la especie alóctona. El estudio de tipo exploratorio se realizó en laboratorio utilizando post-larvas de ambas especies, sobre un diseño «completamente al azar» con factorial 2 x 2 x 2, en donde se compararon tres factores: temperatura, densidad de carga y la comparación entre especies. La temperatura se estudió en dos niveles extremos: 33°C y 20°C y para la densidad se utilizaron dos niveles: 16 organismos/acuario de 70 l y 8 organismos/acuario similar. Las variables dependientes fueron: la tasa de crecimiento medida en peso/gr tiempo y longitud/mes/tiempo y la sobrevivencia como el porcentaje del número de organismos al final del estudio. El procesamiento estadístico requirió un Análisis de la Varianza (ANDEVA) con siete interacciones. El experimento se mantuvo en acuarios durante cinco meses. Las densidades utilizadas en ninguno de los casos mostraron efectos significativos para el crecimiento, mientras que la temperatura sí lo fue. El crecimiento en Longitud Total de *M. rosenbergii* mostró diferencia entre 20° y 33°C, con efecto muy superior de ésta última, mientras que *M. americanum* no presentó un efecto significativo entre ambas temperaturas, con ventaja sobre *M. rosenbergii*, solamente a 20°C, lo que indica su mejor adaptación a bajas temperaturas. El crecimiento en Longitud Orbital, de *M. rosenbergii* es marcadamente superior a 33°C mientras que *M. americanum* mostró la misma tendencia de crecimiento, en ambas temperaturas. El crecimiento en peso de, *M. rosenbergii* fue marcadamente mejor a 33°C superando a *M. americanum* a partir del segundo mes. La sobrevivencia en *M. americanum* fue de 100% en las cuatro combinaciones de temperatura y densidad, mientras que en *M. rosenbergii* fue menor al 50%, con sobrevivencia promedio del 12.5% en densidad de 8 organismos, con 20°C y en las demás condiciones osciló entre 40.6 y 43.7%. **Palabras clave:** «langostinos», Laboratorio, *Macrobrachium americanum*, *M. rosenbergii*, Crecimiento y Sobrevivencia

ABSTRACT

Since introduction of asiatic prawn *Macrobrachium rosenbergii* to Mexico this species became of great interest so that the studies of other native species were abandoned such as *M. americanum*. This research deals with a growth rate and survival comparative study between the two mentioned crustaceans. The study was an exploratory one made in laboratory using both species post-larvae establishing a design where temperature and density of organisms comparisons were estimated between these two prawns. Temperature was studied at two extreme levels 33°C and 20°C and for density also two levels were examined such as sixteen organisms per a 70 litres aquarium and eight organisms per a similar container. Dependent variables were growth rate expressed in weight grams through time and length trough time per month; and survival was estimated as the final amount of organisms at the end of experiment. Statistical procedures required of a seven interaction analysis. Experiment was maintained in aquariums for five months. Used densities of organisms did not show important effects about growth but temperature did. *M. rosenbergii* total length growth showed differences between 20°C and 33°C with a very significant one of the last value meanwhile *M. americanum* did not show any significant difference between the two considered temperatures. *M. rosenbergii* orbital length growth was notably superior at 33°C mean while *M. americanum* showed the same growth tendency at both temperatures. *M. rosenbergii* weight increase was clearly noted at 33°C and better than *M. americanum* from of second month. *M. americanum* survival was of 100% with four combinations of temperature and density but in *M. rosenbergii* it was less than 50% with an average survival of 12.5% in an eight organisms density at 20°C although in other conditions it was between 40.6 and 43.7%. **Key words:** Prawns, laboratory, *Macrobrachium americanum*, *M. rosenbergii*, Growth, Survival.

INTRODUCCIÓN

Los crustáceos del género *Macrobrachium* presentan una amplia distribución en México, principalmente en las zonas costeras de ambos litorales, en los cuales constituyen un recurso de considerable importancia en la alimentación o como fuente de ingresos económicos para la población ribereña dedicada a la pesca.

Sin embargo, las alteraciones causadas en los ecosistemas por la contaminación de las cuencas, obstrucción de los cursos de agua por represas, así como la sobreexplotación de estos recursos al no haber control para su pesca ha determinado que las poblaciones de éstos crustáceos nativos vayan disminuyendo paulatinamente.

Por otra parte, los estudios que se han realizado sobre las especies nativas de *Macrobrachium* son muy limitados, por lo que las posibilidades de desarrollar tecnologías de cultivo que pudieran ayudar al incremento de su producción así como a la preservación de las mismas especies son escasas.

Esta situación se agravó en los años 70's del siglo pasado cuando se decidió introducir al país la especie asiática *Macrobrachium rosenbergii*, esto determinó que el estudio de nuestras especies nativas se relegara aún más al ser desplazadas en el interés de los productores e investigadores por la especie asiática, con la construcción de muchos centros en el país oficiales y particulares de producción y distribución de post-larvas así como granjas de producción comercial, tanto ejidales como particulares.

Por lo tanto la intención del presente trabajo fue la de retomar el estudio de una de las especies de langostinos de mayor importancia para el país como es *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) y su comparación en crecimiento y supervivencia con la especie alóctona introducida, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) a fin de resaltar las posibles bondades que pudiera presentar la primera en relación a la introducida y restablecer así el interés para el desarrollo de la tecnología para su cultivo y aumentar de esta forma sus poblaciones naturales y su preservación.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

Características principales de *Macrobrachium americanum*

Son escasos los autores que mencionan datos sobre las características de esta especie, entre los cuales se encuentran principalmente: Rodríguez de la Cruz (1964), Arana-Magallón (1974), Goodwin y Hanson (1975) y Holtschmit, (1988) y otros.

En México se encuentra desde los 30°N de latitud desde el Estado de Sonora y Baja California hasta Chiapas (Rodríguez de la Cruz, 1964, y Román-Contreras 1978 y 1991) pero su distribución sobre la costa del Pacífico abarca hasta Perú, (Holthuis, (1952) y Woodwin y Hanson (*op cit*). Aparentemente su tasa de crecimiento es menor a la de *M. rosenbergii* (Cabrera 1979.). Holtschmit, (1988) reporta un dato de Díaz (1982) sobre una tasa de crecimiento de 0.1 mm/día. Sin embargo, Rodríguez de la Cruz (1967), indica una tasa de crecimiento de 0.78 mm/día, en período de 45 días. En todos los casos anteriores no se mencionan datos de las condiciones en que obtuvieron estas cifras.

Esta especie es una de las que alcanzan mayor talla y peso dentro del género; en informe inédito, Arana (1973-1974) indica que la misma, (en el caso de los machos) puede alcanzar hasta casi 500gr. Con 26 cm de longitud, Holthuis, en Ponce *et al* (2002) señala que *M. americanum* es uno de los organismos más grandes del género con longitud total de hasta 250 mm en machos y 193 mm en hembras.

En cuanto al comportamiento de la especie en condiciones de mayor densidad, se le considera como más territorial y con hábitos migratorios muy marcados y tendencia a salirse de los estanques para remontar las corrientes (Arana, 1980 y Holtschmit, 1988).

Sus migraciones van desde las zonas bajas cercanas al mar con temperaturas del agua entre 28 a 33°C en verano, hasta zonas altas de montaña, con temperaturas bajas inferiores a los 20°C; con recorridos de más de 300 Km.

Es una de las especies más fecundadas con datos que van desde 250,000 huevos/hembra (Arana, 1974); 500,000 huevos/hembra (Rodríguez de la Cruz, 1976) 900 000 huevos producidos por año (Ponce *et al* 2002) Su metamorfosis es lenta, con períodos entre 50 y 72 días (Arana, 1974) y 49 días (Holtzman, 1988).

El *M. americanum* por su tamaño y características presenta amplias posibilidades para un cultivo comercial, tomando en cuenta su alta fecundidad, buen tamaño, proporción de sexos favorable a los machos y rendimiento de biomasa (Elizondo-Castillo L.H. 1986).

Características principales de *Macrobrachium rosenbergii*

Su país de origen es Malasia y se distribuye en el Sureste Asiático, incluyendo la India (Spotts D 1981 y Hari B and Kurup B-2001); parte de Oceanía y algunas islas del Pacífico, ha sido importado en muchas áreas tropicales y subtropicales del mundo (New-M.B.2002) incluyendo a México (Arana, 1980)

La preferencia de esta especie a nivel mundial ha sido determinada por muchas ventajas que presenta la misma para su cultivo, siendo las principales: Alta tasa de crecimiento Talla grande, Tolerancia al cultivo en altas densidades, Alta fecundidad y Metamorfosis rápida, (Goodwin y Hanson, 1975).

Por otra parte es una especie con hábitos migratorios poco marcados, con limitada o nula tendencia a salir de sus estanques.

Holtzman (1988) reporta una tasa de crecimiento para esta especie, que va desde 0.2 mm/día hasta 0.7 mm/día. Es una especie que puede alcanzar tallas hasta de 320 mm, para los machos y 250 mm para las hembras.

En cuanto a la tolerancia de la especie al confinamiento a altas densidades, es una de sus características más favorables para *M. rosenbergii*, ya que puede ser mantenido en densidades hasta de 18 y 22 organismos por m² (Ibid).

Los datos de fecundidad para esta especie indican un máximo de 115,000 huevos por hembra (Dugan, en Cabrera 1979). Otro de los atributos ventajosos para esta especie es rápida su metamorfosis, con reportes entre 28 y 37 días para completar su ciclo, desde la 1ª larva hasta la post larva (Holtzman, *op cit*).

En México, esta especie ha estado sujeta a un desorden en su explotación por deficiencias en la reglamentación pesquera así como un desplazamiento o limitación en su distribución, al impedirse sus migraciones en aquellos ríos en donde se han construido obras hidráulicas de contención, como es el caso del Río Balsas y otros.

Hipótesis

Bajo condiciones extremas de temperaturas del agua algo similares a las existentes en latitudes arriba de los 20°N. (Sonora y N. de Sinaloa; 18° a 20°C en invierno y 33°C en verano) y a la misma densidad de población, el *Macrobrachium americanum*, por ser especie autóctona, adaptada al medio, puede presentar en algunos casos mejor rendimiento sobre la especie alóctona *M. rosenbergii*. Es por ello que el presente estudio tenga como objetivo comparar la tasa de crecimiento y sobrevivencia entre *M. americanum* y *M. rosenbergii* a diferentes temperaturas extremas y densidades, bajo condiciones de laboratorio y el porcentaje de sobrevivencia para cada especie durante el período de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo corresponde a un estudio exploratorio realizado en laboratorio, para comparar el efecto de dos niveles de temperatura y de dos niveles de densidad sobre el crecimiento de post arvas de dos especies de langostino: *M. americanum* y *M. rosenbergii*.

La temperatura se mantuvo en dos niveles: el primer nivel correspondió a 33°C, que es la temperatura máxima del agua en las partes bajas de la Planicie Costera de Guerrero en verano y se controló a base de calentadores eléctricos con termostato. El segundo nivel fue de 20°C., el cual corresponde a una temperatura media del agua similar a la de algunas partes de la Sierra de Durango. Este nivel también es algo similar a la temperatura promedio del agua en la Ciudad de México, por lo que sólo se regula ligeramente con calentadores con termostato para los meses de frío y con hielo para cuando la temperatura subió por arriba de este nivel.

Se consideraron dos niveles de densidad de organismos: 16 y 8 organismos por acuario. Las variables dependientes fueron la longitud (cm), longitud orbital (cm) y el peso (g) y la sobrevivencia como el

porcentaje del número de organismos sobrevivientes al término del estudio.

En cuanto al manejo de los organismos se procuró establecer condiciones homogéneas a fin de mantener el principio de comparabilidad o validez interna (Méndez, 1987).

Diseño experimental

Cada unidad experimental la constituyó un acuario de 70 litros de capacidad para cubrir las necesidades mínimas de la investigación. Cada condición (combinación de temperatura, densidad de organismos y especie) se produjo por duplicado por lo que solo se tuvo un total de 16 acuarios por la dificultad en el manejo, la obtención de equipo y el espacio disponible en el laboratorio.

Para evaluar las diferencias en el crecimiento promedio en longitud total, longitud orbital y peso entre las especies, se aplicó análisis de la varianza (ANDEVA) con un diseño de cuatro factores con interacciones de segundo, tercero y cuarto órdenes; los factores considerados fueron la especie; la temperatura (°C) y la densidad (orgs./ac.), cada uno con dos niveles; además del tiempo, con cinco niveles. Para analizar la sobrevivencia promedio, se aplicó ANDEVA con un diseño de tres factores (especie, temperatura y densidad) con interacciones de segundo, y tercer órdenes. Para ambos análisis, para la interacción de orden mayor que presentó diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para comparación de medias múltiples. Se realizó las pruebas pertinentes de los residuos para verificar normalidad y homogeneidad de varianzas., con ajuste de probabilidades de Bonferroni (Zar, 1999; y Mongemer y 2003). Los resultados de crecimiento se representaron gráficamente para resaltar la comparación de las especie y el efecto de los factores.

El análisis de la información se realizó con el paquete estadístico SYSTAT versión 9. Copyright 1999, by SPSS, Inc.

Esta investigación se realizó en el laboratorio No. 4 del módulo C. Del Departamento el Hombre y su Ambiente, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, en la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana.

En este laboratorio se realizaron las adaptaciones necesarias para la investigación como son: Sistema de aireación a base de un equipo «air blower» Sweet water modelo S43 para garantizar suministro de aire de buena calidad y red de distribución a base de tubería PVC y válvulas individuales, suministro de agua de alta calidad con cuatro tanques para almacén y eliminación de cloro y red de distribución con tubería PVC. Anaqueles para soporte de acuarios, lote de 16 acuarios de 70 litros de capacidad c/u con sistema de filtros de plataforma de flujo continuo y calefacción de agua a base de calentadores con termostato, sistema de iluminación artificial, refugios individuales para post-larvas, a base de tubos de PVC.

METODOLOGÍA

Para la obtención de post larvas de *M. americanum* se procedió a cultivarlas en el Centro de Producción de «El Carrizal», localizado al Noroeste de la Barra de Coyuca, Guerrero.

Las post-larvas de *M. rosenbergii* se obtuvieron por donación del mismo Centro de Producción de «El Carrizal»

El número de post larvas requerido fue de 96 para cada especie, aunque se procuró obtener el doble en cada caso a fin de prever la mortalidad de transporte. Los organismos fueron transportados en bolsas de plástico con agua y oxígeno.

Para el desarrollo del experimento las post-larvas colectadas fueron distribuidas en ocho acuarios de 70 litros, de capacidad para cada especie dispuestos en anaqueles metálicos.

En la alimentación, se proporcionó alimento balanceado para langostino en cantidad *ad libitum*, ajustando la cantidad de acuerdo a las densidades establecidas.

Este alimento fue de marca Purina llamado «Langostino Chow» cuya fórmula es la siguiente: Proteína min. 40%, Húmedad max. 12%, Grasa min. 8.2 %, Fibra max. 5%, Ceniza max. 10%.

Los acuarios fueron iluminados con luz artificial durante ocho horas al día en forma homogénea para todos ellos.

La limpieza de los acuarios se realizó diariamente a base de «sifonar» los restos de alimento y desechos

orgánicos. Cada tercer día se realizó en todos los acuarios un recambio de agua previamente dechlorada, del 10% del volumen total de agua a fin de mantener su calidad. Durante el experimento se llevó registro de las variables fisicoquímicas del agua de los acuarios para mantener su calidad, en cuanto a O₂ disuelto; pH, temperatura, amonio y nitritos, principalmente, con mediciones periódicas de estos parámetros.

Se aplicó a los langostinos tratamientos profilácticos periódicos cada mes durante los muestreos biométricos, por medio de baños de azul de metileno, a fin de evitar enfermedades y ectoparásitos.

El control biométrico se realizó en forma mensual con medición de todo el lote de langostinos, de ambas especies en cuanto a: Longitud Ocular (LO), tomada de la órbita ocular al telson y Longitud Total (LT), del rostrum al telson, con ayuda de un vernier y para el peso (W) se utilizó una balanza digital marca Sartorius tipo 1401. Durante estos censos se realizó el conteo total para evaluar mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1, 2 y 3 se compara gráficamente el crecimiento promedio en longitud total, longitud orbital y peso, respectivamente, de ambas especies, considerando cada una de las combinaciones de los niveles de densidad de organismos por acuario con los de temperatura. En las tablas 1, 2 y 3 se muestran los valores promedios longitud total, longitud orbital y peso a lo largo del tiempo. En ninguna de las variables analizadas, la densidad de organismos mostró un efecto significativo sobre el crecimiento ($p > 0.05$), mientras que la temperatura mostró un efecto más marcado con un mejor crecimiento en *M. rosenbergii* a 33°C.

El análisis de los residuales de las ANDEVAS solo requirió eliminar algunos datos extremos para comprobar los supuestos de normalidad; se detectó un cierto desvío de la normalidad, para los datos de los últimos meses que no produjo una desviación significativa de la normalidad.

Crecimiento en longitud total

El ANDEVA mostró la existencia de efectos significativos por la interacción entre los niveles de especie, de la temperatura y del tiempo ($F = 28.657$; g. l.: 4, 765; $p < 0.001$) lo mismo que en

las interacciones de orden inferior y de los efectos independientes de estos factores ($p < 0.001$). Los efectos de la densidad de organismos y el de sus interacciones con los demás factores no fueron significativos ($p > 0.05$). En la gráfica 1 y en la tabla 1, se puede observar que *M. rosenbergii* crece de forma diferente respecto de las temperaturas y que esa forma de crecimiento no se afecta por la densidad de organismos. Por su parte, *M. americanum* no presenta un efecto significativo ($p > 0.05$) ni por la densidad de organismo ni por la temperatura (gráficas 1 A y 1 C). En la misma gráfica 1, donde a 33°C (gráficas 1B y 1D y tabla 1), *M. rosenbergii* mostró el mayor crecimiento a partir del segundo mes llegando al final en ambas densidades de organismos. *M. americanum* mostró solamente una ligera ventaja sobre *M. rosenbergii*, durante todo el estudio, en los acuarios con 8 organismos y a 20°C, y solamente al final, en los acuarios con 16 organismos mantenidos a la misma temperatura.

Crecimiento en Longitud Orbital

El ANDEVA de la longitud orbital mostró efectos significativos por la interacción entre los niveles de especie, de la temperatura y del tiempo ($F = 45.947$; g. l.: 4, 764; $p < 0.001$); el efecto de la densidad de organismos y sus interacciones con otros factores no fueron significativos ($p < 0.05$). Con base en lo anterior y observando la gráfica 2 y la tabla 2, el crecimiento de *M. rosenbergii* fue marcadamente superior a 33°C en ambas densidades de organismos (gráficas 2B y 2D y tabla 2) a partir del segundo mes respecto de *M. americanum*. Por su parte *M. americanum*, mostró la misma de crecimiento sin importar la temperatura ni la densidad de organismos peronunca superando a *M. rosenbergii*.

El ANDEVA mostró que la interacción entre los niveles de especie, de temperatura y tiempo tuvo efectos significativos ($F = 19.631$; g. l.: 4, 765; $p < 0.001$). Tampoco en este caso, la densidad de organismos mostró efectos significativos sobre el crecimiento en peso ni como factor independiente ni interactuando con los demás factores ($p < 0.05$). Como puede apreciarse en la gráfica 3 y en la tabla 3, el crecimiento en peso de *M. rosenbergii* fue marcadamente mejor a 33°C (gráficas 3B y 2D

	Num. Orgs./Ac	°C	Tiempo (meses)				
			0	1	2	3	4
<i>M. americanum</i>	8	20	1.76	1.85	2.12	2.35	2.47
		33	1.82	1.90	2.20	2.30	2.42
	16	20	1.56	1.61	1.80	1.88	2.60
		33	1.85	1.96	2.19	2.50	2.63
<i>M. rosenbergii</i>	8	20	0.97	1.66	1.83	2.03	2.20
		33	0.92	1.67	2.70	3.94	4.39
	16	20	0.95	1.53	1.85	1.87	2.05
		33	0.96	1.58	2.75	4.05	4.66

Tabla 1. Crecimiento promedio en longitud total (cm) para cada combinación de Temperatura y densidad de organismos en cada especie.

	Num. Orgs./Ac.	°C	Tiempo (meses)				
			0	1	2	3	4
<i>M. americanum</i>	8	20	1.66	1.75	1.92	2.19	2.32
		33	1.72	1.80	1.97	2.14	2.26
	16	20	1.53	1.58	1.90	1.85	2.43
		33	1.72	1.86	2.04	2.34	2.46
<i>M. rosenbergii</i>	8	20	1.16	1.95	2.20	2.39	2.60
		33	1.12	2.03	3.29	4.82	5.46
	16	20	1.16	1.79	2.21	2.20	2.45
		33	1.14	1.86	3.37	5.00	5.74

Tabla 2. Crecimiento promedio en longitud orbital (cm) para cada combinación de temperatura y densidad de organismos en cada especie.

	Num. Orgs./Ac.	°C	Tiempo (meses)				
			0	1	2	3	4
<i>M. americanum</i>	8	20	0.07	0.09	0.12	0.17	0.22
		33	0.08	0.10	0.15	0.17	0.20
	16	20	0.07	0.11	0.15	0.19	0.28
		33	0.09	0.17	0.14	0.27	0.37
<i>M. rosenbergii</i>	8	20	0.02	0.06	0.07	0.10	0.13
		33	0.02	0.07	0.28	1.09	1.44
	16	20	0.02	0.05	0.08	0.08	0.12
		33	0.02	0.05	0.31	1.10	1.89

Tabla 3. Crecimiento promedio en peso (g) para cada combinación de temperatura y densidad de organismos en cada especie.

	Num. Orgs./Ac.	°C	Sobrevivencia
			(%)
<i>M. americanum</i>	8	20	100.00
		33	100.00
	16	20	100.00
		33	100.00
<i>M. rosenbergii</i>	8	20	43.75
		33	43.75
	16	20	12.50
		33	40.63

Tabla 4. Sobrevivencia promedio (%) en cada combinación de temperatura y densidad de organismos.

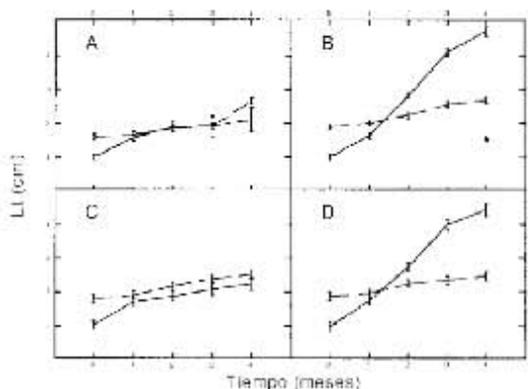


Figura 1. Comparación del crecimiento promedio en longitud total (cm) entre *M. rosenbergii* (De Man, 1879) (—) y *M. americanum* (Bate, 1868) (---) en cada combinación de temperatura y densidad de organismos. A: 20°C y 16 orgs/ac.; B: 33°C y 16 orgs/ac.; C: 20°C y 8 orgs/ac.; D: 33°C y 8 orgs/ac.

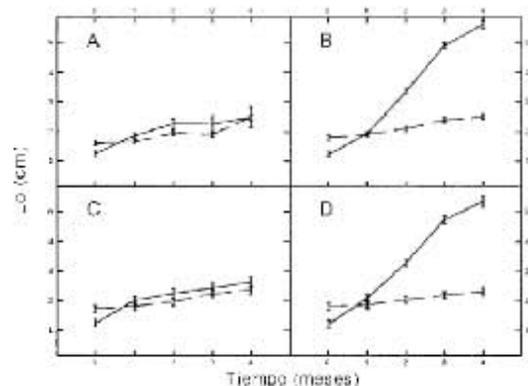


Figura 2. Comparación del crecimiento promedio en longitud orbital (cm) entre *M. rosenbergii* (De Man, 1879) (—) y *M. americanum* (Bate, 1868) (---) en cada combinación de temperatura y densidad de organismos. A: 20°C y 16 orgs/ac.; B: 33°C y 16 orgs/ac.; C: 20°C y 8 orgs/ac.; D: 33°C y 8 orgs/ac.

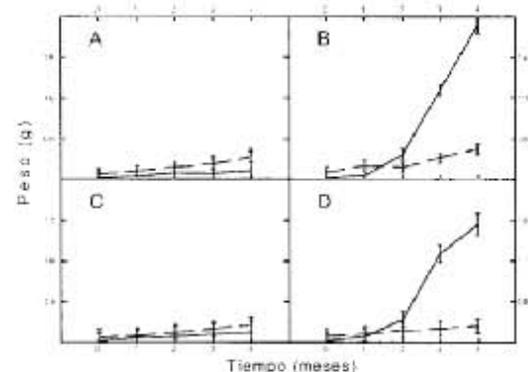


Figura 3. Comparación del crecimiento promedio en peso (g) entre *M. rosenbergii* (De Man, 1879) (—) y *M. americanum* (Bate, 1868) (---) en cada combinación de temperatura y densidad de organismos. A: 20°C y 16 orgs/ac.; B: 33°C y 16 orgs/ac.; C: 20°C y 8 orgs/ac.; D: 33°C y 8 orgs/ac.

y tabla 2) en ambas densidades de organismos superando a *M. americanum* a partir del segundo mes.

Supervivencia

Como se observa en la tabla 5, en términos generales, *M. americanum* presentó una supervivencia promedio de 100% en todas las cuatro combinaciones de temperatura y de densidad de organismos, mientras que *M. rosenbergii* presentó valores de supervivencia promedio menores al 50%; particularmente presentó la supervivencia promedio de 12.50% en la densidad de 8 organismos con 20°C, mientras que en las demás condiciones osciló entre 40.63 y 43.75%.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio, se puede concluir que *M. rosenbergii* crece de forma diferente respecto de las temperaturas y que esa forma de crecimiento no se ve afectada por la densidad de organismos.

M. rosenbergii presentó mejor crecimiento en longitud total, longitud orbital y peso, superando a *M. americanum*, a 33°C independientemente de la densidad.

Con la reserva de que los porcentajes de supervivencia muestran rangos de variación muy amplios que básicamente se deben a los valores relativamente bajos de densidad de organismos que se probaron en este estudio, se puede concluir que la supervivencia de *M. americanum* es muy alta y que aparentemente no se afecta por la temperatura ni densidad de organismos, mientras que la supervivencia de *M. rosenbergii* fue en general inferior al 50% y es aun mas baja a 20°C a una densidad de 20 organismos, llegando a ser de alrededor de 12%.

LITERATURA CITADA

Arana-Magallón, F. 1974. Experiencias sobre el cultivo de langostino (*Macrobrachium americanum* Bate). En el Noroeste de México. Simposio FAO/Carpas sobre acuicultura en America Latina, Montevideo, Uruguay. 325 pag.

- Arana Magallón, F. 1980. Datos sobre el cultivo del langostino asiático (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man) en México. Departamento de Pesca. 2º Simposio latinoamericano de Acuicultura. Tómo I. pag. 623.
- Cabrera J. A. 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. An. Inst. Biol. U.N.A.M. México 50. Ser. Zoología (1) pag. 142-52.
- Daniels W.W. 1980. *Biostatística base para el análisis de las Ciencias de la Salud*. Ed. Limusa, S.A. México pag.724
- Elizondo-Castillo L.H. 1986. Estudio de la estructura de la población y biometría de *Macrobrachium americanum* Bate 1868 (Decapoda-Palaemonidae) en la quebrada camaronal. Parque Nacional Corcovado, Costa Rica y su posible cultivo comercial. Organización for Tropical Studies.
- Goodwin, H. L. y Hanson 1975. *Acuaculture of the fresh Water Prawn. (Macrobrachium species)*. Oceanic Insitute. Honolulu, Hawaii. pag.2.1-2.5
- Hari B. and Kurur M. 2001. Evaluation of locally-available Protein Sources for the Development of Farm Made Feeds for *Macrobrachium rosenbergii* in the grow-outs of kuttamad (S.India). Cochin University of Science and Technology p.142.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Custracea: Decapoda, Natantia) of the Americas II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock. Found. Public. pag 489
- Holtschmit M.K. 1988. *Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino Malaya*. sec. Pesca. FONDEPESCA. P. 22-29-30-32-87-89.
- Martínez H. de M. 1984. Sinopsis de *M. rosenbergii* De Man. Tesis profesional facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- Méndez-Ramírez I. 1987. El protocolo de la investigación ed. Trillas, México. pp.117.
- Montgomery-Douglas C. 2003. *Diseño y análisis de experimentos*. Segunda edición. Universidad Estatal de Arizona. Limusa. Willey. Pag.686
- New-Michael B. 2002. *Farming Freshwater Prawns a manual for culture of the giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii)* FAO, Fisheries Technican paper 428 Roma pp.XIII.
- Ponce-Palafox J.T., Arana-Magallón F.C., Cabanillas B.H. y Esparsa L.H. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico Americano: *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871) y *M. americanum* (Bate, 1868). CIVA (<http://www.civa2002.org>) 534-546. Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura
- Rodríguez de la Cruz, M.C. 1967. Contribución al conocimiento de los Palemónidos de México; III Palemónidos del Golfo de California, con Notas sobre la Biología de *Macrobrachium americanum* Bate. FAO Word Scientific Conference on the Biology and Culture of Shrimp and Prows, México. P. 375-380.
- Roman-Contreras, 1978. Contribución al conocimiento de la biología y Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea: Decapoda Palaemonidae). Contribución 188. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Roman-Contreras, 1991. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda Palaemonidae) en la Laguna de Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución No. 712.
- Spotts D. 1981. *Introducing Macrobrachium rosenbergii* Miami Aqua-culture. Inc www.miami-aquaculture.com.
- Zar Jerrold H. 1999. *Bioestatistic Analisis* 4ª Edition Editorial Interactive Composition Corporation Pag- 177.185