

Efecto de la densidad poblacional en el crecimiento y la supervivencia de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda:Palaemonidae), en laboratorio.

Population density effect on growth and survival of Macrobrachium tenellum (Decapoda:Palaemonidae) in laboratory.

Fernando Arana-Magallón*, Jesús Sánchez-Robles*, Roberto Pérez-Rodríguez* y Andrés Arellano-Torres*.

RESUMEN

Se realizó un experimento en laboratorio con una duración de siete meses para determinar como influye la densidad poblacional sobre la tasa de crecimiento y la supervivencia, expresada en biomasa, en juveniles de "langostino" nativo: *Macrobrachium tenellum*, de las costas del Pacífico mexicano. Los langostinos fueron sometidos a tres tratamientos con densidades diferentes, siendo éstas de 32, 16 y 8 organismos/acuario, que corresponden a: 700, 350 y 175 organismos por m³, aproximadamente, con tres réplicas cada una. No se encontraron diferencias significativas en las tasas de incremento en peso y longitud entre los tres niveles de densidad, ni en la tasa intrínseca de mortalidad. La biomasa final sí presentó diferencia significativa entre el tratamiento 1 y 3 ($p < 0.05$), siendo la más alta la del tratamiento número 1, correspondiente a 32 organismos/acuario. Si estas biomásas se extrapolaran a una engorda intensiva en piletas de concreto o fibra de vidrio, corresponderán a una productividad de: 6140, 4318, y 1555 kg/ha, respectivamente para cada uno de los tratamientos.

Palabras clave: *Macrobrachium tenellum*, Densidad de población, Langostino, Crecimiento, Supervivencia.

ABSTRACT

A seven month experimental work in laboratory was performed in order to determine how population density affects growth rate, survival and final biomass of native juvenile crawfish *Macrobrachium tenellum* from the Mexican Pacific coasts. Crawfish were reared under three replicate treatments with different amount of organisms: 32, 16, 8 individuals per aquarium (treatment one, two and three, respectively) corresponding approximately to 700, 300 and 175 specimens per square meter. Eventhough there were not significant differences in length to eye, total length, weight and mortality rate means, final biomass from treatment one was significantly different from that of treatment three ($p < 0.05$) with the highest biomass for treatment one. If the biomass were transferable to an intensive engorde in concrete or fiber glass ponds, it should correspond to a biomass of 6140, 4138 and 1555 kilograms per hectare respectively for each treatment.

Key words: *Macrobrachium tenellum*, Population density, Rrawn, Growth, Survival.

* Departamento El Hombre y su Ambiente. División Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100; Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán. C.P. 04960. México D.F. Fax. 723-5469.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de "langostinos" de agua dulce pertenecientes al género *Macrobrachium*, se ha desarrollado ampliamente en muchos países del mundo, en las zonas costeras, tropicales y subtropicales, a partir del momento en que se dieron a conocer los trabajos de Ling (1969) en Malasia y Fujimura (1974) en Hawái, con los cuales se establecieron las bases de la tecnología para su cultivo comercial, principalmente de la especie asiática *Macrobrachium rosenbergii*.

Sin embargo, este hecho determinó que tal especie fuese distribuida por todo el mundo, incluyendo México, para fines de aprovechamiento comercial, desplazando el interés y esfuerzo de investigación por otras especies nativas, las cuales han quedado relegadas a un segundo término.

Es por esta razón que desde hace algunos años se ha venido desarrollando en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, un programa para el estudio de las especies nativas de "langostino", incluyendo a *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), que es el motivo del presente artículo.

M. tenellum aunque de menor talla que *M. rosenbergii* y *M. americanum*, es una de las especies más abundantes en las lagunas costeras del Pacífico Mexicano, en donde adquiere gran demanda local, por lo que se captura y comercializa en forma intensa y por lo tanto, representa a una especie con amplias posibilidades para desarrollar su cultivo a nivel comercial.

El objetivo del presente estudio consistió en determinar cómo influye la densidad poblacional sobre la tasa de crecimiento y la supervivencia de *M. tenellum*, así como la biomasa final para poder determinar cuál es la densidad óptima para la obtención de mayor biomasa, por medio de un experimento de laboratorio en donde se probaron tres diferentes densidades de individuos.

ANTECEDENTES

En México, el estudio de *M. tenellum* se ha realizado por diferentes autores, entre ellos: Rodríguez de la Cruz (1967), en Baja California y Sinaloa; Sánchez (1975), reporta el crecimiento en estanques rústicos; Cabrera (1979) hizo estudios sobre el desarrollo larvario de la

especie; Román-Contreras (1979), llevó a cabo trabajos poblacionales en lagunas de Guerrero y Guzmán (1982), estudió aspectos reproductivos de la especie en relación a variables ambientales.

Algunos autores como Martínez *et al.* (1980), mencionan trabajos de siembra para engorda de post larvas de la especie en cuerpos de agua de los Estados de Guerrero y Morelos.

De los Santos (1994), realizó trabajos de engorda de esta especie en Oaxaca, en tanto que Signoret y Soto (1998), realizaron estudios sobre aspectos de osmoregulación en esta especie.

La distribución de este organismo, según Román-Contreras (1979) se localiza desde la porción Sur de los Estados de Sonora y Baja California, desde los 28° de latitud Norte, hasta los 5° de latitud Sur, al Norte de Perú, abarcando zonas tropicales y subtropicales, con condiciones ambientales diversas; se puede encontrar principalmente en lagunas costeras, estuarios y ríos hasta alturas no mayores de 100 metros sobre el nivel del mar

Rodríguez de la Cruz (1967), indica su presencia en la Paz B. C., Los Cocos y Río Presidio, Sinaloa y Román-Contreras (*op. cit.*), la cita para Lagunas de Apazahualco, Mítla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo, Guerrero, México.

El hábitat de *M. tenellum* corresponde principalmente a zonas de lagunas costeras, charcas y ríos de corriente lenta muy cerca de su desembocadura; vive entre las malezas acuáticas y muy frecuentemente en los fondos someros en donde encuentra su alimento. En áreas cuya profundidad oscila desde 0.3 m hasta 1.5 m, con fondos arenosos o limoarcillosos, con abundancia de detritus y entre raíces de "mangle" y "lirio acuático" (Román-Contreras *Op. cit.*).

MATERIAL Y METODOS

La colecta de juveniles de *M. tenellum*, se realizó en la Laguna de Coyuca, en el Estado de Guerrero, México, localizada al Noreste del Puerto de Acapulco, entre los 16°54' y 16°58' de latitud Norte y a los 99°57' y 100°04' de longitud Oeste (Contreras, 1993); el trabajo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura del Departamento El Hombre y su Ambiente, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Para la captura de los organismos se utilizaron "redes de cuchara" y su transportación al laboratorio, en la Ciudad de México se efectuó en recipientes de plástico de 20 litros con tapa y aireadores portátiles; durante el recorrido, la temperatura se mantuvo por debajo de la ambiente agregando hielo, a fin de reducir el metabolismo de los organismos durante el viaje.

En el laboratorio se dispusieron nueve acuarios de vidrio de 0.60 x 0.30 x 0.40 m, con filtro de plataforma a base de grava y calentadores con termostato. Se trabajó con un lote de 168 juveniles, los cuales fueron aclimatados durante cinco días a una temperatura de $28 \pm 1^\circ \text{C}$. Posteriormente se distribuyeron en forma aleatoria en los nueve acuarios, con sexos mezclados debido a su pequeño tamaño, registrando talla y peso de cada organismo hasta completar la densidad requerida para cada acuario. Se manejaron tres niveles de densidad, los cuales fueron: 32, 16 y 8 organismos por acuario, que corresponden aproximadamente a 700, 350 y 175 juveniles por m^3 respectivamente. En este caso, se emplean los datos en " m^3 " ya que los organismos ocuparon también el volumen del acuario, al disponérseles "repisas" de acrílico para disminuir el canibalismo.

Para cada densidad se dispusieron tres réplicas, numerando los acuarios: 1, 2 y 3 para la densidad de 32 organismos/acuario; 4, 5 y 6 para la segunda densidad de 16 juveniles/acuario y 7, 8 y 9 para la última densidad de 8 organismos/acuario. La distribución de estos nueve acuarios en el laboratorio también fue aleatoria, con rotación mensual de todos ellos para en lo posible evitar factores de confusión inherentes a la ubicación del acuario. (Tabla 1.)

Tratamiento	1	2	3
Densidad (organismo/acuario)	32	16	8
(Proporción de organismos/ m^2)	700	350	175
Número asignado a acuarios (réplicas)	1,2,3.	4,5,6.	7,8,9.

Tabla 1. Diseño del experimento.

Durante los siete meses que duró el experimento, se mantuvo una temperatura de 28°C ($\pm 1^\circ \text{C}$), utilizando calentadores con termostato, de 150 wats para cada acuario y aireación constante por medio de un soplador o "blower".

Se utilizó un volumen similar de 45 litros de agua para cada acuario y la calidad del agua, con control de O_2 , pH, NO_2 y amonio se mantuvo por medio de los filtros de plataforma con recirculación de agua, el aireador y un recambio de una décima parte del volumen total por día.

En los acuarios se colocaron refugios a base de placas de acrílico dispuestas en forma horizontal sobre las paredes de éstos, a dos niveles, a fin de que los langostinos se pudieran distribuir en una superficie mayor que la del fondo, con la finalidad de disminuir el canibalismo. Mensualmente se realizó un censo en cada uno de los acuarios efectuando biometrías para determinar la supervivencia y el crecimiento en talla y peso. Las medidas fueron hechas con un vernier para la "longitud al ojo" (de la órbita ocular al telson) y "longitud total" (del rostro al telson) y pesados con una balanza digital.

La dieta suministrada fue con comida artificial como base y alimento natural como complemento; la primera consistió en un producto balanceado para camarón marca Purina® llamado Camaronina 40®, con 40% de proteína, suministrado una vez al día en cantidad *ad libitum*. El alimento natural consistió en organismos adultos vivos de *Artemia* sp., una vez por semana, en cantidad a saciedad y se dió a los acuarios un mantenimiento diario para eliminar residuos, por medio de un sifón. El análisis estadístico se realizó con el programa SYSTAT®, versión 9, (1998).

Para determinar la tasa de crecimiento en longitud al ojo, longitud total y peso se elaboraron las gráficas de dispersión de estas variables con el tiempo cada acuario con la finalidad de explorar la forma de crecimiento utilizando los datos crudos y su transformación logarítmica para posteriormente aplicar el análisis de regresión considerando los modelos con un término lineal, con solamente un término cuadrático y aquel con ambos términos; en un segundo paso se realizó el mismo procedimiento usando los valores promedio de cada mes también de cada acuario; para cada uno de los modelos de regresión se realizaron las pruebas de validación mediante el análisis de residuos (Draper, 1981). En el caso de los modelos de regresión lineal simple, las pendientes se interpretan como las tasas de crecimiento promedio de cada acuario, éstas se usaron como variables dependientes en un análisis de varianza para determinar las diferencias en las tasas de crecimiento promedio entre las diferentes densidades; la comparación entre pares de tratamientos se realizó con ajuste de probabilidades de Bonferroni (Montgomery, 1984).

Para determinar la significancia de las diferencias en términos de los valores promedio de longitud al ojo, longitud total y biomasa, se aplicó análisis de varianza considerando los valores de dichas variables en el último mes; la comparación entre pares de tratamientos se realizó con ajuste de probabilidades de Bonferroni.

Para la mortalidad se consideró el modelo

$$N_{(t)} = N_0 e^{-bt}$$

Donde b que es la tasa intrínseca de incremento poblacional y se obtiene mediante la regresión del logaritmo del número de organismos respecto del tiempo en cada acuario, se utilizó también como variable dependiente en un análisis de la varianza; también la comparación entre los valores promedio de pares de tratamientos se realizó con ajuste de probabilidades de Bonferroni.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasas de crecimiento

La exploración de las gráficas de dispersión de los datos crudos de cada acuario mostró que la forma de crecimiento en longitud al ojo, longitud total y peso no fue de forma lineal, el análisis de los modelos de regresión simple y con término cuadrático produjo, con excepción de tres acuarios, coeficientes de determinación muy bajos y con problemas en el comportamiento de los residuos en la mayoría de los casos el cual no se resolvió del todo aun con la transformación logarítmica de los datos (estos resultados no se presentan).

El análisis con los datos promedio mensuales (figuras 1, 2 y 3) mostró una mejor definición de la forma de crecimiento sugiriendo una forma casi lineal; el análisis de regresión simple mostró coeficientes de determinación con valores altos (tablas 2, 3 y 4), el comportamiento de los residuos no presentó mayores problemas particularmente en los modelos de regresión simple; la inclusión de un término cuadrático al modelo, que en la mayoría de los acuarios no fue significativo, no produjo un aumento importante en el coeficiente de determinación; la transformación logarítmica produjo resultados marcadamente mejores. El análisis posterior se realizó considerando los modelos de regresión simple y se describen en seguida para cada variable.

Crecimiento en longitud al ojo. La tabla dos muestra los coeficientes de regresión de la longitud al ojo respecto del tiempo para cada tratamiento mientras que la figura uno muestra dichos modelos gráficamente también para cada tratamiento. No se encontraron diferencias significativas ($p=0.3212$). Las tasas de incremento en longitud al ojo son iguales en las tres densidades. Las densidades de ocho y 16 organismos por acuario fueron casi de la misma magnitud aunque la densidad de 16 organismos por acuario fue la mas alta de toda (0.59) y la densidad de 32 organismos por acuario resultó las mas baja (0.46).

Tratamiento (org./acuario)	Ordenada al origen	Pendiente	R ²
32	2.38	0.46	0.891
16	2.38	0.59	0.840
8	2.39	0.58	0.825

Tabla 2. Análisis de regresión lineal simple de la longitud al ojo para cada tratamiento (valores promedio).

Crecimiento en longitud total. La tabla tres muestra los coeficientes de regresión de la regresión total respecto del tiempo y la gráfica dos muestra como se comportan éstos modelos respecto al tiempo. No se encontraron diferencias significativas en las pendientes de los tratamientos ($p=0.4668$). Las tasas de incremento en longitud total son iguales en las tres densidades. Las densidades de ocho y 16 organismos por acuario fueron casi de la misma magnitud aunque la densidad de ocho organismos por acuario presentó la tasa de crecimiento más alta (0.55) mientras que la densidad de 32 organismos por acuario presentó la tasa de crecimiento más baja (0.42).

Tratamiento (org./acuario)	Ordenada al origen	Pendiente	R ²
32	3.15	0.42	0.847
16	3.28	0.54	0.763
8	3.2	0.55	0.818

Tabla 3. Análisis de regresión lineal simple de la longitud total para cada tratamiento (valores promedio).

Crecimiento en peso. La tabla 4 presenta los coeficientes de regresión del peso respecto del tiempo. No se encontraron diferencias significativas en las pendientes de los tratamientos ($p=0.3319$), aunque en este caso se observan un poco más marcadas estas diferencias. Las tasas de incremento en peso son iguales

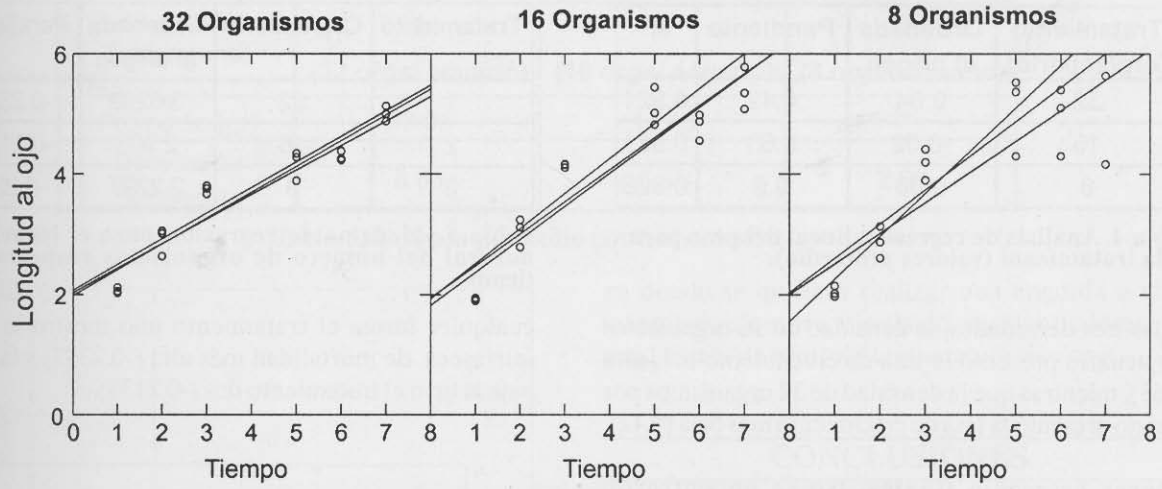


Figura 1. Crecimiento en longitud al ojo (valores promedio)

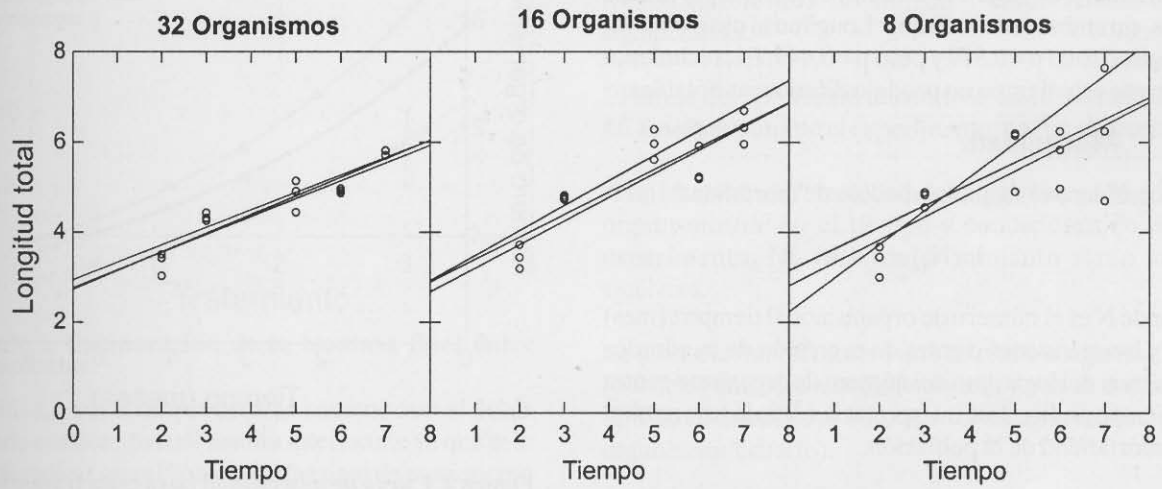


Figura 2. Crecimiento en longitud total (valores promedio)

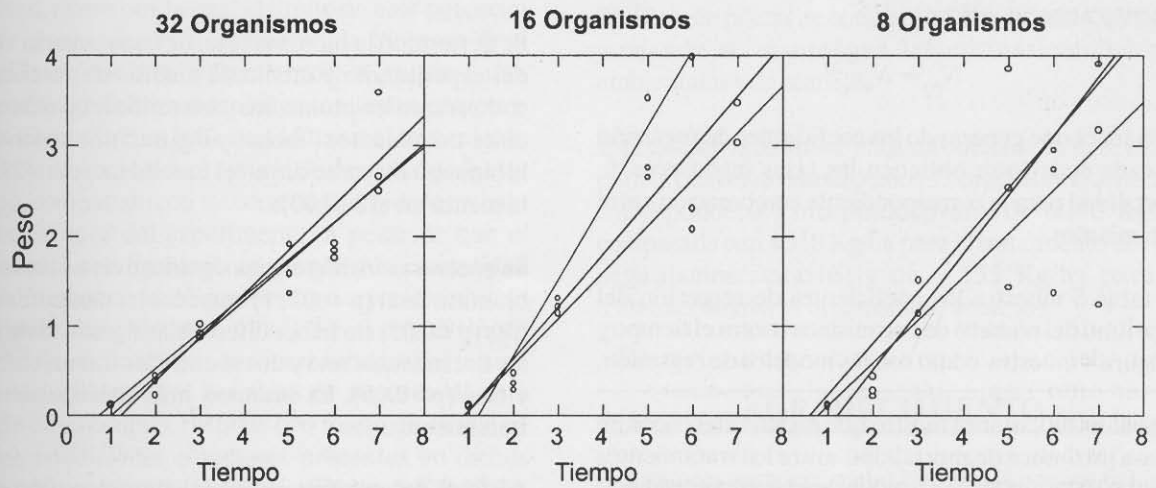


Figura 3. Crecimiento en peso (valores promedio)

Tratamiento (org/acuario)	Ordenada al origen	Pendiente	R ²
32	0.04	0.42	0.921
16	-0.02	0.63	0.921
8	0.06	0.5	0.828

Tabla 4. Análisis de regresión lineal del peso para cada tratamiento (valores promedio).

en las tres densidades, la densidad de 16 organismos por acuario presentó la tasa de crecimiento más alta (0.63), mientras que la densidad de 32 organismos por acuario presentó la tasa de crecimiento más baja (0.42).

Valores promedio finales. No se encontraron diferencias significativas en los promedios de cada tratamiento al final del estudio, es decir en el último mes, sin embargo se tuvo que: Longitud al ojo $p=0.675$, longitud total $p=0.579$ y peso $p=0.449$. El crecimiento durante este tiempo no produjo diferencias notables.

Mortalidad.

Se consideró el siguiente modelo de mortalidad.

$$\ln(N_t) = a + bt$$

Donde N es el número de organismos al tiempo t (mes) y a y b son los coeficientes de regresión de cuadrados mínimos del logaritmo del número de organismo contra el tiempo pudiéndose interpretar b como la tasa natural de mortalidad de la población.

Con estas características, aplicando las propiedades de los logaritmos se convierte en el modelo de mortalidad descrito a continuación:

$$N_{(t)} = N_0 e^{-bt}$$

de manera que generando los coeficientes de regresión de cada acuario se obtienen las tasas intrínsecas de mortalidad para la correspondiente comparación entre tratamientos.

La tabla 5 muestra los coeficientes de regresión del logaritmo del número de organismos contra el tiempo y la figura 4 muestra cómo son los modelos de regresión.

El análisis de varianza mostró que no hay diferencias en la tasa intrínseca de mortalidad entre los tratamientos ($p=0.9370$), por lo que las diferencias encontradas al final del experimento se deben posiblemente a que los tratamientos inician con diferentes densidades. De

Tratamiento	Org/acuario	Ordenada al origen	Pendiente
1	32	3.6293	-0.2333
2	16	2.903	-0.2133
3	8	2.2297	-0.228

Tabla 5. Modelos de regresión para el logaritmo natural del número de organismos respecto del tiempo.

cualquier forma el tratamiento uno mostró la tasa intrínseca de mortalidad más alta (-0.2333) y la más baja la tuvo el tratamiento dos (-0.2133).

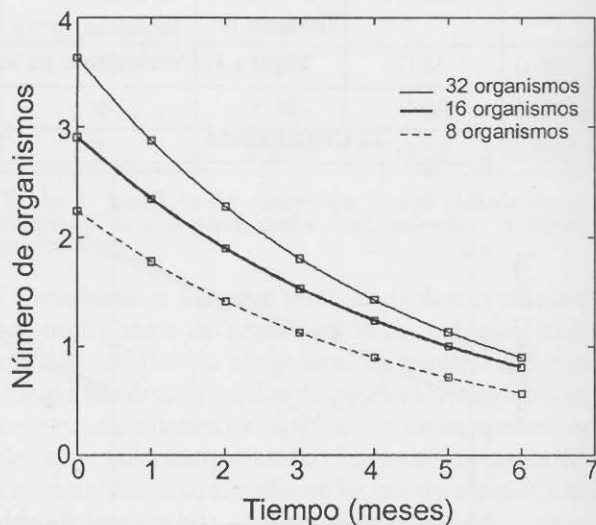


Figura 4. Curva de mortalidad para cada tratamiento.

Biomasa.

Se determinó la biomasa total de cada acuario al final del experimento y mediante análisis de varianza se compararon los promedios para verificar las diferencias entre tratamientos (Tabla 6 y Figura 5). Se observó que la biomasa mayor se dio en el tratamiento uno (27.63) y la menor en el 3 (7.00).

Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la biomasa final ($p=0.0217$) entre los tratamientos uno y tres ($p<0.05$) sin haber diferencias significativas entre los tratamientos uno y dos ni entre los tratamientos dos y tres ($p>0.05$). La biomasa más alta ocurrió en el tratamiento uno.

Al final del estudio, no se encontraron diferencias significativas en las tasas de incremento en longitud y en peso de *M. tenellum*, entre los tres tratamientos de

Tratamiento	1 (32 orgs/ acuario)	2 (16 orgs/ acuario)	3 (8 orgs/ acuario)
Promedio (gr)	27.63	19.43	7
Desviación estándar	8.63	6.46	2.98

Tabla 6. Biomasa promedio por tratamiento.

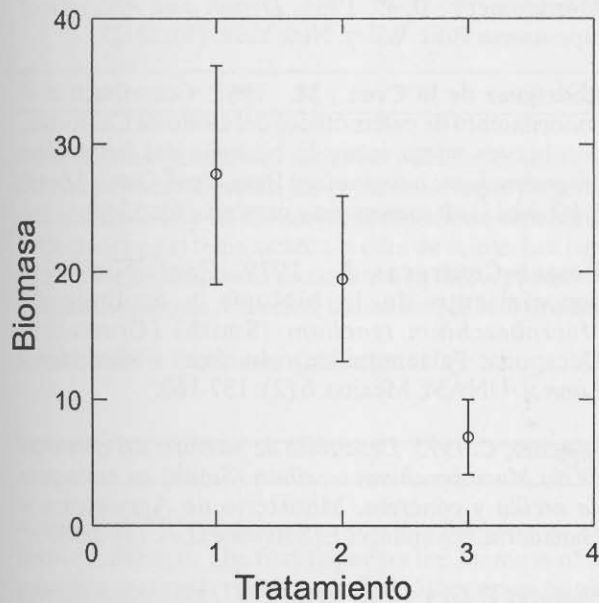


Figura 5. Comparación de la biomasa final entre tratamientos.

densidad, a pesar de que éstas se aumentaron al doble en cada ocasión; lo cuál resulta interesante ya que esto podría indicar que el "potencial máximo de crecimiento fisiológico" de la especie (Hepher, 1985), se mantuvo en los tres casos aún con las diferencias tan amplias de densidad, razón por la cuál el límite de este potencial no fue alcanzado. Por otra parte, la biomasa final obtenida en los tres tratamientos, sí muestra una diferencia significativa entre los tratamientos uno y tres ($p < 0.05$), por lo cual la biomasa alta en el tratamiento número uno nos indica el óptimo de densidad para esta especie, comparado con las otras dos densidades, y bajo las condiciones del experimento, a pesar de que el crecimiento sea ligeramente menor y la mortalidad mayor. En cuanto a la validez externa o representatividad de la muestra (Méndez, 1987) en el experimento realizado, se debe aclarar que los resultados del mismo no serían válidos para prácticas de engorda de esta especie en estanques rústicos con fondo de tierra, ya que las condiciones o factores presentes en dichos estanques son diferentes a los existentes en los acuarios, no obstante se considera que sí pudiera ser extrapolable a piletas de concreto o fibra de vidrio de mayor tamaño

en donde se quisiera realizar una engorda a nivel intensivo, siempre y cuando se mantuvieran las condiciones de control y temperatura similares.

CONCLUSIONES

Las tasas de crecimiento en longitud y en peso entre los tres tratamientos no fueron estadísticamente significativas.

El límite del "potencial máximo de crecimiento" para *M. Tenellum* durante el experimento, no fue alcanzado.

A un intervalo de "densidad de carga" entre 175 a 700 organismos/m³ en el tiempo y condiciones de este experimento, las tasas de crecimiento serán muy similares.

La biomasa final sí mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos uno y tres en donde el óptimo de densidad se obtuvo en el tratamiento uno (32 organismos/acuario).

Los datos obtenidos en este experimento pueden tener "validez externa" para engorda de juveniles de *M. Tenellum* en piletas de concreto o fibra de vidrio, siempre y cuando se mantengan las mismas condiciones ambientales y de manejo.

En este caso la biomasa máxima obtenida en siete meses para la densidad número uno (32 organismos/acuario), correspondería a una productividad de 6 140 Kg/ha, comparada con 4 318 Kg/ha para el tratamiento dos (16 organismos/acuario) y de 1 555 Kg/ha para el tratamiento tres (8 organismos / acuario).

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las biólogas Angelina Saldaña Arias y Virginia Vicente Velázquez su valioso apoyo en la elaboración del escrito y adecuación de tablas y gráficas.

LITERATURA CITADA

- Cabrera-Jiménez J. A.** 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en el laboratorio. *An. Inst. Biología. UNAM.* México. (1):127-152.
- Contreras, E. F.** 1993. *Las Lagunas Costeras Mexicanas.* Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca. 2ª. Ed. México. (1): 134 p.
- De los Santos, R. R.** 1994. Efecto de la densidad en la crianza y engorda del langostino *Macrobrachium tenellum* en los estanques del área de acuicultura en el CIDIR, Oaxaca. Informe de Servicio Social Lic. en Biología, UAM-Xochimilco. 33 p.
- Draper, N. R. and H. Smith** 1981. *Applied Regression Analysis.* 2nd. Edition. Wiley, New York. USA. (1):77-83.
- Fujimura, T.** 1974. Development of prawn culture industry in Hawaii. *Job Completion Report for project H-14-D.* Department of Land and Natural Resources State of Hawaii. (1):49-117.
- Guzmán, A. M.** 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "langostino" y su relación con factores ambientales en las Lagunas Costeras *Macrobrachium tenellum* de Mitla y Tres Palos, Gro., México. *An. Inst. Cienc Mar y Limnol.* UNAM. 9 (1): 67-86.
- Hepher Balfour.** 1985. *Cultivo de peces comerciales.* Edit. LIMUSA. México (1): 116-117.
- Ling S. W.** 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergi*. *FAO. Fish. Rep.* (57) vol. 3:589-606.
- Martínez P., C., Chávez y G. Palomo.** 1980. Avances sobre el semicultivo del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith). *Mem. II Simp. Lat. Acuicultura.* Departamento de Pesca. México: (1): 643-662.
- Méndez-Ramírez, I; G.D. Namihra; A. L. Moreno y M.C de Sosa.** 1987. *El protocolo de investigación.* Edit. Trillas. México. (1): 14-25.
- Montgomery D. C.** 1984. *Design and Analysis of experiments* Edit. Wiley. New York. (1): 13-25
- Rodríguez de la Cruz, M.** 1967. Contribución al conocimiento de palemónidos del Golfo de California, con breves notas sobre la biología del langostino *Macrobrachium americanum* Bate. *Conf. Cient. Mund. FAO biol. cult camarones y gambas.* (6): 55-59
- Román-Contreras J.** 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol.* UNAM. México. 6 (2): 137-160.
- Sánchez, C.** 1975. *Desarrollo de juveniles del camarón de río Macrobrachium tenellum (Smith) en estanques de arcilla y concreto.* Ministerio de Agricultura y Ganadería. Soyapango, El Salvador C. A. (2): 2-13.
- Signoret P. G. y G. E. Soto.** 1997. Comportamiento osmorregulador de *Macrobrachium tenellum* y *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) en diferentes salinidades. *Rev. Biología Tropical.* 45 (3): 1085-1091.