

## PROPORCIÓN ÓPTIMA DE ALIMENTO EN EL MANTENIMIENTO DE LA CEPA DEL ROTÍFERO *Brachionus patulus* (MÜLLER, 1786), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

\*Martha Prieto G, Gustavo Espitia P.

Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura

\*Correspondencia: jeropri@ufla.br - A.A. 895, Montería, Colombia.

### RESUMEN

Se da a conocer la proporción óptima de alimento en el mantenimiento de *Brachionus patulus* cepa Ciénaga de Lórica en condiciones de laboratorio. Se empleó como alimento *Chlorella* sp. y una mezcla de *Chlorella* sp. y levadura *Saccharomyces cerevisiae* en concentración de  $50 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ . Inoculando rotíferos en volúmenes de 250 ml con densidad inicial de  $5 \text{ rot. ml}^{-1}$ ; se evaluaron los factores poblacionales tomando como criterio cuatro proporciones diferentes con tres réplicas por tratamiento así: *Chlorella* sp. en concentración de  $50 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ , mezcla de *Chlorella* sp. y levadura en proporción 70:30 ( $35:15 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ), 30:70 ( $15:35 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ) y 50:50 ( $25:25 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ) respectivamente. La proporción de la mezcla  $25:25 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$  resultó ser óptima para el mantenimiento de la cepa en este caso, obteniendo con ella las mayores densidades ( $268.5 \text{ rot. ml}^{-1}$ ), tasa instantánea de crecimiento ( $0.44 \text{ rot. día}^{-1}$ ), tiempo de duplicación (1.56 días) y producción diaria ( $26.4 \text{ rot. ml}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ) de las poblaciones.

Palabras claves: Alimentación, Rotíferos, Acuicultura.

### ABSTRACT

It is given to know the good proportion of food in the maintenance of *Brachionus patulus* stump Ciénaga de Lórica under laboratory conditions. One worked *Chlorella* sp. and mixture of *Chlorella* sp. and yeast *Saccharomyces cerevisiae* in concentration of  $50 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$  like food. Inoculating rotifers in volumes of 250 ml with initial density of  $5 \text{ rot. ml}^{-1}$ ; it was evaluated, taking as approach the population factors, four proportions different with three reply this way for treatment: *Chlorella* sp. in concentration of  $50 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ , mixture of *Chlorella* sp. and yeast in proportion 70:30 ( $35:15 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ), 30:70 ( $15:35 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ) and 50:50 ( $25:25 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$ ) respectively. The good proportion for the maintenance of the stump is  $25:25 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$  of the mixture, obtaining with her the biggest densities ( $268.5 \text{ rot. ml}^{-1}$ ), it appraises instantaneous of growth ( $0.44 \text{ rot. day}^{-1}$ ), time of duplication (1.56 days) and daily production ( $26.4 \text{ rot. ml}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ) of the populations.

## INTRODUCCIÓN

El alimento vivo constituido por el plancton (fitoplancton y zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de peces, crustáceos y moluscos, constituyendo así un factor importante para el desarrollo de la actividad acuícola (Tacon 1989, Torrentera y Tacon 1989). La investigación orientada hacia el plancton como fuente de alimentación está en pleno desarrollo dado el interés que existe por la acuicultura, dirigido principalmente a las especies de importancia comercial de peces, moluscos y crustáceos en condiciones controladas para la producción y alta supervivencia de semillas en sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo, por ello se hace necesario conocer las diferentes alternativas de producción de alimento vivo a gran escala debido a dificultad que implica la sustitución del alimento natural (Torrentera y Tacon 1989, Lavens y Sorgeloos 1996).

El Laboratorio de Alimento Vivo de la Universidad de Córdoba cuenta actualmente con diferentes especies del plancton, entre los cuales el rotífero *Brachionus patulus* (Müller 1786) fue obtenida de la Ciénaga de Lorica y adaptada a las condiciones de laboratorio con fines experimentales y de cultivo en acuicultura. Esta cepa ha sido caracterizada morfológicamente determinando una altura y ancho promedio de 200.64 $\mu$  y 125.56 $\mu$  respectivamente; se ha hecho una descripción inicial del promedio de vida (10 días), entre otros aspectos en su ciclo de vida y actualmente se desarrolla un estudio detallado sobre sus aspectos reproductivos. Para su adaptación en laboratorio los rotíferos fueron alimentados con levadura de panificación *Saccharomyces cerevisiae* y la microalga *Chlorella* sp, los mejores resultados de aceptabilidad del alimento se observaron en las poblaciones alimentadas con una concentración inicial de 50x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la microalga y la concentración de 50x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la combinación de microalga y levadura. La especie mostró tener potencial para ser trabajada en acuicultura como posible partícula alimenticia.

En el presente trabajo se da a conocer la proporción óptima de alimento en el mantenimiento de la cepa en condiciones de laboratorio contribuyendo así al conocimiento de esta especie de la Ciénaga de Lorica, departamento de Córdoba como alimento potencial en la acuicultura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligió una concentración de alimento a trabajar equivalente a 50x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> acorde a los resultados obte-

nidos en una prueba previa sobre su aceptabilidad. Con el fin de determinar la proporción óptima de alimento para los rotíferos (*Chlorella* sp. y/o mezcla de *Chlorella* sp. y levadura de panificación), se dispuso volúmenes de 250 ml con densidad inicial de 5 rot.ml<sup>-1</sup> en los cuales se evaluaron cuatro concentraciones diferentes con tres réplicas por cada tratamiento así:

- *Chlorella* sp. en concentración de 50x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup>.
- Mezcla de *Chlorella* sp. y levadura en proporción 70:30 en concentraciones de 35x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> y 15x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente.
- Mezcla de *Chlorella* sp. y levadura en proporción 30:70 en concentraciones de 15x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> y 35x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente.
- Mezcla de *Chlorella* sp. y levadura en proporción 50:50 en concentraciones de 25x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> y 25x10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente.

Se establecieron como criterios para la determinación los factores poblacionales:

- Concentración de alimento. Recuento de la densidad microalgal (D) empleando cámara Neubauer.  $D = (F + M) \times C \times 10 \times 1000$  (Paniagua et al., 1986).
- Densidad de rotíferos como número promedio estimado de rotíferos por mililitro (rot.ml<sup>-1</sup>), empleando cámara Sedgewick-Rafter
- Porcentaje de fecundidad, definido por la proporción de la población portadora de huevos.  $(\%F = (Hem. ovas / Hem. Totales) \times 100)$  (González 1988 y Reguera et al. 1982).
- Tasa instantánea de crecimiento (K). El estado de crecimiento de la población de rotíferos  $K = ((\ln N_f - \ln N_o) / t)$  (Charles M y Tawfiq, S. 1989 y De la Cruz y Millares 1974).
- Tiempo de duplicación (td). Tiempo que tarda la población en duplicarse,  $T_d = (\ln 2 / K)$  (Charles M y Tawfiq S. 1989 y De la Cruz y Millares 1974).
- Producción diaria (pd). Cantidad de organismos producidos por día.  $P_d = ((N_f - N_o) / (t_f - t_o))$ . (Rendón y Yufera 1987, Charles M y Tawfiq S. 1989 y De la Cruz y Millares 1974).

La densidad, fecundidad, K, td y pd para cada uno de los diferentes tratamientos fueron tomadas como variables independientes; las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante análisis de varianza a dos vías con un modelo de dos factores (tratamientos y tiempo) y se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan. La duración del estudio estuvo definida por el crecimiento poblacional de los rotíferos en el volumen establecido, el punto final se marcó por la fase de decrecimiento poblacional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de densidad máxima, día de máxima densidad, fecundidad, tasa instantánea de crecimiento, tiempo de duplicación y producción diaria de las poblaciones sometidas a las cuatro diferentes proporciones de alimento se observan en la Tabla 1.

La figura 1 muestra la variación diaria del crecimiento poblacional de *Brachionus patulus* con las cuatro

concentraciones de alimento suministradas. Con la mezcla de *Chlorella sp.* y levadura de panificación a una concentración de  $15:35 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$  y  $25:25 \times 10^4 \text{ cel. ml}^{-1}$  se observan los mejores crecimientos de la población, iniciándose la fase de aceleración a partir del día 4 siguiendo en el día 8 una fase de crecimiento exponencial, para alcanzar una máxima densidad de 238.7 y 268.5 rot.ml<sup>-1</sup> el día 10 y 9 respectivamente, a partir del cual siguió un descenso de la población.

Tabla 1. Valores promedio (A) y desviación estándar (S) de parámetros poblacionales de *B. patulus* en la fase de mantenimiento a una densidad inicial de 5 rot.ml<sup>-1</sup> y 4 concentraciones diferentes de *Chlorella sp.* y levadura de panificación como alimento en volúmenes de 250 ml

Concentración Alimenticia Cel.ml <sup>-1</sup>	Densidad Máxima (rot. ml <sup>-1</sup> )	Día de Máxima Densidad	Fecundidad Máxima (%)	Tasa Instantánea de Crecimiento (K) (días <sup>-1</sup> )	Tiempo Duplicación (Días)	Producción Diaria (rot. ml <sup>-1</sup> )
50 x 10 <sup>4</sup> alga <i>Chlorella sp.</i>	A 142.58 S± 84.84	10	29.55 ± 5.02	0.31 ± 0.06	2.21 ± 0.41	13.75 ± 8.48
35:15 x 10 <sup>4</sup> alga: levadura	A 143.83 S± 50.53	10	29.44 ± 20.65	0.32 ± 0.03	2.10 ± 0.22	12.60 ± 5.3
15:35 x 10 <sup>4</sup> alga: levadura	A 238.75 S± 27.84	10	36.54 ± 7.99	0.38 ± 0.01	1.79 ± 0.05	22.9 ± 2.30
25:25 x 10 <sup>4</sup> alga: levadura	A 268.5 S± 40.14	9	37.91 ± 5.08	0.44 ± 0.01	1.56 ± 0.0	26.4 ± 2.45

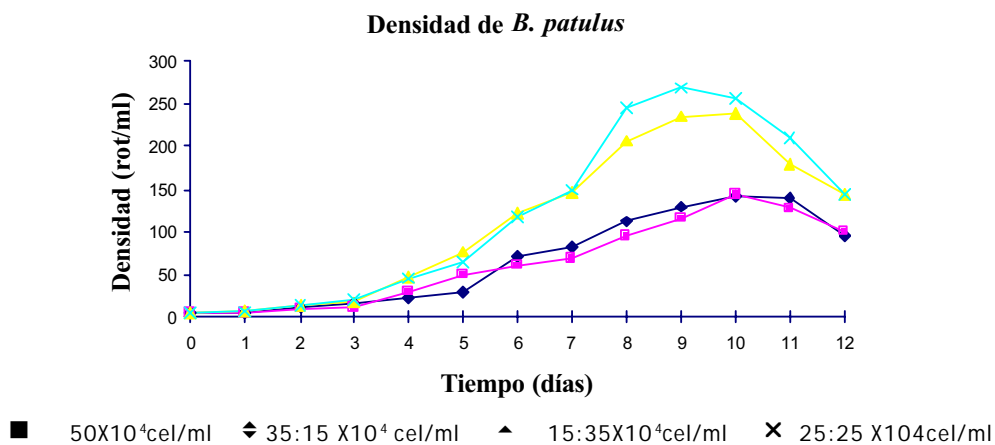


Figura 1. Variación diaria de la densidad de *B. patulus* con cuatro concentraciones de alimento en volúmenes de 250 ml

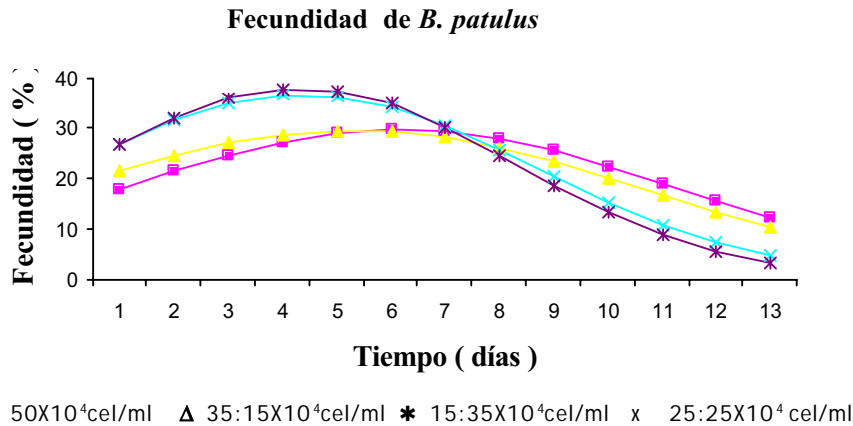


Figura 2. Fecundidad (%) de *B. patulus* con cuatro concentraciones de alimento en volúmenes de 250 ml. Los datos fueron ajustados al modelo de regresión no lineal.

Con relación a la fecundidad (Figura 2), se observó que las proporciones de la mezcla 25:25X10<sup>4</sup> cel.ml<sup>-1</sup> y 15:35 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> Chlorella sp. y levadura de panificación, el porcentaje de hembras ovadas tuvo un pico de crecimiento el tercer día del experimento alcanzando valores máximo promedio de 37.91 % y 36.59 % respectivamente, a partir del cual siguió disminuyendo la población de hembras ovadas hasta el día 12 del experimento. La fecundidad correspondiente a la concentración 35:15 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla respectiva y 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de Chlorella sp. la población alcanzó los valores máximos promedio de fecundidad el cuarto y quinto día del experimento 29.44% y 29.55% respectivamente, para ir decreciendo la población hasta el día 12 del experimento.

dado que, tanto en la proporción 35:15 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla de Chlorella sp. y levadura así como en la proporción 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la microalga, la fecundidad aumentó a partir del primer día hasta llegar al día seis, a partir del cual comienza el descenso de la población de hembras ovadas (Figura 2). La fecundidad correspondiente a los tratamientos con proporciones 15:35 y 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla respectiva, presentaron comportamientos similares con un aumento de fecundidad a partir del primer día hasta llegar al día cuarto en donde empieza a decrecer la población de hembras ovadas (Figura 3). Lo anterior se explica por el hecho de que para los cuatro tratamientos, las hembras provenían de lotes en crecimiento con 17,92%, 21,43%, 26,82% y 26,5%, respectivamente de hembras ovadas en el día cero del experimento, permitiendo así, un incremento en la fecundidad desde el primer día del experimento.

En el presente estudio, la fecundidad no presentó relación aparente con las proporciones alimenticias suministradas,

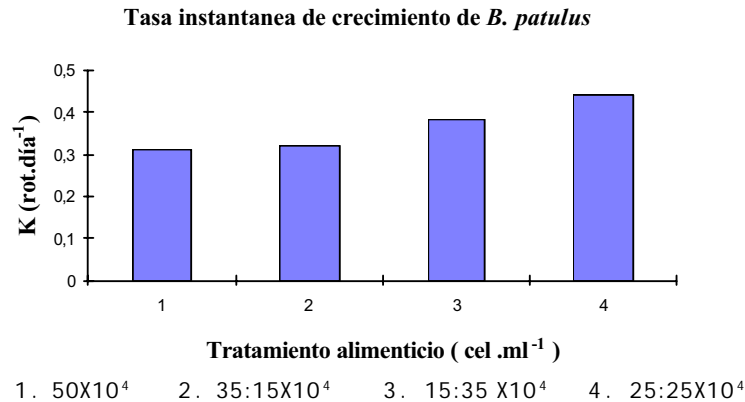


Figura 3. Tasa instantánea de crecimiento promedio (k) de *B. patulus* con cuatro concentraciones de alimento en volúmenes de 250 ml.

El inicio de la fecundidad de las hembras en cultivo depende en gran parte del estado en el que se sembraron. (Yufera et al 1983), iniciaron el cultivo con hembras procedentes de poblaciones que estaban al final del crecimiento, requiriendo de dos días para aparecer el primer pico de fecundidad.

Se observa en la Figura 3 que en las poblaciones alimentadas con las concentraciones 15:35 y 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla de Chlorella sp. y levadura de panificación, se alcanzan los valores más altos de tasa instantánea de crecimiento 0.38 y 0.44 rot.día<sup>-1</sup> respectivamente. No así, para las concentraciones 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de Chlorella sp. y 35:15 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla respectiva donde las tasas de crecimiento fueron inferiores (0.31 y 0.32 rot.día<sup>-1</sup>).

En la cepa de *B. patulus* se presentó una curva de crecimiento y unos valores de tasas de crecimiento similares para las proporciones de la mezcla de

Chlorella sp. y levadura de panificación 15:35 y 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente. Sin embargo, se lograron mayores valores de densidad máxima, tasa instantánea de crecimiento y producción diaria (268.5rot.ml<sup>-1</sup>, 0.44 días<sup>-1</sup> y 26.4 rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) con la proporción alimenticia de 25:25 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup>, considerando esta como la concentración más adecuada para el mantenimiento de la cepa. Estos resultados son similares a los de otros autores como Yúfera y (Pascual 1980), quienes señalan que las dietas mixtas (algas más levadura) producen las más altas tasas de crecimiento poblacional en cultivos de rotíferos.

En las concentraciones 15:35 y 25:25 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla de Chlorella sp. y levadura de panificación se observan los valores máximos de producción diaria (22.9 y 26.4rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) respectivamente (Figura 4), mientras que en las concentraciones 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de Chlorella sp. y 35:15 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla se lograron los valores más bajos.

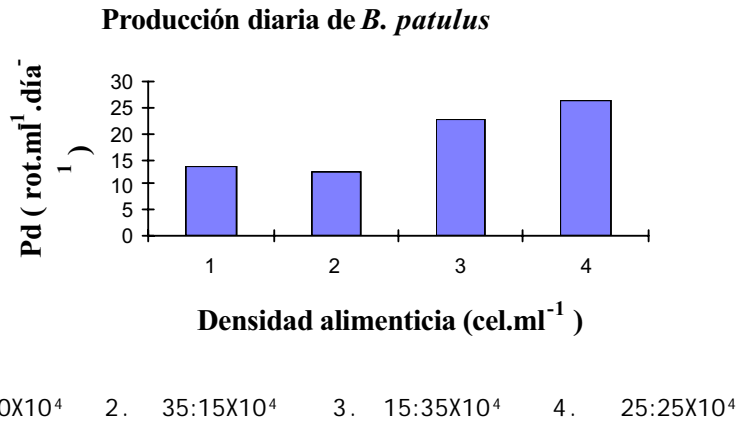


Figura 4. Producción diaria promedio (pd) de *B. patulus* con cuatro concentraciones de alimento en volumen de 250 ml.

Las concentraciones 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de Chlorella sp. y 35:15X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla de Chlorella sp. más levadura resultaron ser insuficientes para el desarrollo de los rotíferos como lo indica el prolongado tiempo de duplicación y la baja producción de la población 2.21 días, 13.75 rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> y 2.10 días, 12.60 rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> respectivamente; aunque la tasa de duplicación en este estudio para la concentración de 50 X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> (2.21 días) fue mayor que el

obtenido por (Molina 1996), para *B. angularis* (1.17días) a esta misma concentración con la microalga Chlamydomona sp. obteniendo la misma producción diaria de 13.75 rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>. Al analizar las tasas de duplicación se presentan diferencias, aunque las densidades de siembra utilizadas en ambos estudios (5 rot.ml<sup>-1</sup>) son las mismas se obtienen resultados iguales de producción diaria para las dos especies de rotíferos.

La determinación de la proporción óptima de los dos alimentos (*Chlorella* sp. y levadura) se establece acorde a lo observado donde la densidad, tasa instantánea y producción diaria presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos, pero la fecundidad y el tiempo de duplicación no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. La prueba de Duncan no reportó las diferencias entre las concentraciones 15:35X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> y 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla de *Chlorella* sp. y levadura de panificación y tampoco entre 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de *Chlorella* sp. y 35:15X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla respectivamente. Sin embargo el par de la mezcla 15:35X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> y 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente es estadísticamente diferente a la concentración 50X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de *Chlorella* sp. y 35:15X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> de la mezcla respectivamente. Acorde con estos resultados se presentaron diferencias significativas en las variables: densidad, tasa instantánea de crecimiento y producción diaria en la fase de mantenimiento indicando que la proporción de alimento influyó sobre el crecimiento y la producción de la población de *B. patulus*.

En los recipientes no se presentaron problemas de deterioro del medio, aunque se formó en el fondo una delgada capa de detritus que se mantuvo aislada del medio ya que la aireación suministrada no removía el fondo. Además el recambio de agua favorecía el medio y también se les mantenía con poca luz para evitar el afloramiento de las microalgas y asegurar que la concentración que los rotíferos consumían era ideal. La mejor condición para el manejo del medio en el mantenimiento de la cepa de *B. patulus* con una densidad de 5 rot.ml<sup>-1</sup> es alimentándolo con la microalga *Chlorella* sp. ya que el uso de la mezcla de microalga y levadura va en detrimento del medio implicando mayor manejo.

De los resultados obtenidos se deduce que con el alimento combinado *Chlorella* sp. y levadura de panificación a concentraciones de 25:25X10<sup>4</sup>cel.ml<sup>-1</sup> se lograron buenos resultados, el rotífero *B. patulus* alcanzó densidad promedio de 268.5rot.ml<sup>-1</sup>, tasa instantánea de crecimiento 0.44 rot.día<sup>-1</sup> y producción diaria de 26.4 rot.ml<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>; considerando esta concentración alimenticia óptima para el mantenimiento de la cepa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Charles M y Tawfiq S. Production and nutritional quality of two small sized strain of the rotifer *B. plicatilis*. Kuwait institute of scientific research. 1989; Kuwait.
- De la Cruz y Millares. Método de cultivo masivo de *B. plicatilis* (rotífera) a escala experimental. Inv. Mar. 1974; 11,29
- González de Infante A. El plancton de las aguas continentales. Secretaría general de la O.E.A. Serie de biología: 1988; monografía No.33. Washington D.C.
- Lavens P & Sorgeloos P. Introducción. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. 1996; Rome: FAO.
- Molina N. Cultivo masivo del rotífero *Brachionus angularis* Gosse 1851 a escala experimental en agua dulce. Tesis de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 1996; p1-117.
- Paniagua J, F. Bucle C. Granados y D. Loya. Manual de metodologías y alternativas para el cultivo de microalgas CICESE. 1986; México. p93.
- Reguera B C. Mosquera y C. Fernández. Consideraciones acerca de la producción del rotífero *Brachionus plicatilis* OF. Müller alimentado con levadura de panificación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog. 1982; p2:19.
- Rendón A. y M. Yufera. Evaluación de la producción total de rotíferos en relación al sistema de cultivo durante el período de cría larvaria en una planta de producción de alevinos. En: Cuad. Marisq. Publ. Tec. Actas del I Congreso Nacional de Acuicultura. vilaxoan. 1987; 8:79-82
- Tacón A. G.J. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación -OEA-. 1989; Brasilia- Brasil
- Torrentera B. L. y Tacón A.G.J. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. 1989; FAO. Brasilia - Brasil.
- Yufera M, L.M. Lubian y E. Pascual. Efecto de cuatro algas marinas sobre el crecimiento poblacional de dos cepas de *Brachionus plicatilis* (Rotífera: Brachionidae) en cultivo. Inv. Pesq. 1983; 47:325-333.
- Yufera M. y E. Pascual. Estudio del rendimiento de cultivos del rotífero *Brachionus plicatilis* alimentados con levadura de panificación. Inv. Pesq. 1980; 44:361-368.