



Evaluación del crecimiento de un cultivo de *Daphnia magna* alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* y un enriquecimiento con avena soya[✉]

Growth culture evaluation of *Daphnia magna* feed with *Saccharomyces cerevisiae* enrichment with oat soy

Avaliação do crescimento de um cultivo de *Daphnia magna* alimentada com *Saccharomyces cerevisiae* e um meio enriquecido com aveia soja

Lucía E Ocampo * ^{1,2,3}, Bact, MSc; Mónica C Botero ^{1,2,3}, Zoot, Dr Biol Mar; Luis F Restrepo^{1,3}, Estad, Esp.

¹Grupo GRICA Escuela de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia.

²Laboratorio Larpeali, Escuela de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia.

³Docentes, Escuela de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia.

(Recibido: 19 mayo, 2009; aceptado: 19 enero, 2010)

Resumen

Se realizó el cultivo experimental de cladóceros *Daphnia magna* alimentado con probióticos. Se realizaron 16 ensayos experimentales, en el laboratorio de larvicultura de peces y alimento vivo (Larpeali) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, bajo condiciones controladas de temperatura ambiente (21 - 25 °C), temperatura del agua (22 - 23 °C) y pH (7.6). Empleando una dieta de *Saccharomyces cerevisiae* y un medio de enriquecimiento con ácidos grasos (n-6) proveniente de harina avena-soya. Las concentraciones de dieta y enriquecimiento fueron de 25 ppm y 12.5 ppm, en arreglo factorial 2x2 (2 niveles de dieta con levadura y 2 niveles dieta con avena de soya), los cultivos de *Daphnia* por tratamiento se realizaron con cuatro replicas con el fin de determinar su efecto sobre el desempeño de la población. Se alimentaron cada tercer día, durante 15 días, evaluándose el número de organismos al final del período. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para el efecto del tratamiento con una concentración de 25 ppm *Saccharomyces cerevisiae* + harina de avena-soya a una concentración de 25 ppm. De igual forma se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$)

✉ Para citar este artículo: Ocampo LE, Botero M, Restrepo LF. Evaluación del crecimiento de un cultivo de *Daphnia magna* alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* y un enriquecimiento con avena soya. Rev Colomb Cienc Pecu 2010; 23:78-85.

* Autor para correspondencia: Lucía Ocampo. Grupo GRICA. Carrera 75 N° 65 - 87 Bloque 46 - 114. Ciudadela Robledo. Medellín, Colombia. Apartado aéreo: 1226. Teléfono: 57(4)4259146 y 3160377. Correo electrónico: leocampo@une.net.co.

en el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* a 12.5 ppm + harina de avena-soya 25 ppm sobre el crecimiento poblacional de los cladóceros. En el resto de los tratamientos no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Se evidenció que la combinación de estos componentes en sus concentraciones más altas potenció el crecimiento de la *Daphnia magna*, alcanzando un número de microcrustáceos de 826^a Daphnias/L \pm 9.57. Se puede concluir que los cladóceros por sus características de crecimiento en cultivo, presentan adaptación favorable a las condiciones de manejo para la producción de biomasa útil como alimento vivo en acuicultura.

Palabras clave: alimento vivo, cladóceros, *Daphnia magna*, dieta, medio de enriquecimiento.

Summary

Experimental cultivate cladocerans *Daphnia magna* feed with probiotics was realized. At University of Antioquia, Faculty of Agrarian Science, Larviculture, fish and food live Laboratory (Larpeali), under controlled conditions of environmental temperature between (21 - 25 °C), water temperature (22 - 23°C) and pH (7.6), were performed. One diet of *Saccharomyces cerevisiae* was used and one enriched medium of oat-soy flour (fatty acid, n-6) to concentrations of diet and enriched medium were the same, 25 ppm and 12.5 ppm, 2x2 factorial treatment arrangements (2 levels of *Saccharomyces cerevisiae* and 2 levels of oat-soy flour, diets was fed to four replicates of *Daphnia* culture per treatment in order to determine their effects on the populations cultivated. A 15-days feeding, each third day, trial were conducted, to assess the organisms at final period. The results showed significant high difference ($p < 0.01$) for the effect of the treatment with *Saccharomyces cerevisiae* 25 ppm + oat-soy flour 25 ppm. In the same way, the results showed significant difference ($p < 0.05$) for the effect of the treatment with *Saccharomyces cerevisiae* 12.5 ppm + oat-soy flour 25 ppm on the population growth of the cladocerans. Rest of treatments were not significantly difference ($p > 0.05$). The results showed that the combination of their high concentrations of components enhanced the population growth of *Daphnia magna*, reaching a number of microcrustaceans of $826^a \pm 9.57$. These cladocerans for their characteristics of growth in culture, present favorable adaptation to the handling conditions to produce biomasses potentially useful as nutritious particle as live food in aquaculture purposes.

Key words: cladocerans, *Daphnia magna*, diet, enrichment medium, live food.

Resumo

O objetivo do experimento foi avaliar o efeito das gorduras saturadas e insaturadas e seu grau de proteção (protegidas e sem proteção) sob a cinética e a extensão da degradação *in vitro* da matéria seca (MS) em dietas para ruminantes. Quatro dietas foram formuladas para conter o mesmo nível de energia (3200 Kcal ED /Kg MS) e proteína (13%PC) a ração total misturada (RTM), de acordo com as necessidades nutricionais de ovelhas em fase de finalização, quatro tipos de gorduras foram feitas com 8% de MS e foram testados tipos de gorduras foram testados: 1) gordura saturada sem proteção (GSSP), 2) gordura saturada protegida (GSP), 3) gordura insaturada sem proteção (GISP) e 4) gordura insaturada protegida (GIP). Para estimar a cinética e a extensão da degradação da MS e cinética da produção de gás, as rações foram avaliadas mediante a técnica *in vitro* de produção de gás, seguindo os modelos propostos por Orskov e McDonald (1979) y France et al (1993), para isto foi empregado o procedimento PROC NLIN de SAS (2001). Ao mesmo tempo, foi realizado um análise de medidas repetidas no tempo para verificar o efeito dos tratamentos sobre a produção de gás e a degradação da MS no tempo com ajuda do procedimento PROC MIXED do SAS (2001.) Neste experimento verificou-se que a utilização de gorduras insaturadas protegidas não afetou a degradação de MS quando comparadas com as não protegidas. No caso das gorduras saturadas, não houve um claro efeito da proteção sob a degradação e a cinética de fermentação da MS.

Palavras chave: degradabilidade, *in vitro*, produção de gás, ruminantes.

Introducción

En Colombia la acuicultura se ha desarrollado de manera importante a partir de las décadas de los 70's y 80's. El informe del CCI-INCODER

(2008), plantea las posibilidades que tiene el país en el desarrollo de esta práctica como son la diversidad de pisos térmicos, la disponibilidad de suelos, terrenos aptos y las enormes extensiones fluviales, marinas y submarinas. Sin embargo, en

esta industria aún se tiene desconocimiento de innumerables variables tecnológicas que afectan negativamente su consolidación. La problemática de la nutrición y la alimentación en la industria acuicultural de Colombia requiere planes de investigación en nutrición y alimentación a corto y mediano plazo, y de aplicación rápida en granjas comerciales, estaciones de fomento y laboratorios de investigación y servicio FAO (2006).

La demanda de alimento vivo en los estadios larvarios y poslarvarios (tamaño adecuado, cantidad, calidad y suministro a tiempos apropiados) no siempre cubre los requerimientos especie/específicos y los resultados productivos son inferiores a los ideales (Schlechtriem *et al.*, 2004). Dentro de estas especies, se encuentran los cladóceros, los cuales ofrecen un alto contenido nutricional y facilidades de producción en cultivo.

Son apetecidos por diferentes especies de peces, tales como: cachama (*Piaractus brachypomus*), tilapia (*Oreochromis sp.*), barbudo (*Ramdia quelen*), bocachico (*Prochilodus reticulatus*), carpa (*Ciprinus carpio*), yamú (*Brycon amazonicus*) y sabaleta (*Brycon henni*) (Prieto *et al.*, 2006). Su edad y la fuente de alimentación determinan su calidad nutricional y perfil bromatológico. Las preferencias por el alimento, se deben principalmente a factores como la disponibilidad de la presa, su movilidad y su distribución en la columna de agua tal como sucede con la *Daphnia*, que presenta un espectro de ruido con una densidad adecuada, que unido a la señal, permiten inclusive predecir un patrón de ataque específico, lo que representa un estímulo importante para la captura del alimento (Botero, 2004).

Con relación a su aporte nutricional, los géneros más estudiados son *Daphnia* y *Moina*. El perfil de aminoácidos reportado para *Daphnia sp.* es tirosina (4.27%), triptófano (3.62%), arginina (10.92%), histidina (2.69%), cistina (1.17%), metionina (3.45%) (Torretera y Tacón, 1989).

Las *Daphnias* son crustáceos planctónicos que incluyen más de 100 especies. Se alimentan de partículas en suspensión en el agua, son llamados filtros alimentadores. Los machos se distinguen

de las hembras por su pequeño tamaño y grandes anténulas, las antenas son las principales formas de locomoción, el alimento preferido son las algas, consumen partículas de 1 μm a 50 μm (Ebert, 2005). Tienen un cuerpo consistente de cabeza y tronco, este último se encuentra encerrado en un esqueleto externo o caparazón compuesta de quitina y polisacáridos, con una doble pared entre la cual se encuentra la hemolinfa (Rottmann, 2003).

El incremento de las actividades acuícolas, ha permitido un aumento en la atención y el uso de probióticos y prebióticos, considerados como uno de los más promisorios métodos preventivos en acuicultura (Li *et al.*, 2009). Los probióticos han sido definidos como suplementos microbianos de la dieta para beneficio del hospedero (Wang, 2007), incluyen múltiples mecanismos para prevenir la infección, potencian el sistema inmune, proporcionan valor nutricional al alimento entre otros, pueden administrarse como suplemento alimenticio o como un aditivo al agua, lo cual incrementa la resistencia a las enfermedades del camarón y en peces mejorando la inmunidad o la calidad del agua (Saulnier *et al.*, 2009).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo microscópico utilizado como probiótico, cuya pared celular contiene de 6 a 8 % de proteínas, un promedio de 8.5 - 13.5 % de lípidos y un gran porcentaje de vitamina B (tiamina, riboflavina, ácido fólico, etc.), empleado como dieta en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* (L.)), por su capacidad de potenciar la respuesta inmune y el crecimiento, debido a que posee inmunoestimulantes como: los β -glucanos y manano oligosacáridos (MOS) (Abdel-Tawwab *et al.*, 2008). En un estudio realizado por Yang (2007), se observó en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) que la dieta con *S. cerevisiae var. boulandii* incrementó los lípidos musculares y la pigmentación roja, al mismo tiempo mejoró la resistencia a *Yersinia ruckeri* (Yang *et al.*, 2006). *S. cerevisiae* ha sido ampliamente estudiado como dieta de alimento vivo en especies de microcrustáceos: rotíferos, *Daphnia sp.*, *artemia* y copépodos, debido a su contenido nutricional (Fazeli y Takami, 2006; Hamre *et al.*, 2008; Jiménez *et al.*, 2003).

Enriquecimiento

La soya, ha sido ampliamente utilizada como fuente de proteína en alimentos acuícolas, dado que presenta un buen balance en el perfil de aminoácidos, es económicamente sustentable y se emplea para sustitución parcial de proteína marina animal. Es considerada un buen sustrato para alimentos funcionales debido a que la fermentación probiótica tiene un potencial reductor de los niveles de carbohidratos, responsables de la producción intestinal de gas que incrementan los niveles de isoflavina (Champagne *et al.*, 2009; Sealey *et al.*, 2009).

Los cladóceros presentan diferentes respuestas y sensibilidad ante las diversas dietas, por ejemplo, si hay deficiencias nutricionales se presenta incidencia en los parámetros poblacionales del cultivo. Por otra parte, es de gran importancia conocer y definir las variables de estado del cultivo, así como el desarrollo de tecnologías de manejo que permitan obtener poblaciones masivas de cladóceros que suplan en calidad y cantidad los requerimientos básicos de especies de peces en cultivo. Por consiguiente el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desarrollo poblacional del cladóceros *Daphnia magna* en cultivo experimental, utilizando una dieta con probióticos a base de levadura y un medio de enriquecimiento de harina de avena-soya.

Materiales y métodos

Cultivo de cladóceros

Se seleccionó un cultivo de microcrustáceos compuestos por *Daphnia magna*, a las cuales se les suministró una dieta a partir de levadura comercial de panadería, en cladóceros se ha encontrado que utilizando *S. cerevisiae* en cultivos de *D. magna*, *D. hialina* y *Simocephalus vetulu*, se produce un aumento en la longitud y número de huevos (Czeczuga *et al.*, 2003), preparada industrialmente a partir de cultivos puros de *Saccharomyces cerevisiae*, en dos diferentes concentraciones y un medio de enriquecimiento a base de harina de soya y de avena, con una fuente de ácidos grasos insaturados. En estudios realizados en erizos de mar utilizando dietas con 3% lecitina de soya (total lípidos 5%) se observó que mejoraban el crecimiento total y la deposición de lípidos en las gónadas en

Strongylocentrotus droebachiensis (Gibbs *et al.*, 2009) y *L. vannamei* (Gamboa-Delgado *et al.*, 2009), además de producir alta digestibilidad en *Clarias geriepinus* y *Morone chrysops* × *M. saxatilis* (Fafioye *et al.*, 2005; Thompson *et al.*, 2008), presentación en polvo, empleada a dos niveles de enriquecimiento, para un total de cuatro tratamientos, con 4 réplicas por tratamiento.

Condiciones de crecimiento

Se emplearon 16 frascos de vidrio de boca ancha con capacidad de 600 mL. Los tratamientos empleados fueron:

Tratamiento 1, 25 ppm de levadura y 25 ppm de la fuente de ácidos grasos.

Tratamiento 2, 25 ppm de levadura y 12.5 ppm de la fuente de ácidos grasos.

Tratamiento 3, 12.5 ppm de levadura y 25 ppm de la fuente de ácidos grasos.

Tratamiento 4, 12.5 ppm de levadura y 12.5 ppm de la fuente de ácidos grasos.

Cada réplica fue inoculada con 15 *Daphnias*. Los cultivos fueron realimentados cada tercer día, manteniendo la concentración inicial. Se mantuvieron las condiciones de temperatura ambiente entre 21 - 25 °C y temperatura del agua 22 – 23 °C.

La duración del período experimental fue de 15 días, al cabo de los cuales se realizaron los conteos de *D. magna* utilizando la metodología de APHA/AWWA/WEF (2001). Se realizaron recuentos de los cultivos de cladóceros en cámara de Bogorov, luego de concentrar la muestra y llevarla a un volumen de 5 mL.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado, balanceado, efecto fijo en arreglo factorial 2², de tipo simétrico, donde se convalidaron los supuestos asociados errores experimentales aleatorios, independientes y normalmente distribuidos. Se verificó la homogeneidad de varianzas de los tratamientos y la no relación de las medias y las varianzas.

De igual forma se aplicó la prueba de comparación de Tukey, con base en un error tipo I del 5%. Se llevó a cabo un análisis descriptivo exploratorio de tipo unidimensional por tratamiento, el cual tuvo como objetivo establecer ciertos estadísticos (media, desviación estándar y coeficiente de variación). Se empleó el paquete estadístico SAS versión 9.1.

Se utilizó un modelo lineal completamente aleatorizado efecto fijo balanceado en arreglo factorial:

$$Y_{ijs} = \mu + L_i + E_j + LE_{ij} + S_{s(ij)}$$

Donde Y_{ijs} : representó la variable número de *Daphnia magna*

μ : El efecto promedio del experimento

L_i : Efecto de la dieta

E_j : Efecto del enriquecimiento

LE_{ij} : Efecto interacción (dieta i con el enriquecimiento j)

$S_{s(ij)}$: Error experimental de la k -ésima unidad experimental de la i -ésima dieta j -ésimo enriquecimiento

Resultados

Los resultados obtenidos muestran el número promedio de *Daphnias*/L por tratamiento al final del periodo evaluado, observándose un mayor número promedio de cladóceros en el tratamiento 1 con $826 \pm 9,57/L$ ($p < 0.01$) con respecto a los demás tratamientos cuyos resultados fueron $449 \pm 42.71/L$, $667 \pm 65.26/L$ y $406 \pm 53.03/L$ para los tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente.

Tabla 1. Datos del análisis descriptivo unidimensional para los tratamientos.

Tratamientos (Levadura + Avena- Soya)	Promedio \pm d.e. (número <i>Daphnias</i> /L)	Coefficiente de variación (%)	N
T1	826 ± 9.57^a	1.16	4
T2	449 ± 42.72^c	9.51	4
T3	667 ± 65.26^b	9.78	4
T4	406 ± 53.03^c	13.06	4

Valores con letras iguales en la columna no son diferentes estadísticamente ($n=16$).

El tratamiento 1 (25 ppm levadura y 25 ppm de ácidos grasos) presentó la menor desviación típica (9.57) y el menor coeficiente de variación (1.16) datos (Tabla 1), lo que permite concluir que este tratamiento mostró la mayor homogeneidad en los datos, así mismo la mayor desviación típica se presentó en el tratamiento 3 (65.26) mostrando gran dispersión de los datos.

Al efectuar el análisis de varianza mediante el diseño de clasificación experimental empleado, se encontró una relación significativa en la interacción levadura y enriquecimiento ($p < 0.05$). Lo que está indicando que al combinar las concentraciones más altas de ambos componentes se incrementó el número de cladóceros en forma notable, como se puede apreciar en el análisis descriptivo anterior. De igual manera se apreciaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre ambas concentraciones de levadura y enriquecimiento.

Al comparar mediante la prueba de Tukey, se ratificó que la concentración más alta de levadura aunada al mayor enriquecimiento presentó el mayor promedio en el número de cladóceros durante el ensayo (Tabla 1). El segundo tratamiento con mejores resultados fue el 3 (12.5 ppm levadura, 25 ppm de ácidos grasos ($p < 0.05$), con respecto al tratamiento 2 y al tratamiento 4 (Tabla 1), lo que podría demostrar que tiene mayor efecto sobre el incremento de la población el nivel de ácidos grasos o el alto contenido de proteínas presente en el enriquecimiento.

Resultados parámetros poblacionales estimados

Se evaluaron los parámetros reproductivos: número de cladóceros, tasa instantánea de crecimiento, tiempo de duplicación y rendimiento a partir de las siguientes ecuaciones (Heugens *et al.*, 2006; Ocampo (2004); Prieto *et al.*, 2006):

Se obtiene n (número de Cladóceros):

$$(n) = \frac{\log(\text{Población Final}) - \log(\text{Población Inicial})}{\log 2} \text{ (día}^{-1}\text{)} \quad (A)$$

El tiempo de duplicación, tiempo que demora la población en duplicarse:

$$\text{Tiempo de duplicación} = \frac{n}{t} (td) \equiv (\text{días}) \quad (\text{B})$$

El rendimiento, número de cladóceros por día:

$$\text{rendimiento} (r) = \frac{(\text{Población Final}) - (\text{Población Inicial})}{T} \quad (\text{C})$$

La tasa de crecimiento, aumento de la población en un período especificado:

$$\text{Tasa de Crecimiento Específico} (k) = \frac{\ln(\text{Población Final}) - \ln(\text{Población Inicial})}{T} \equiv (\text{día}^{-1}) \quad (\text{D})$$

Se correlacionaron parámetros obtenidos con parámetros estimados (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar de parámetros poblacionales de *Daphnia magna* en cultivo. Volumen de 400 mL; Tratamiento (Tto); Tasa de crecimiento (k); Tiempo de Duplicación (Td); rendimiento (r).

Tratamiento (<i>S. cereviseae</i> + enriquecimiento)	K* (días ⁻¹)	Td* (días ⁻¹)	r* (Daphnias/mL/ día)
T1	0.258 ± 0.001 ^a	2.69 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.001 ^a
T2	0.207 ± 0.008 ^c	3.36 ± 0.13 ^c	0.03 ± 0.003 ^c
T3	0.240 ± 0.008 ^b	2.90 ± 0.10 ^b	0.05 ± 0.004 ^b
T4	0.198 ± 0.011 ^c	3.51 ± 0.19 ^c	0.03 ± 0.004 ^c

* Los valores de los parámetros poblacionales fueron estimados a partir de las ecuaciones de crecimiento de cladóceros (Heugens et al., 2006; Ocampo 2004; Prieto et al., 2006) (n=16)

Los tratamientos 1 y 3, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto al número de *Daphnias*, a las concentraciones más altas de enriquecimiento con harina-soya de 25 ppm y a su vez mostraron menores tiempos de duplicación que en el resto de los tratamientos 2.69 ± 0.01 y 2.90 ± 0.10 respectivamente. De igual manera los mejores rendimientos 0.07 ± 0.001 y 0.05 ± 0.004 , así como las mayores tasas de crecimiento 0.258 ± 0.001 y 0.240 ± 0.008 fueron observadas en los tratamientos mencionados (Tabla 2).

Discusión

Los conteos finales de cladóceros en los cuatro tratamientos empleados evidencian la habilidad de *D. magna* para alimentarse con levadura y harina de avena soya, así como el efecto en la adaptación en el cultivo. *Daphnia* presenta una gran habilidad para

alimentarse, e incluso consumir un amplio rango de bacterias, lo cual concuerda con los resultados de Jensen et al., (2001) y Markosova et al., (1993) (Jensen et al., 2001; Markosova et al., 2003).

Desde el punto de vista reproductivo, al comparar los resultados de los parámetros poblacionales de este estudio, con los del cladóceros *Moina* sp alimentado con levadura de panificación enriquecida con la microalga *Ankistrodesmus* sp, se observó una tendencia similar en cuanto a tipo de medio y al enriquecimiento. Sin embargo, *Moina* sp registra un incremento siete veces superior y el tiempo de generación menor (característico de *Moina*, la cual presenta una gran adaptabilidad). Para dicho trabajo, al aplicar el anova se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$), en la tasa instantánea de crecimiento, el tiempo de generación y en el rendimiento, acorde a lo hallado para el presente trabajo (Tabla 2) (Patnaik et al., 2006).

Los tratamientos 1 y 3, mostraron menores tiempos de duplicación que en el resto de los tratamientos 2.69 y 2.90 , así como las mayores tasas de crecimiento 0.258 y 0.240 . Lo que permite concluir que *Daphnia magna* presenta una mayor sensibilidad a la presencia del medio de enriquecimiento para la reproducción que a la dieta con levadura.

Respecto al rendimiento, se muestra un mayor rendimiento para el tratamiento 1 de 0.07 , seguido del tratamiento 3, el cual presentó un rendimiento ligeramente inferior de 0.05 , lo que refuerza los resultados anteriores, los rendimientos se relacionan a las densidades poblacionales, vulnerables de igual manera al medio de enriquecimiento (Tabla 2).

Se concluye que *D. magna* presenta una adecuada adaptación en el medio de cultivo a partir de levadura y medio de enriquecimiento de harina de avena-soya, lo que se evidencia en el conteo final de *Daphnia magna* de los 4 tratamientos empleados.

Los resultados de las estimaciones de Tiempos de duplicación y Tasa de crecimiento permiten concluir que a mayores concentraciones de medios, la reproducción de *Daphnia magna* es más eficiente (T1), seguida de la utilización de una mayor concentración de medio de enriquecimiento y el nivel más bajo de la dieta (T3). De igual manera *Daphnia magna* presentó una preferencia marcada por el medio de enriquecimiento más que por la dieta.

Para futuros estudios de alimento vivo se sugieren conteos periódicos de *Daphnia*, para tratar de ampliar los efectos del tipo de alimento en la densidad poblacional, tasa de crecimiento, rendimiento en el cultivo y producción diaria. Adicionalmente se sugiere realizar renovación de medio, para evitar alguna incidencia en los resultados poblacionales tal como lo sugiere Prieto *et al.* (2006).

Referencias

- Abdel-Tawwab M, Abdel-Rahman A, Nahla E. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture* 2008; 280:185-189.
- Botero M. Selecciones: Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento. *Rev Colomb Cienc Pec* 2004; 17:63-75.
- Caramujo MJ, Boschker H, Admiraal W. Fatty acid profiles of algae mark the development and composition of *harpacticoid copepods*. *Freshwater Biol* 2008; 53:77-90.
- CCI-INCODER. Pesca y Acuicultura Colombia. 2006; [Fecha de acceso: 23 de octubre de 2008]. URL: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200833174541InformePescaCompleto.pdf.
- Champagne CP, Green-Johnson J, Raymond Y, Barrette J, Buckley N. Selection of probiotic bacteria for the fermentation of a soy beverage in combination with *Streptococcus thermophilus*. *Food Research International* 2009; 42:612-621.
- Czczuga B, Kozłowska M, Kiziewicz B. Effect of various types of phytoplankton on fertility, egg size and duration of postembryonic growth of a few plankton representatives of cladocera (Crustacea). *Pol J Environ Stud* 2003; 12:545-555.

El uso de probióticos en la alimentación de cladóceros podría ser un sustituto importante en una producción a escala. A partir del primer uso en acuicultura, numerosos estudios han demostrado su habilidad para controlar patógenos potenciales e incrementar las tasas de crecimiento de animales en granjas (Champagne *et al.*, 2009; Gamboa-Delgado *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2008). Además, exhiben numerosas ventajas, y al ser consumidos por las larvas de peces les confiere la presencia de mecanismos para prevenir la infección, potenciar el sistema inmune y proporcionar valor nutricional al alimento entre otros (Li *et al.*, 2009; Saulnier *et al.*, 2009; Sealey *et al.*, 2009).

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los estudiantes del Laboratorio de Sinergia así como a su líder la profesora Martha Olivera y al Ingeniero Pesquero Carlos Mario Rivera por sus aportes.

Ebert D. Ecology, Epidemiology and Evolution of Parasitism in *Daphnia*. Universität Basel: Switzerland; 2005. [Fecha de acceso: 1 de Junio de 2008] URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=Books>.

Fafioye O, Fagade S, Adebisi A, Jenyo-Oni, Omoyinmi G. Effects of Dietary Soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) on Growth and Body Composition of African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell). *Turk J Fish Aquat Sci* 2005; 5:11-15.

FAO. Series title: FAO Fisheries Technical Papers-T500. FAO-Italia, Fisheries Department. 2006; [Fecha de acceso: 10 de septiembre de 2008] URL:<http://www.fao.org/docrep/009/a0874e/a0874e00.htm>.

Farhadian O, Yusoff F, Arshad A. Population Growth and Production of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) Fed on Different Diets. *J World Aquacult Soc* 2008; 39:384-396.

Fazeli Z, Takami G. The best time and concentration for yeast probiotic enrichment of *Artemia urmiana* Nauplii. *Pakistan J Biol Sci* 2006; 9:2159-2161.

Gamboa-Delgado Julián and Le Vay Lewis. Natural stable isotopes as indicators of the relative contribution of soy protein and fish meal to tissue growth in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed compound diets. *Aquaculture* 2009; 291:115-123.

- Gibbs Victoria, Watts Stephen, Lawrence Addison and Lawrence John M. Dietary phospholipids affect growth and production of juvenile sea urchin *Lytechinus variegates*. *Aquaculture* 2009; 292:95-103.
- Hamre K, Srivastava A, Ronnestad I, Mangor-Jensen A, Stoss J. Several micronutrients in the rotifer *Brachionus sp.* may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. *Aquacult Nutr* 2008; 14:51-60.
- Heugens E, Tokkie L, Kraak M, Hendriks A. Van SN and Admiraal W. Population growth of *Daphnia Magna* under multiple stress conditions: joint effects of temperature, Food, And Cadmium. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2006; 25:1399-1407.
- Jensen K, Larsoon P, Hogstedt G. Detecting food search in *Daphnia* in the field. *Limnol Oceanogr* 2001; 46:113-120.
- Jiménez D, Rosas J, Velásquez A, Millán J, Cabrera T. Crecimiento poblacional y algunos aspectos biológicos del cladocero *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (*Branchiopoda, Anomopoda*), alimentado con tres dietas en tres salinidades diferentes. *Ciencia* 2003; 11:22-30.
- Li J, Tan B and Mai K. Dietary probiotic *Bacillus OJ* and isomaltooligosaccharides influence the intestinemicrobial populations, immune responses and resistance to white spot syndrome virus in shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture* 2009; 29:135-40.
- Markosova R and Jesek J. Bacterioplankton interactions with *Daphnia* and algae in experimental enclosures. *Hidrobiología* 1993; 264:85-99.
- Michael K. Hein. Part 10000 Biological Examination. En: APHA, AWWA y APWA editors. Standard methods for water and wastewater: Técnicas de conteo de zooplankton. 20th edición. Washington D.C., USA. 1992. p. 1016 - 1017.
- Nhu CA. Comparison of Yield and Quality of the Rotifer (*Brachionus plicatilis* – L-strain) Fed Different Diets Under Aquaculture Conditions, Vietnam. *Asian Fish Sci* 2004; 17:357-363.
- Ocampo LE. Crecimiento microbiano. Universidad de Antioquia. 2004; [Fecha de acceso: 1 de septiembre de 2008] URL:http://docencia.udea.edu.co/bacteriologia/MicrobiologiaAmbiental/microbiologia_2.pdf.
- Patnaik S, Samocha T, Davis D, Bullis R, Browdy & C. The use of HUFA-rich algal meals in diets for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult Nutr* 2006; 12:395-401.
- Prieto M, De la Cruz L, Morales M. Cultivo experimental del cladocero *Moina sp* alimentado con *Ankistrodesmus sp* y *Saccharomyces cerevisiae*. MVZ-Córdoba 2006; 11:705-714.
- Ramírez J. Fitoplancton de agua dulce. Aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Primera ed. Medellín (CO): Editorial U de A: 2000.
- Ribeiro D, Pires de Oliveira A. Feed preferences of *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae) larvae in fish ponds. *Aquaculture* 2008; 274:65-71.
- Rojas-García C, Hasanuzzaman AF, Sorgeloos P. and Bossier P. Cell wall deficient *Saccharomyces cerevisiae* strains as microbial diet for *Artemia larvae*: Protective effects against vibriosis and participation of phenoloxidase. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 2008; 360:1-8.
- Rottmann R, Graves J, Watson C, Yanong R. Culture Techniques of Moina: The Ideal *Daphnia* for Feeding to Freshwater Fish Fry. University of Florida. 2003; [Fecha de acceso: 1 de Agosto de 2008] URL:<http://edis.ifas.ufl.edu/FA024>.
- Saulnier MA, Spinler K, Gibson R and Versalovic J. Mechanisms of probiosis and prebiosis: considerations for enhanced functional foods. *Current Opinion in Biotechnology* 2009; 20:135-141.
- Schlechtriem C, Ricci M, Focken UK and Becker. The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding fish larvae. *J Appl Ichthyol* 2004; 20:161-168.
- Sealey W, Barrows F, Smith C, Overturf K and La Patra S. Soybean meal level and probiotics in first feeding fry diets alter the ability of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to utilize high levels of soybean meal during grow-out. *Aquaculture* 2009; 293:195-203.
- Thompson K, Rawles S, Metts L, Smith R, Wimsatt A, Gannam A, Twibell R, Johnson R, Brady Y, Webster C. Digestibility of Dry Matter, Protein, Lipid, and Organic Matter of Two Fish Meals, Two Poultry By-product Meals, Soybean Meal, and Distiller's Dried Grains with Solubles in Practical Diets for Sunshine Bass, *Morone chrysops* × *M. saxatilis*. *J World Aquacult Soc* 2008; 39(3):352-363.
- Torrentera L, Tacon A. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. Una diagnosis. FAO-Italia. 1989; [Fecha de acceso: 10 de marzo de 2008] URL:<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>.
- Tovar-Ramírez D, Zambonino-Infante J, Cahu C, Gatesoupe F, Vázquez-Juárez. Efecto de la administración de levaduras en el proceso de maduración del tracto digestivo de peces. 2000; [Fecha de acceso: 18 de Octubre de 2008] URL:<http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuiculturaV/vazquez.pdf>.
- Waché Y, Auffray F, Gatesoupe FJ, Zambonino J, Gayet V, Labbé L, and Quentel C. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture* 2006; 258:470-478.
- Wang YB. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 2007; 269:259-264.