

## Aprovechamiento de alimento vivo *Culex quinquefasciatus* en la dieta del pez cebra *Brachidanio rerio* (Pisces: Cyprinidae) con énfasis en la reproducción

T.J. Olascoaga, J. Luna-Figueroa

Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Biología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa, 62210 Cuernavaca, Morelos (México)  
e-mail: jluna@cib.uaem.mx

### Resumen

En el presente estudio se evaluó a *C. quinquefasciatus* como alimento vivo para *B. rerio* y su efecto en la reproducción. Los resultados indican superioridad de *C. quinquefasciatus* respecto al alimento comercial con las siguientes diferencias; la frecuencia de desove 57,54% ( $P < 0,05$ ), la producción de huevos 55,06% ( $P < 0,05$ ), la sobrevivencia de los alevines 49,00% ( $P < 0,05$ ), mientras que en los reproductores no difirió entre los tratamientos ( $P > 0,05$ ). Por lo anterior, se concluye que *C. quinquefasciatus* es un alimento vivo apropiado para *B. rerio* con gran efecto en la reproducción de la especie.

*Palabras clave:* Alimento vivo, *C. quinquefasciatus*, *B. rerio*, reproducción

### Summary

#### Use of living food *Culex quinquefasciatus* in diet of zebra fish *Brachidanio rerio* (Pisces: Cyprinidae) with emphasis in reproduction

*C. quinquefasciatus* was evaluated like living food for *B. rerio* and its effect in the reproduction. The results indicate superiority of *C. quinquefasciatus* regarding the commercial food with the following differences; spawns frequency 57,54% ( $P < 0,05$ ), eggs production 55,06% ( $P < 0,05$ ), fingerlings survival 49,00% ( $P < 0,05$ ), while in reproducers it didn't differ among the treatments ( $P > 0,05$ ). Finally it concludes that *C. quinquefasciatus* is an appropriate alive food for *B. rerio* with great effect in this species reproduction.

*Key words:* Living food, *C. quinquefasciatus*, *B. rerio*, reproduction

### Introducción

El alimento vivo posee gran valor nutricional, debido a que se emplea en la mayoría de los casos sin experimentar proceso alguno de secado, congelamiento o envasado que haga disminuir su valor original (Sorgeloos, 1992). Existe una amplia variedad de organismos considerados como alimento vivo, entre los que podemos mencionar a *Artemia salina*, *Tubifex tubifex*, *Daphnia pulex*, *Brachionus plicatilis*, y *Culex pipiens*, por su alto contenido proteico, elevada disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movimiento.

El aprovechamiento de larvas de mosco *C. quinquefasciatus* en la dieta de peces, evitará la proliferación de estos molestos organismos, cuya principal característica es su alto valor proteico, el cual permite considerarlos como un alimento vivo viable dentro de la acuicultura.

Por otra parte, el pez cebrá *Brachidanio rerio* es una especie de importancia económica en el área de la acuicultura ornamental, la cual desde el punto de vista productivo requiere de mayor información con carácter científico en aspectos como la nutrición, la reproducción y el crecimiento en condiciones controladas.

En especies ornamentales con alto potencial de cultivo, como *B. rerio*, es importante generar los conocimientos relacionados con su reproducción en cautiverio, ya que ésta representa en la mayoría de los casos un indicador real del éxito o fracaso en las granjas de producción. De significativa importancia para alcanzar altas tasas de reproducción resulta conocer los requerimientos nutricionales de una especie, ya que a partir de este conocimiento es posible influir positivamente en dichas tasas y por lo tanto generar incrementos sustanciosos en el aspecto económico de cualquier especie en cultivo (Luna-Figueroa, 2002; Luna-Figueroa y cols, 2002).

Es incuestionable que el control de la nutrición y las características físicas y químicas del agua permitirán o impedirán alcanzar los objetivos planteados referentes a la reproducción, por lo que resulta trascendente proporcionar a los peces un alimento rico en proteínas, entre otras razones debido al papel que desempeñan en los organismos; mantenimiento, recuperación de tejidos dañados, maduración y crecimiento (De la Higuera, 1987; Mambrini y Guillaume, 2001). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de *C. quinquefasciatus* en la reproducción del pez cebrá *B. rerio*.

## Material y métodos

Los organismos de *B. rerio* en etapa de cría (10 mm) se obtuvieron de una granja de peces de ornato, ubicada en el estado Morelos, México. Los especímenes, un total de 200, fueron mantenidos (aclimatados) en el laboratorio durante 15 días en un estanque de 600 l, a  $28,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  y con aireación constante. Posteriormente se dividió el número de peces en dos tratamientos al 50%. Durante esta fase de crecimiento y madurez (60 días) la alimentación consistió de alimento vivo larvas de mosco *C. quinquefasciatus* (tratamiento I) y un alimento balanceado especial para cebras (tratamiento II), la ración fue el 5% de la biomasa de cada grupo de organismos, con un horario de 10:00 y 16:00 h, respectivamente. Previo al suministro del alimento se retiraron los excedentes de alimento así como las heces producidas y se reemplazó el 25,0% del volumen de agua diario.

Los alimentos fueron sometidos a un Análisis Químico Proximal (UNAM) para determinar el contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Análisis químico proximal del alimento suministrado a los reproductores del pez cebrá *B. rerio*.

	Larvas de mosco <i>C. quinquefasciatus</i>	Alimento comercial
Proteínas (%)	42,59	45,00
Lípidos (%)	10,64	8,00
Carbohidratos (%)	7,68	40,00

Una vez alcanzada la madurez sexual se procedió a la formación de lotes de reproductores con una proporción de 2:1 machos/hembra, los cuales se colocaron en acuarios de 40 l provistos de maternidades de 300 x 200 x 200 mm (red de malla

fina), aireación constante y una temperatura de  $28,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Los análisis biométricos de los peces se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Datos biométricos (promedio  $\pm$  desviación estándar) de los peces cebra *B. rerio* utilizados en cada tratamiento

Datos biométricos		Tratamiento	
		I. Alimento vivo	II. Alimento comercial
Peso húmedo (PH) (mg)	Machos	711,25 $\pm$ 20,05	595,62 $\pm$ 18,84
	Hembras	1 019,37 $\pm$ 39,44	1 193,75 $\pm$ 83,42
Longitud total (LT) (mm)	Machos	48,00 $\pm$ 0,66	47,34 $\pm$ 0,67
	Hembras	49,56 $\pm$ 0,85	54,56 $\pm$ 1,13

El diseño experimental constó de dos tratamientos con 8 repeticiones y el número de desoves por tratamiento durante 30 días fue de  $10^6$  con larvas de mosco y 45 con alimento comercial. Los huevos producidos fueron retirados de la pecera mediante sifón y depositados en un vaso de precipitado de 1 000 ml, para separar los residuos del contenido hasta quedar exclusivamente los huevos. Posteriormente se tomaron muestras al azar y se distribuyeron en una caja de plástico con 8 celdas de 3 ml cada una, especialmente diseñada para contar los huevos, instalada sobre una base milimétrica con el objetivo de facilitar el conteo. Finalmente, los huevos se colocaron en un acuario de 40 l con aireación y temperatura ( $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ) constantes para obtener el número de peces por desove.

Las características físicas y químicas del agua fueron las siguientes: oxígeno disuelto  $5,85 \pm 0,03$  mg/l, temperatura  $28,1 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , pH  $7,2 \pm 0,02$ , dureza total  $87,9 \pm 1,09$  mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , sólidos disueltos  $8,3 \pm 1,24$  mg/l, amonio  $0,02 \pm 0,001$  mg/l de  $\text{NH}_3$  y cloro  $0,01 \pm 0,001$  mg/L (APHA, 1992). Por otra parte se estimó el porcentaje de sobrevivencia de los reproductores y de las crías, éste se calculó por diferencia entre el número inicial y el final de los organismos sometidos a los diferentes tratamientos.

Los datos físicos y químicos del agua de cultivo, así como los de reproducción se procesaron mediante el análisis exploratorio de datos (Tukey, 1978). El diseño gráfico de los datos se realizó con el programa de cómputo SigmaPlot 6.0 mediante diagramas de cajas en paralelo. Asimismo el análisis estadístico de los resultados de calidad de agua y de reproducción se contrastó mediante el análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95% (Zar, 1999).

## Resultados y discusión

El Análisis Químico Proximal de los alimentos utilizados en la investigación se presenta en la Tabla 1, en la cual se observan diferencias en el contenido de los principales componentes del alimento. Lo anterior es de gran importancia para la ejecución del proyecto, ya que facilita el análisis de los resultados de la reproducción de *B. rerio*. Por otra parte, las características físicas y químicas del agua no difirieron significativamente ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, por lo que es posible asegurar que las diferencias en la reproducción del pez cebrá se deben exclusivamente al efecto de los alimentos, debido a que las condiciones de mantenimiento y la calidad del agua fueron similares.

Los requerimientos de proteína para los peces desovadores, como es el caso de *B. rerio*, son pobremente entendidos, aún en términos de calidad. Sin embargo,

parece que la aportación de proteína que asegura un buen crecimiento también permite una buena síntesis de productos reproductivos en las hembras y una mayor fortaleza en los machos (Guillaume y cols, 2001), mientras que deficiencias en el contenido de proteína en la dieta de futuros desovadores pueden postergar la madurez sexual de las hembras y generar baja producción de huevo. Lo anterior parece ser lo acontecido con los reproductores de *B. rerio* nutridos con alimento comercial, lo que se reflejó en pobres resultados reproductivos. La diferencia en el contenido proteico de los alimentos fue de 5,35% mayor en el alimento comercial, sin embargo, los resultados fueron superiores en los peces nutridos con *C. quinquefasciatus*, lo cual indica que la mayor parte de los nutrientes requeridos para la reproducción de *B. rerio* están incluidos en las larvas de mosco y que probablemente algún proceso en la elaboración del alimento comercial podría haber disminuido su valor nutritivo.

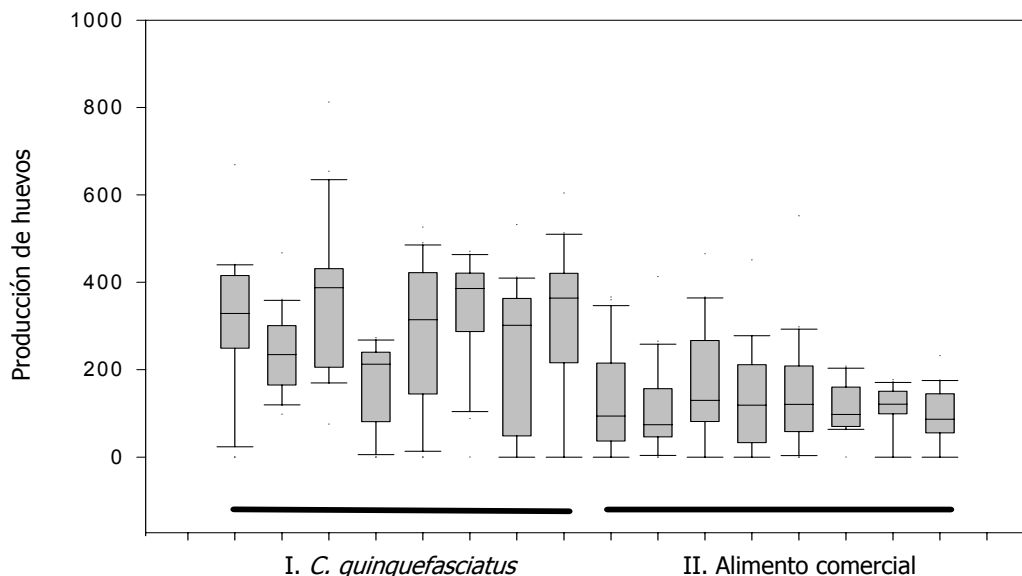
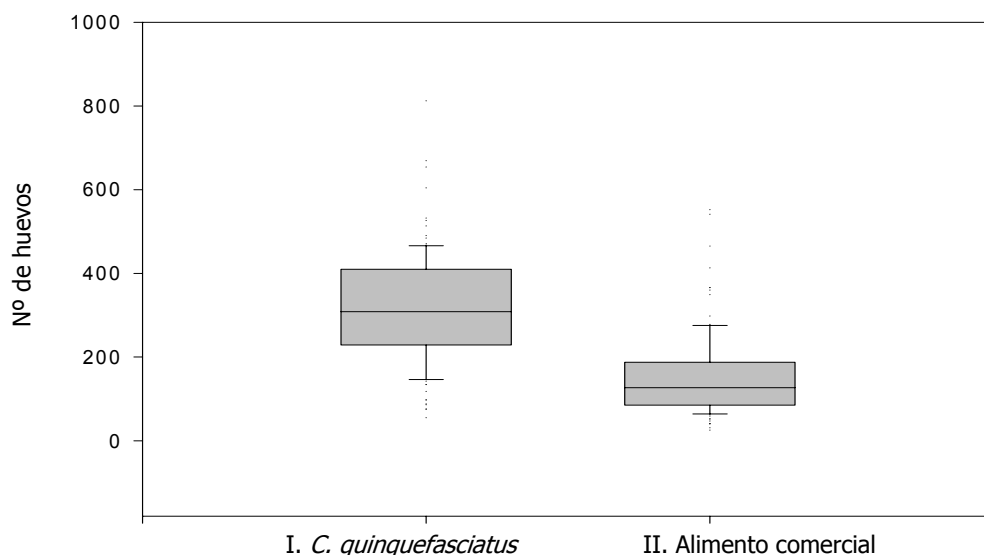
Una marcada diferencia entre los alimentos utilizados en la presente investigación se presentó en el contenido de carbohidratos, siendo éste 80,80% mayor en el alimento comercial. Es importante recordar que los carbohidratos constituyen la fuente de energía más barata, por lo que son incluidos en altos porcentajes en la formulación de alimentos para peces, aunque no siempre con resultados aceptables, como ha sido el caso de *B. rerio*. Lo anterior sugiere que la cantidad de nutrientes no es estrictamente el factor determinante para explicar la diferencia en la reproducción de *B. rerio*, sino que además de la cantidad la calidad juega un papel determinante. Un punto significativo del valor nutritivo de los alimentos lo constituyen los lípidos de la dieta, ya que juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales (Watanabe, 1987).

Lo anterior incrementa el significado de la diferencia porcentual existente entre los alimentos utilizados en el trabajo, debido a que el contenido de lípidos difirió 24,81% mayor en *C. quinquefasciatus*. Watanabe y cols (1984 a y b) han demostrado que la deficiencia de ácidos grasos esenciales afecta profundamente el desove de algunas especies de peces, debido al importante papel que juegan en la fisiología de la reproducción, lo anterior podría explicar el mejor desempeño reproductivo de los peces nutridos con *C. quinquefasciatus*.

El patrón de frecuencia de desove de la especie resultó continuo, con una ligera disminución en el número de huevos conforme avanzó el período de desove, lo anterior contrasta con lo que sucede con otras especies de interés ornamental, caso concreto *Pterophyllum scalare*, la cual presenta una frecuencia de desove de  $14,40 \pm 0,73$  días con la utilización de *C. quinquefasciatus* (Gómez, 2003). La diferencia en el número de desoves de *B. rerio* fue 57,54% superior ( $p < 0,05$ ) con larvas de mosco en un período de 30 días, esto destaca el efecto de *C. quinquefasciatus* sobre la frecuencia de desoves de *B. rerio*, asegurando con esto un mayor número de huevos disponibles para la producción comercial de la especie.

La producción de huevos indica diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los reproductores nutridos con alimento vivo ( $317,43 \pm 12,65$ ) y con comercial ( $151,96 \pm 9,52$ ), esta diferencia representa 55,06% mayor en los peces alimentados con *C. quinquefasciatus* (Figuras 1 y 2).

Las discrepancias en los resultados del presente estudio se produjeron por diferencias en la calidad nutritiva de los alimentos, ya que está demostrado que la cantidad y la calidad del alimento influyen positivamente en la fecundidad de los peces (Coward y Bromage, 2000), en este sentido, la baja digestibilidad y la calidad nutricional de los alimentos comerciales son factores que pueden explicar su fracaso como dietas para *B. rerio* (Tabla 3).

**Figura 1.** Efecto de alimento vivo y comercial en la producción de huevos del pez cebra *B. rerio*.**Figura 2.** Producción de huevos del pez cebra *B. rerio* nutridos con alimento vivo *C. quinquefasciatus* y un alimento comercial.**Tabla 3.** Resultados reproductivos y de supervivencia de *B. rerio* nutridos con alimento vivo y comercial.

Resultados	Tratamientos	
	I. Alimento vivo	II. Alimento comercial
Producción de huevos (n)	317,42 ± 12,65	151,96 ± 9,52
Sobrevivencia reproductores (%)	100,00	100,00
Sobrevivencia alevines (%)	37,00	19,00

La sobrevivencia de los reproductores no presentó diferencia entre los tratamientos, con un porcentaje del 100%. Por otra parte la sobrevivencia de los alevines de *B. rerio* durante las primeras dos semanas de vida resultó afectada por el tipo de alimento suministrado, con una diferencia porcentual de 49,00% superior en los peces nutridos con *C. quinquefasciatus* ( $p < 0,05$ ). Los porcentajes obtenidos son bajos posiblemente por la juventud y talla de los reproductores, a pesar de lo anterior las diferencias

resultaron significativas entre ambos tratamientos (Tabla 3). La importancia de contar con altos porcentajes de sobrevivencia se fundamenta en la relación existente entre la sobrevivencia y el potencial económico del cultivo.

## Conclusiones

- Las características físicas y químicas del agua no influyeron negativamente en la etapa reproductiva de *B. rerio*.
- El alimento vivo *C. quinquefasciatus* influyó positivamente la reproducción de *B. rerio*.
- La frecuencia de desove y la producción de huevos de *B. rerio* es altamente influenciada por el alimento vivo *C. quinquefasciatus*.
- La sobrevivencia de reproductores no difirió entre tratamientos, pero fue superior en los alevines nutridos con larvas de mosco *C. quinquefasciatus*.

## Bibliografía

1. APHA, AWWA, WPCF (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid
2. Coward, K. y N.R. Bromage (2000). Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Fish Biology and Fisheries*, 10:1-25
3. De la Higuera, M. (1987). Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. En: *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. CAICYT. Madrid. 53-58
4. Gómez, P.E. (2003). *Influencia de alimento vivo en la reproducción y el crecimiento del pez ángel Pterophyllum scalare (Pisces:Cichlidae) en condiciones controladas*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM
5. Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot, R. Métailler (2001). *Nutrition and feeding of Fish and Crustaceans*. Springer and Praxis Publishing. Chichester, UK
6. Luna-Figueroa, J. (2002). Alimento vivo: importancia y valor nutritivo. *Ciencia y Desarrollo*, 166:70-77
7. Luna-Figueroa, J., J. Figueroa, L.P. Hernández (2002). Lombriz de tierra: alternativa proteica para la acuicultura ornamental. *Kuxulkab*, 8(15):24-28
8. Mambrini, M. y J. Guillaume. (2001). Protein nutrition. En: *Nutrition and feeding on fish and crustaceans*. J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot, R. Métailler. Springer and Praxis Publishing. Chichester, UK. 81-109
9. Sorgeloos, P. (1992). Live feeds and their substitution products for larval nutrition of fish shrimp and prawn. *Memorias I Congreso Ecuatoriano de acuicultura*. 25-36
10. Tukey, J.W. (1978). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley Pub. Co. Massachusetts
11. Watanabe, T. (1987). Requerimientos de ácidos grasos y nutrición lipídica en los peces. En: *Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. CAICYT. Madrid. 99-165
12. Watanabe, T., T. Arakawa, C. Kitajama, S. Fujita. (1984a). Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 50:495-501
13. Watanabe, T., T. Takeuchi, M. Saito, K. Nishimura. (1984b). Effect of low protein high calory or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 50:1207-1215
14. Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall. London