

Artículos y Ensayos

Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez angel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces:Cichlidae)

Jorge Luna-Figueroa*
José Figueroa Torres*
Laura Patricia Hernández de la Rosa*

Resumen

En adultos del pez ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con dietas de diferente contenido protéico; pulga de agua *Daphnia pulex* (53.57%) y el alimento comercial Wardley (45.00%), se midió la frecuencia de desove, la producción de huevos, el número de crías y la sobrevivencia. Lo anterior fue superior, 40.76%, 58.30%, 74.53% y 31.97% respectivamente, con el alimento de mayor concentración de proteínas ($P < 0.05$). Es evidente la fuerte influencia del alimento vivo en la reproducción de *P. scalare*, por lo que su utilización en esta etapa redituará en beneficios directos para el productor.

Abstract

Spawn frequency, egg production, species quantity and survival rates were measured in a number of adult angel fish who were fed on different levelled protein based diets of water fleas *Daphnia pulex* (53.57%) and the commercial food Wardley (45.00%). The percentage changed to 40.76%, 58.30%, 74.53% and 31.97% respectively, with the higher protein concentration ($P > 0.05$).

Résumé

Chez les adultes du poisson ange *Pterophyllum scalare* nourris à base de régimes aux différents contenus protéiques, puce d'eau *Daphnia pulex* (53,57%) et aliment commercial Wardley (45 %), on a mesuré la fréquence avec laquelle les femelles fraient, la production d'oeufs, le nombre de jeunes poissons et leur survie. Ceci a été supérieur, 40,76 %, 58,30 %, 74,53 % et 31,97 % respectivement, avec l'aliment de plus haute concentration de protéines ($P < 0,05$). La forte influence de l'aliment vivant est évidente sur la reproduction des *P. scalare*, leur utilisation dans cette étape sera directement bénéfique pour le producteur.

Introducción

La acuarofilia es una actividad con gran potencial económico, que cuenta con varias líneas de trabajo, entre las que se encuentran el mantenimiento, el crecimiento y la reproducción de organismos acuáticos principalmente, así como la venta y distribución de materiales y equipo. Por lo que el desarrollo de investigaciones enfocadas

* Centro de investigaciones biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

a resolver problemas inherentes a fundamentar el manejo de los peces en cautiverio permitirá difundir los conocimientos generados, ya que una problemática de esta actividad es la escasez de información confiable debido a los altos intereses económicos que rodean al acuarismo.

Entre las principales especies de interés ornamental se encuentra el pez ángel *Pterophyllum scalare*, el cual basa su importancia en su belleza y potencial económico (Marks, 1995; Luna-Figueroa, 1999). Un aspecto de gran

relevancia en el acuarismo es la reproducción, de la cual depende en gran parte el éxito o fracaso en esta actividad, por lo que conocer y optimizar los recursos disponibles para lograr esta fase permitirá además de generar conocimiento incrementar las posibilidades de estos organismos.

P. scalare es una especie omnívora perteneciente a la familia Cichlidae (Marks, 1996), la cual en condiciones de cautiverio acepta alimento comercial y natural. Se ha comprobado que la cantidad y calidad de las proteínas del alimento influyen en el crecimiento y la reproducción de los organismos acuáticos (De Silva *et al*, 1989), además de ser un factor que incrementa considerablemente los costos de los alimentos (Cho *et al*, 1985). En los peces las proteínas son utilizadas como la principal fuente de energía y el nivel óptimo en la dieta para maximizar el crecimiento es considerablemente más alto que para animales terrestres (Cowey, 1975, Tacon y Cowey, 1985). Deficiencias en las proteínas o en algún otro constituyente de la dieta; lípidos, carbohidratos, vitaminas o minerales, pueden originar desordenes en los peces (Anadu *et al*, 1990), a tal grado de interrumpir el crecimiento o inhibir la reproducción, por lo que resulta de suma importancia conocer los niveles óptimos de proteína en la dieta para proveer los recursos adecuados a la especie en cultivo.

El alimento vivo es un recurso de gran valor nutricional tanto para peces de consumo humano como de ornato, la razón principal radica en el hecho de que estos organismos constituyen una cápsula nutritiva que contiene por lo general los elementos básicos de una dieta balanceada, con la ventaja que conservan su valor hasta ser consumidos por los organismos acuáticos, lo que generalmente no sucede con los alimentos comerciales, debido entre otras razones a la duración y a las condiciones de almacenamiento (Luna-Figueroa y Hernández, 1997). Sin embargo, la producción de alimentos balanceados es cada día mayor y cuenta con una amplia gama de productos destinados tanto a la acuicultura de consumo como a la de ornato.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de dos alimentos con dife-

rente contenido protéico; pulga de agua *Daphnia pulex* (53.57%) y comercial balanceado Wardley (45.00%) suministrados a reproductores de pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada para cuantificar la frecuencia de desove, el número de huevos, la producción y el porcentaje de sobrevivencia de las crías.

Material y Métodos

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) en la Unidad Profesional "Los Belenes", perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Previo al experimento (120 días) se formaron dos grupos de 50 peces; uno alimentado con pulga de agua *D. pulex* (machos 28.94 ± 2.80 g y hembras 21.87 ± 2.14 g, peso húmedo PH) y otro con el alimento comercial Wardley (machos 27.41 ± 2.66 g y hembras 20.34 ± 2.17 g, PH), a partir de los cuales se formaron las parejas reproductoras. Se utilizaron seis parejas de reproductores del pez ángel *P. scalare* variedad perlada velífera, cuya edad osciló entre los 10 y 12 meses, cada pareja se mantuvo en un acuario de 80 L provisto de aireación constante y un tubo de PVC de 50 cm de largo de una pulgada de diámetro con superficie lisa para facilitar el desove (Anderson, 1992 y Luna-Figueroa, 1999).

El agua de los acuarios presentó las siguientes características fisicoquímicas; 6 mg/L de oxígeno disuelto (Oxímetro YSY-Modelo 57, ± 0.1 mg/L), pH de 7.8 (pHmetro Corning, ± 0.1), la temperatura promedio de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ (termómetro Brannan, 0.1°C) y la dureza de 85 mg/L de CaCO_3 (APHA, 1992).

La alimentación consistió de pulga de agua (53,57% proteína) para tres parejas y el alimento Wardley en hojuela (45,00% proteína) para las parejas restantes, la ración de alimento fue 5% de la biomasa y se dividió en dos partes suministradas a las 09:00 y 16:00 h (Neal, 1995). La limpieza de los acuarios se efectuó diariamente antes del suministro de la primera ración de alimento, así como un recambio parcial de agua (20%)

en cada uno de los acuarios. Una vez obtenidos los desoves ($n=30$) se trasladaron a acuarios de 40 L provistos de aireación constante y temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$. Posteriormente se realizó el conteo directo de los huevos (medido como el número total de huevos/hembra), la evaluación constó de tres repeticiones con la finalidad de minimizar el grado de error, como parte del método se utilizó papel cuadriculado milimétrico, con cada cuadro numerado, colocado en el fondo del acuario, de esta forma los huevos al separarse del tubo de PVC ocuparon un sitio dentro de los cuadros, posteriormente se contó el número de huevos y se promedió el total de los desoves analizados (Luna-Figueroa, 1999). El fotoperíodo utilizado fue de 12 horas luz / 12 horas oscuridad, regulado mediante un Timer programable.

La frecuencia de desove se evaluó por diferencia en tiempo entre el primero y el siguiente. La sobrevivencia se estimó por diferencia entre el número inicial y el final de organismos y se expresó en porcentaje, se consideraron cinco desoves al azar de cada dieta y se evaluó hasta los 60 días. Los resultados se trabajaron mediante el análisis exploratorio de datos y se contrastaron a través del análisis de varianza de una vía (Tukey, 1978 y Zar, 1984). Se construyeron diagramas de caja en paralelo, los elementos se obtuvieron empleando el programa de cómputo Statgraphics Plus 2.0.

Resultados

La diferencia en frecuencia de desove entre los reproductores de *P. scalare* fue significativa ($P<0.05$), siendo más frecuente en aquellos organismos sustentados con el alimento con mayor contenido de proteínas (Tablas 1 y 2), con valores promedio de 9.08 días con *D. pulex* y 15.33 con Wardley, lo cual representa 40.76% mayor con referencia al primero (Figura 1).

Los resultados de la producción de huevos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P<0.05$) entre los reproductores nutridos con alimento vivo y con comercial Wardley (Tablas 1 y 2), con promedios de 885.26 huevos en peces nutridos con el alimento de mayor contenido protéico y 369.13 en organismos sustenta-

dos con Wardley, esto es 58.30% mayor con *D. pulex* (Figura 2).

El número de organismos promedio fue 875.6 con el alimento de mayor contenido de proteínas y 223 con el de menor concentración (Tabla 3), lo que significa 74.53% mayor con la dieta de origen animal ($P<0.05$) (Figura 3).

La sobrevivencia fue significativamente mayor ($P<0.05$) en los organismos nutridos con la dieta de mayor contenido protéico (Tabla 3). El promedio fue 90.70% en organismos nutridos con *D. pulex* y 61.70% con Wardley, lo que representa 31.97% mayor con pulga de agua (Figura 4).

Discusión

Uno de los principales factores que influyen en la reproducción de organismos en cautiverio es la alimentación, por lo que optimizar este recurso representa incrementar las posibilidades de éxito de estos organismos dentro de la acuicultura ornamental. Existe poca información formal de la especie, sobre todo de aspectos como la reproducción y el crecimiento en condiciones controladas, lo anterior pone de manifiesto la necesidad de desarrollar proyectos que abarquen estos factores y cuyos resultados sean difundidos no sólo para conocer técnicas sino para mejorar condiciones de cultivo que permitan disminuir las posibilidades de fracasar en la producción controlada de este tipo de organismos.

La frecuencia de desove fue altamente influenciada por la ingestión de alimento con alta concentración de proteínas, 40.76% más frecuente en los organismos nutridos con pulga de agua. Al respecto Luna-Figueroa (1999) obtuvo con *P. scalare* var. común una frecuencia de desove de 8-12 días y de 12-16 días suministrando alimento vivo y comercial respectivamente. Estos resultados no difieren estadísticamente de lo obtenido en la presente investigación, por lo que se considera que la frecuencia de desove es independiente de la variedad. Es importante mencionar que las características fisicoquímicas del agua fueron iguales para ambos tratamientos, por lo que se considera que el efecto fue el mismo en los organismos y que la influencia del contenido

Tabla I. Relación de frecuencia de desove (días) y número de huevos de *Pterophyllum scalare* variedad perlada, alimentados con *Daphnia pulex* (53.57% proteína).

DESOLVE	Pareja 1 frecuencia de desove	Número de huevos	Pareja 2 frecuencia de desove	Número de huevos	Pareja 3 frecuencia de desove	Número de huevos
1	inicial	800	inicial	957	inicial	832
2	12	796	7	866	11	810
3	9	813	9	812	9	841
4	8	927	7	921	9	892
5	12	952	7	1267	9	819
PROMEDIO	10.25	857.6	7.5	959.4	9.5	838.8

Peso húmedo de las hembras: pareja 1= 21.94 g, pareja 2= 22.76 g, pareja 3= 20.91 g.

Tabla II. Relación de frecuencia de desove (días) y número de huevos de *Pterophyllum scalare* variedad perlada, alimentados con Wardley (45.00% proteína).

DESOLVE	Pareja 1 frecuencia de desove	Número de huevos	Pareja 2 frecuencia de desove	Número de huevos	Pareja 3 frecuencia de desove	Número de huevos
1	inicial	316	inicial	367	inicial	420
2	16	414	15	379	15	321
3	15	382	15	421	15	390
4	16	391	16	355	14	401
5	16	311	15	368	16	301
PROMEDIO	15.75	362.80	15.25	378.00	15.00	366.60

Peso húmedo de las hembras: pareja 1= 20.09 g, pareja 2= 20.56 g, pareja 3= 20.37 g.

Tabla III. Supervivencia y producción de *Pterophyllum scalare*, alimentados con dos dietas de diferente contenido de proteínas*.

DESOLVE	<i>Daphnia pulex</i> *53.57% Supervivencia %	Número de organismos	Wardley *45.00% Supervivencia %	Número de organismos
1	91.9	880	66.4	210
2	91.9	796	55.0	228
3	89.9	734	68.0	260
4	89.9	828	57.2	224
5	89.9	1140	62.0	193
PROMEDIO	90.7	875.6	61.7	223

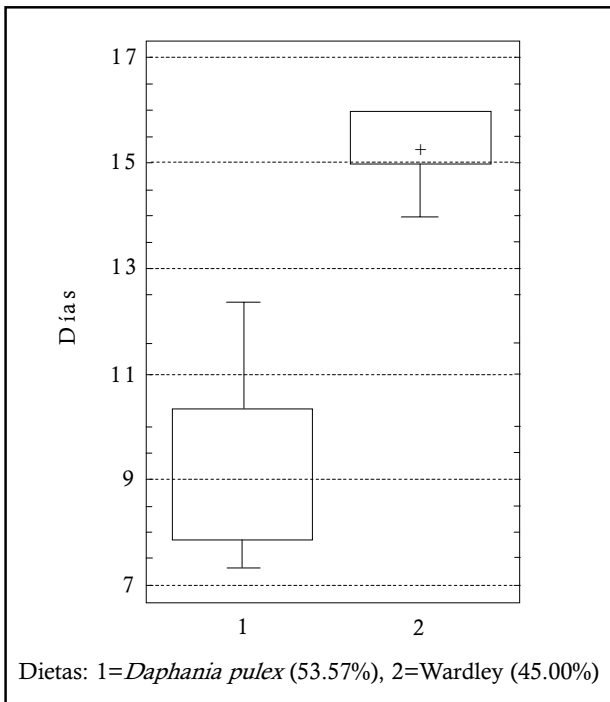


Figura 1- Frecuencia de desove del pez ángel *P. scalare*, alimentados con dietas de diferente contenido protéico: *D. pulex* y el alimento comercial Wardley.

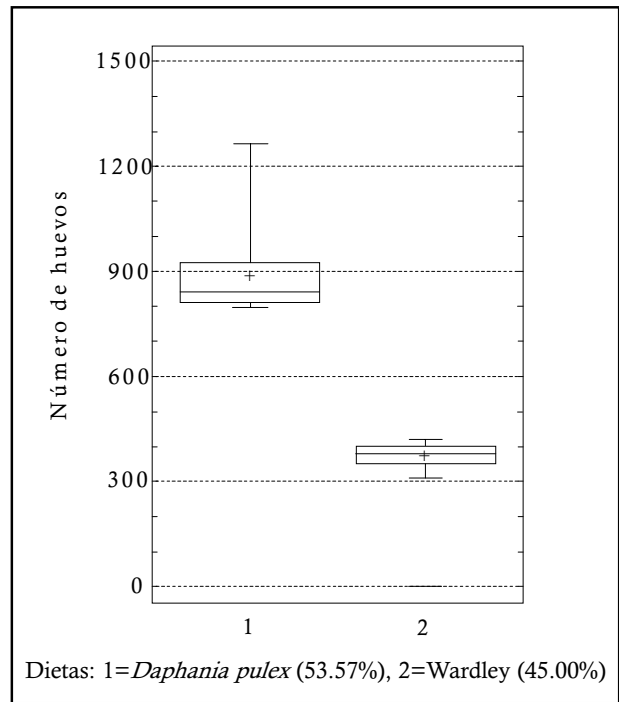


Figura 2- Producción de huevos por desove del pez ángel *P. scalare*, alimentados con dietas de diferente contenido protéico: *D. pulex* y el alimento comercial Wardley.

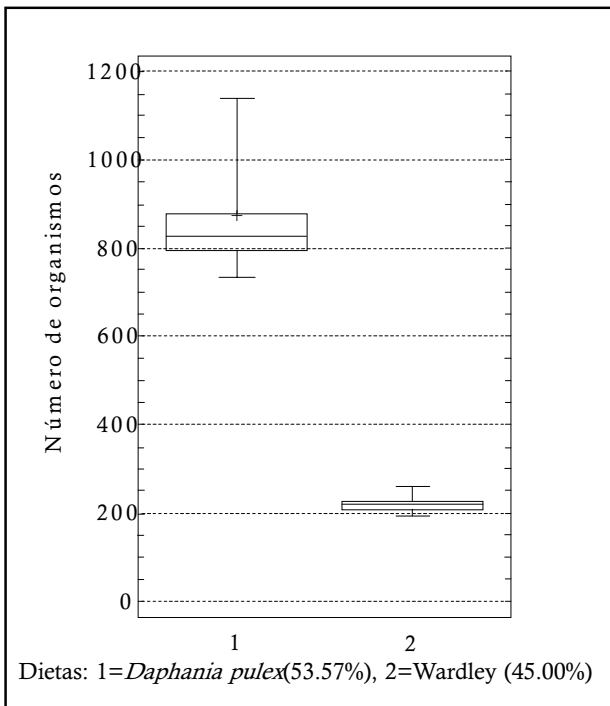


Figura 3- Producción de organismos por desove del pez ángel *P. scalare*, alimentados con dietas de diferente contenido protéico: *D. pulex* y el alimento comercial Wardley.

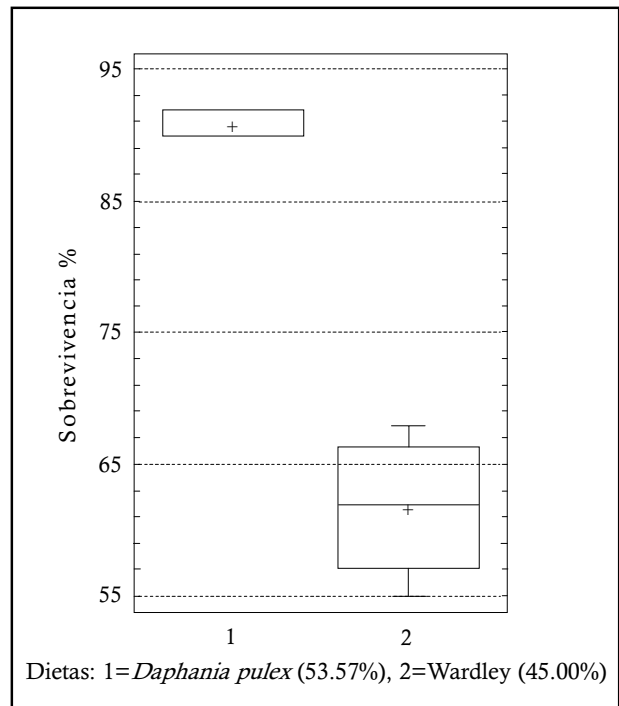


Figura 4- Sobrevivencia del pez ángel *P. scalare*, alimentados con dietas de diferente contenido protéico: *D. pulex* y el alimento comercial Wardley.

nutritivo de los alimentos fue determinante en las diferencias encontradas en los factores evaluados en el presente trabajo. Al respecto Tacon y Cowey (1985) mencionan que los requerimientos de proteína en la dieta de los peces se encuentran entre 35% y 55%, lo cual no difiere de los alimentos utilizados en el presente estudio.

La producción de huevos, representa la posibilidad de tener éxito o fracasar desde el punto de vista comercial, por lo que es un área que requiere de gran atención. Al respecto, varios autores (Anderson, 1992; Azuma, 1994; Neal, 1995; Marks, 1995 y 1996; Luna-Figueroa 1999) reportan que controlando la calidad del agua, así como la alimentación, preferentemente alimento vivo, es posible obtener de 300 a 1000 huevos por desove de *P. scalare*. Los resultados del presente estudio indican valores ligeramente superiores a los registrados en la literatura, se considera que lo anterior esta estrechamente relacionado con la calidad y cantidad del alimento, con considerable diferencia a favor de los organismos nutridos con el alimento de mayor concentración de proteínas y a las diferencias en las condiciones de mantenimiento de los organismos.

Una característica importante de los alimentos experimentales es la diferencia en el contenido de proteínas, 15.99% mayor en *D. pulex*, lo cual entre otros factores influyó de manera positiva en los parámetros evaluados en el estudio. Asimismo, es de considerarse algunas de las cualidades que presenta el alimento vivo; alto contenido protéico, balance nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, y movimiento (Schreiber, 1993; Volkart, 1994 y Luna-Figueroa y Hernández, 1997), que generalmente lo hacen superior al alimento comercial, principalmente en las etapas críticas del desarrollo de los peces; la reproducción y las primeras semanas de crecimiento. Sin embargo, el alimento comercial ha demostrado ampliamente ser un artículo de gran utilidad sin el cual no sería posible mantener altas densidades de peces durante todo su ciclo de vida.

El suministro de alimento vivo con alto contenido de proteínas permitió obtener un nú-

mero mayor de crías, 74.53% más que con alimento comercial, lo cual por si sólo constituye un factor determinante en el manejo productivo de la especie. Al respecto, Luna-Figueroa (1999) reportó que el número de crías de *P. scalare* var. común fue 734 y 325 suministrando alimento vivo y comercial, respectivamente. En el presente estudio se observó que a mayor cantidad de proteínas en el alimento la frecuencia de desove fue más regular, y que el número de huevos y de crías, así como la sobrevivencia fueron mayores en *P. scalare*. Por lo que la determinación de los requerimientos de proteína es uno de los aspectos más importantes a considerar durante el desarrollo de dietas nutricionalmente adecuadas para peces en cultivo (Olvera-Novoa et al, 1996).

La sobrevivencia de *P. scalare* en cautiverio ha sido registrada entre 60.00% y 85.99% (Anderson, 1992 y Luna-Figueroa, 1999), tanto con el suministro de alimento vivo como comercial. Es indudable que lo anterior representa un factor de vital importancia desde el punto de vista comercial, por lo que resultan de suma relevancia los porcentajes altos como sucedió en la presente investigación, 90.7% con el alimento de mayor contenido de proteínas y 61.7% con el de menor concentración, esto es 31.97% mayor con el primero, lo cual influye directamente en el aspecto económico, al contar con un número mayor de organismos disponibles para el mercado. Por su parte El-Sayed y Teshima (1992) afirman que el conocimiento de los requerimientos de proteína y de energía de la dieta permiten maximizar el crecimiento y particularmente la sobrevivencia durante las primeras semanas de vida, por lo que resulta esencial conocer estos factores para especies como *P. scalare*, ya que posee alto potencial dentro de la acuicultura ornamental.

Es indudable que *P. scalare* es una especie con un potencial económico destacable, sin embargo como todas las actividades comerciales requiere de atención especial en ciertas áreas para asegurar el éxito de la empresa, por lo cual el conocimiento de la reproducción de estos organismos en condiciones controladas facilitará la solución de problemas relacionados con este factor y permitirá un manejo adecuado de este tipo de organismos.

Conclusiones

El alimento con mayor contenido protéico (53.57%) influyó positivamente sobre la frecuencia de desove, la producción de huevos, el número de crías y el porcentaje de sobrevivencia de *P. scalare*, los cuales resultaron significativamente superiores que con el alimento de menor concentración de proteínas (45.00%). Por lo que se recomienda su utilización durante la etapa reproductiva y al menos durante las primeras semanas de desarrollo del pez ángel, para asegurar un crecimiento acelerado.

Desde la perspectiva comercial, el suministro de *D. pulex* durante la etapa de reproducción permitiría, por una parte aumentar la frecuencia de desove y por otra incrementar la producción de organismos y el porcentaje de sobrevivencia de *P. scalare*, con altos beneficios económicos.

El suministró de un alimento con alto porcentaje protéico, *D. pulex*, permitió contar con peces más activos y de mejor coloración, mientras que los organismos nutridos con el alimento de menor concentración de proteínas presentaron poca actividad y una marcada palidez corporal.

Finalmente, el suministro de alimento comercial, a pesar de los bajos resultados en la presente investigación, es necesario para completar el ciclo de vida y para mantener altas densidades en cultivo de *P. scalare*.

Bibliografía

Anadu, D. I., Anozie, O. C. and Anthony, A. D., 1990. Growth responses of *Tilapia zillii* fed diets containing various levels of ascorbic acid and cobalt chloride. *Aquaculture*, 88: 329-336.

Anderson, G. F., 1992. Angelfish. *Aquarium, Freshwater and Marine*, 15 (6): 52-54.

APHA, AWWA, WPCF, 1992. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Díaz de Santos, S. A.

Azuma, H., 1994. Spawning Altum Angels. *Tropical Fish Hobbyist*, 42 (10): 70-76.

Cho, C. Y., Cowey, C. B. and Watanabe, T., 1985. Finfish Nutrition in Asia. Methodological Approach to Research and Development. IDRC, Ottawa. 233-e.

Cowey, C. B., 1975. Aspects of protein utilization by fish. *Proc. Nutr. Soc.*, 34: 57-63.

De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. and Atapattu, D., 1989. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture*, 80: 271-284.

El-Sayed, A. M. and Teshima, S., 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. *Aquaculture*, 103: 55-63.

Luna-Figueroa, J. y Hernández, de la R. L. P., 1997. Importancia del recurso natural, "alimento vivo", en el acuarismo. *AquaGuía*, 21: 46-50.

Luna-Figueroa, J., 1999. Influencia de alimento vivo en la reproducción y crecimiento del pez angel *Pterophyllum scalare* (Pisces:Cichlidae). *Acta Universitaria*, 9 (2): 34-40.

Marks, J., 1995. Angelfish Factory, breeding freshwater angelfish for fun and profit. *Aquarium Fish Magazine*, 7 (11): 36-47.

Marks, J., 1996. The Freshwater Angelfish. *Aquarium Fish Magazine*, 8: 35-41.

Neal, T., 1995. Angelfish here, there and everywhere. *Tropical Fish Hobbyist*, 6: 86-98.

Olvera-Novoa, M. A., Gasca-Leyva, E. and Martínez-Palacios, C. A., 1996. The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspylum* Hubbs, 1935 (Pisces:Cichlidae) fry. *Aquaculture Research*, 27: 167-173.

Schreiber, R., 1993. Some Live Foods for Aquarium Fishes. *Tropical Fish Hobbyist*, 6: 112-128.

Tacon, A. G. J. and Cowey, C. B., 1985. Protein and amino acid requirements. In: Fish Energetics, New Perspectives (Tytler, P. and Calow, P., eds) pp. 349. Croom Helm, London and Sydney.

Tukey, J. W., 1978. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Massachusetts.

Volkart, B., 1994. Feeding Fry: How Big is Too Big?. *Tropical Fish Hobbyist*, 10: 78-81.

Zar, J. H., 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.