

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO DE JUVENILES DEL PEZ NEÓN *Paracheirodon innesi* (PISCES:CHARACIDAE)

Jorge Luna-Figueroa, José Figueroa Torres y Martha Soriano Salazar

Laboratorio de Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa, C.P. 62210
Cuernavaca Morelos, México

RESUMEN

Se evaluó el efecto de alimentos con diferente concentración de proteína (53,5%, 50,0%, 41,6% y 30,0%) sobre las tasas de crecimiento absoluto (TCA), relativo (TCR) y específico (TCE) de juveniles de *P. innesi*. El incremento en peso y en longitud total, así como las tasas de crecimiento fueron mayores en los peces alimentados con la dieta I (53,5% proteína) y decrecieron conforme disminuyó la concentración de proteínas en el alimento ($P < 0,05$). Las diferencias porcentuales promedio referentes al peso fueron 65,15% TCA, 63,69% TCR y 45,85% TEC, mientras que para la longitud total fueron 57,41% TCA, 59,00% TCR y 52,25% TCE mayores ($P < 0,05$) en los peces alimentados con la dieta I respecto de la II, III y IV. Finalmente, los resultados de la presente investigación indican que el nivel de proteína de la dieta que produce máximo crecimiento en *P. innesi* es 53,5%.

ABSTRACT

The effect of different protein concentration in the diet (53.5%, 50.0%, 41.6% and 30.0%) on the rates of growth AGR, RGR and SGR of juvenile of *P. innesi* was evaluated. The weight and total length gain, as well as rates of growth were higher in fish ($P < 0.05$) fed with diet I (53.5% protein), but they were reduced at lower when protein concentration in the diet decreased. The weight differences were 65.15% AGR, 63.69% RGR and 45.85% SGR, while for total length were 57.41% AGR,

59.00% RGR and 52.25% SGR higher ($P < 0.05$) in fish fed with diet I regarding II, III and IV diets. Finally, results of the present investigation indicated that maximum growth in *P. innesi* was obtained in fish fed with diet containing 53.5% protein.

INTRODUCCIÓN

Paracheirodon innesi es una especie de importancia ornamental, con alto potencial económico (CHAPMAN *et al.* 1998). Al igual que la mayoría de las especies utilizadas en la acuicultura ornamental, *P. innesi* carece de investigación relacionada con los aspectos básicos de reproducción y crecimiento. Por otra parte, el crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad y calidad del alimento ingerido, así como por las características fisicoquímicas del agua (JOVER 2000), por esta razón el nivel óptimo de proteínas en la dieta de los peces está influenciado por varios factores como son el tamaño del pez, la calidad de la proteína, la energía no proteica en la dieta y la tasa de alimentación (LOVELL 1976). De esta manera, una dieta completa para peces debe proveer una fuente de energía aceptable y tener un balance apropiado con respecto a las proteínas, carbohidratos, lípidos y a los factores de crecimiento que son las vitaminas y los minerales. Sin embargo, los requerimientos nutricionales precisos son difíciles de establecer, porque ellos cambian con variaciones en las condiciones ambientales, con la edad y la talla del pez, así como con la condición

reproductiva del organismo (YAMADA 1986). Por lo anterior, en la presente investigación se plantea evaluar el efecto de diferentes niveles de proteína de la dieta sobre la tasa de crecimiento del pez neón *P. innesi*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

El agua de cultivo presentó las siguientes características fisicoquímicas ($P > 0,05$) (promedio \pm error estándar, ES): la temperatura $26,07 \pm 0,07^\circ\text{C}$ (termómetro Brannan, $\pm 0,1^\circ\text{C}$), el pH $6,50 \pm 0,03$ (pHmetro Corning, $\pm 0,1$), la dureza $85,64 \pm 1,34$ mg/L CaCO_3 (APHA 1992), el amonio $0,06 \pm 0,01$ mg/L (APHA 1992), el oxígeno $5,90 \pm 0,05$ mg/L (oxímetro YSY modelo 57, $\pm 0,1$), el cloro $1,5 \pm 0,01$ mg/L (APHA 1992) y la conductividad $111,41 \pm 0,31$ $\mu\text{Siemens/cm}$ (Hach Conductivity/Tas Meter, $\pm 0,1$).

Los organismos ($n = 96$) se obtuvieron de una granja de peces de ornato, ubicada en la ciudad de Cuernavaca Morelos, México. Los especímenes fueron mantenidos (aclimatados) en el laboratorio durante 15 días en un acuario de 100 L, a $26,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ y con aireación constante (LUNA-FIGUEROA 1999). Durante esta fase la alimentación consistió de una dieta con un contenido proteico del 40,0% y previo al suministro del alimento se retiraron los excedentes así como las heces producidas y se reemplazó el 20,0% del volumen de agua diario. El período experimental fue de 75 días, durante el cual los peces fueron distribuidos en acuarios de 40 L en grupos de 8 especímenes. El diseño experimental consistió de cuatro tratamientos y tres repeticiones. El peso húmedo inicial de los organismos fue $90,63 \pm 2,77$ mg (promedio \pm ES) y la longitud total (LT) $18,17 \pm 0,28$ mm. Los organismos fueron alimentados diariamente *ad libitum* con cuatro alimentos en hojuela de diferente contenido proteico (cuadro I). Los análisis químico proximales se realizaron en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina

Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El alimento remanente y las heces fueron retirados mediante sifón y el 50% del agua de los acuarios fue renovada diariamente (LUNA-FIGUEROA et al. 2000). El fotoperíodo se mantuvo en 12 h luz y 12 h oscuridad, controlado con un timer programable (HEINEN 1998).

Al inicio y al final del período experimental se pesaron (mg) y midieron (mm) todos de los peces, para lo cual se utilizó una balanza digital (Ohaus E 1.500 D) y un ictiómetro. La alimentación se suspendió 24 horas antes que los peces fueran pesados, para asegurar que la evacuación gástrica se completara (NOESKEY y SPIELER 1984). Se midieron el crecimiento absoluto (CA) y relativo (CR), así como las tasas de crecimiento absoluto (TCA) y relativo (TCR) (BUSACKER et al. 1990, JOBLING 1994):

$$\begin{aligned} \text{CA} &= Y_2 - Y_1 \\ \text{TCA} &= (Y_2 - Y_1) / (t_2 - t_1) \\ \text{CR} &= (Y_2 - Y_1) / Y_1 (100) \\ \text{TCR} &= (Y_2 - Y_1) / [Y_1 (t_2 - t_1)] (100) \end{aligned}$$

La tasa específica de crecimiento (RICKER 1979):

$$\text{TEC (\%/día)} = (\ln Y_2 - \ln Y_1) (100) / (t_2 - t_1)$$

donde: Y_1 y Y_2 son el peso húmedo o la longitud total al inicio y al final del período experimental, respectivamente, t_1 y t_2 son la duración en días, $\ln Y_1$ y $\ln Y_2$ son el logaritmo natural del peso o de la longitud total al inicio y al final de la fase de crecimiento.

Los datos de peso y longitud se analizaron mediante el análisis exploratorio de datos (TUKEY

Cuadro I.
Análisis químico proximal de los alimentos suministrados a organismos juveniles de *P. innesi*.

Dieta	I	II	III	IV
Proteína, %	53,50	50,00	41,60	30,00
Lípidos, %	19,37	7,00	5,60	5,00
Carbohidratos, %	4,30	26,31	28,64	30,05

1978) y se representaron por medio de diagramas de caja en paralelo. El resultado del efecto de los niveles de proteína sobre el crecimiento de los peces se contrastó estadísticamente mediante el análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95% (ZAR 1999).

RESULTADOS

El peso y la longitud total iniciales de *P. innesi* no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), mientras que los análisis biométricos finales difirieron significativamente ($P < 0,05$) entre los grupos de peces asignados a las diferentes dietas. Las diferencias en peso y en longitud total fueron: 46,90%, 53,10%, 52,79% y 18,67%, 21,92%, 23,41% mayores, respectivamente, en los peces alimentados con la dieta I (53,5% proteína) respecto de las dietas II, III y IV (figuras 1 y 2).

Las tasas de crecimiento (TCA, TCR y TEC) fueron superiores en los peces alimentados con la dieta de mayor contenido de proteínas (53,5%) (cuadro 2) ($P < 0,05$). Las diferencias porcentuales promedio referentes al peso para la TCA, la TCR y la TEC fueron 65,15%, 63,69% y 45,85%, respectivamente, mientras que para la longitud total fueron 57,41%, 59,00% y 52,25% mayores ($P < 0,05$) en todos los casos con la dieta I respecto de la II, III y IV (figura 3).

El efecto de la alta concentración de proteínas de la dieta I sobre el crecimiento de *P. innesi* resultó altamente significativo, permitiendo alcanzar mayores tallas en menor tiempo respecto de las dietas II, III y IV. Asimismo, el peso y la longitud total no difirieron significativamente ($P > 0,05$) en los peces alimentados con las dietas II, III y IV.

DISCUSIÓN

El efecto del alimento en los peces depende de la especie, la talla, la edad, la condición fisiológica y las condiciones fisicoquímicas del agua de mantenimiento (PHILLIPS *et al.* 1998), por lo que se requiere especial atención, ya que el alimento comprende hasta un 50,0% del costo total de producción en una granja piscícola (MEADE 1989). Asimismo, JOVER (2000) asegura que la predic-

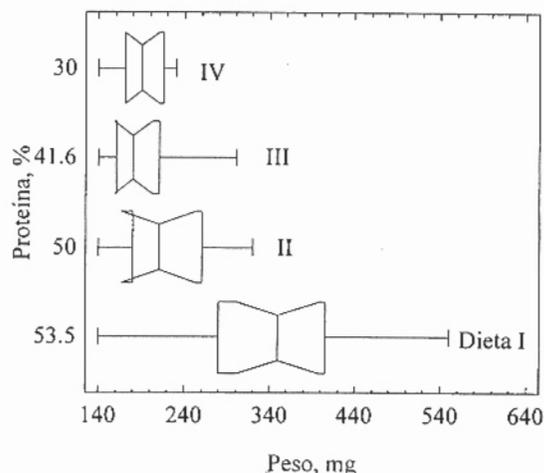


Figura 1. Respuesta en peso (mg) de organismos juveniles de *P. innesi* a dietas con diferente nivel de proteínas.

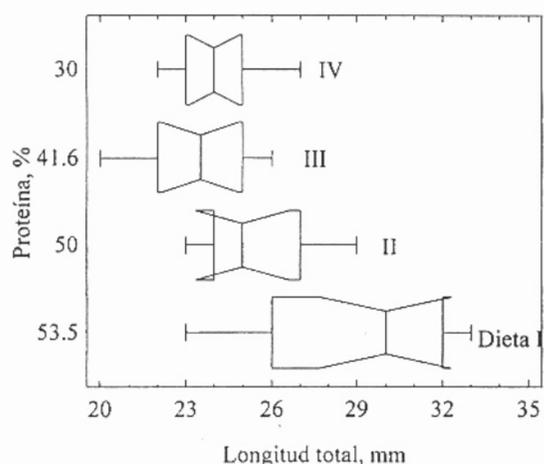


Figura 2. Respuesta en LT (mm) de organismos juveniles de *P. innesi* a dietas con diferente nivel de proteínas.

ción del crecimiento de los peces resulta imprescindible para establecer las necesidades nutritivas y las tasas de alimentación de una forma científica, pero además, la determinación de la curva de crecimiento de una especie, como es el caso de *P. innesi*, es también fundamental para el diseño de las instalaciones y para la planificación de la producción futura de los organismos.

Cuadro 2.

Influencia de dietas con diferente contenido proteico sobre las tasas de crecimiento absoluto (TCA), relativo (TCR) y específico (TCE) de juveniles de *P. innesi*. Promedio \pm ES.

Dieta Proteína, %	I 53,5	II 50,0	III 41,6	IV 30,0
Peso inicial, mg	93,33 \pm 2,4	91,66 \pm 2,2	85,41 \pm 2,4	92,08 \pm 2,1
Peso final, mg	403,33 \pm 4,1	214,16 \pm 4,2	190,41 \pm 4,3	189,16 \pm 4,4
CA, mg	310,00	122,50	105,00	97,08
TCA, mg/día	4,19	1,65	1,42	1,31
CR, %	332,15	133,64	122,93	105,43
TCR, %/día	4,49	1,81	1,66	1,42
TEC, %/día	1,97	1,15	1,08	0,97
LT inicial, mm	17,67 \pm 1,9	18,46 \pm 2,0	18,34 \pm 1,8	18,92 \pm 2,2
LT final, mm	30,79 \pm 3,1	25,04 \pm 3,3	23,58 \pm 3,1	24,04 \pm 3,4
CA, mm	13,12	6,58	5,24	5,12
TCA, mm/día	0,18	0,09	0,07	0,07
CR, %	74,25	35,64	28,57	27,06
TCR, %/día	1,00	0,48	0,39	0,36
TEC, %/día	0,74	0,42	0,35	0,31

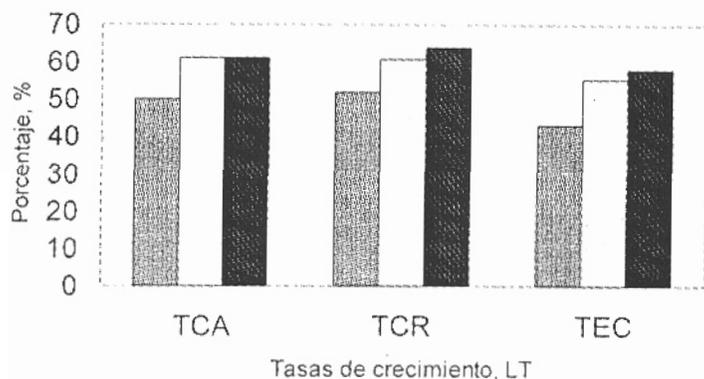
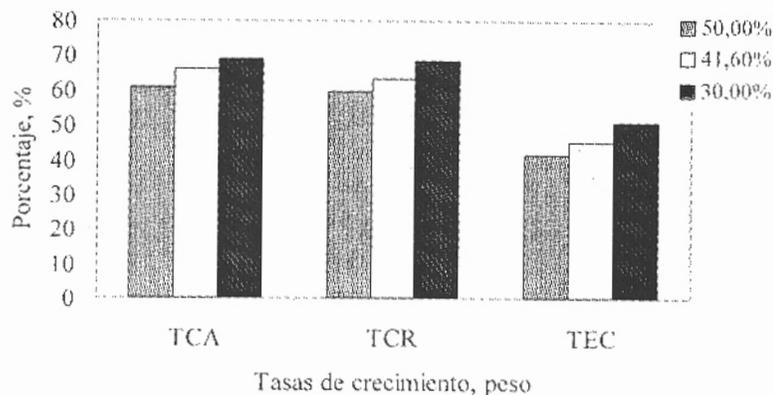


Figura 3. Diferencia porcentual del peso y LT entre las tasas de crecimiento absoluto (TCA), relativo (TCR) y específico (TCE) de *P. innesi*, referente a las dietas II (50,00%), III (41,60%) y IV (30,00%) con respecto a la dieta I (53,50%).

La alta concentración de proteínas influyó positivamente en el crecimiento de *P. innesi*. Los mejores resultados en peso y longitud total se obtuvieron con la dieta I (53,5%) y los más bajos con la dieta IV (30,0%). Existen grandes contrastes en el crecimiento de peces obtenido con dietas con diferente contenido de proteínas (HEPHER 1979), como sucedió en la presente investigación con juveniles de *P. innesi*. Al respecto LOVELL (1976) y WILSON (1985) proveen información referente a la concentración óptima de proteína en los alimentos para peces, con un intervalo de 30 a 55%, para maximizar el crecimiento de los organismos. Asimismo, aseguran que el nivel óptimo está influenciado por varios factores como el tamaño del pez, la calidad de la proteína, la energía no proteica en la dieta y la tasa de alimentación. Los resultados obtenidos con *P. innesi* indican mayores incrementos en peso y longitud con la concentración más alta de proteínas y decrecen cuando la proteína disminuye en el alimento. Es importante mencionar que los peces presentaron un crecimiento positivo con las cuatro dietas, sin embargo, se manifiesta también una clara tendencia a incrementarse cuando la concentración de proteína en la dieta es mayor. Además, es importante considerar para estudios futuros el costo económico de un alimento con alto nivel de proteínas para la producción masiva del pez neón.

Los resultados de la presente investigación indican que el nivel de proteína de la dieta que produce máximo crecimiento en esta especie es 53,5%. El mayor incremento en peso para las TCA, TCR y TEC presentó un intervalo de 60,62 a 68,73%; de 59,68 a 68,37%; de 41,62 a 50,76% y para la LT de 50,00 a 61,11%; de 52,00 a 64,00% y de 43,24 a 58,11% mayor con la dieta I respecto de la II, III y IV. Lo anterior confirma lo establecido por autores como AUSTRENG y REFSTIE (1979) y JAUNCEY (1982), quienes afirman que la alta concentración de proteína del alimento influye en las tasas de crecimiento, como sucedió con *P. innesi*. Asimismo, es importante considerar que estas tasas son afectadas tanto por el tipo de alimento proporcionado, como por la edad y la talla de los organismos. En particular KAUSHIK (1995) indicó que la TEC declina con la edad y la talla de los peces, mientras que DE SILVA *et al.* (1989) y BOUJARD y MEDELE (1994) han comprobado que la cantidad y la calidad de las proteínas de los

alimentos influyen determinadamente en el crecimiento de organismos acuáticos. Por esta razón, el propósito de las pruebas realizadas en la presente investigación es que los conocimientos adquiridos sean aplicados con el fin de incrementar la producción del pez neón en condiciones de cultivo.

En estudios de nutrición de peces, la evaluación de la TEC, es importante, ya que es afectada por el tipo de alimento proporcionado a los organismos (PAPOUTSOGLU y PAPAPARASKEVA-PAPOUTSOGLU 1978, JAUNCEY 1982), además es un indicador bastante sensible de la calidad proteínica de las dietas y en condiciones controladas la ganancia en peso de los organismos está en proporción con los aminoácidos esenciales suministrados (TACON 1987). Por consiguiente, la TEC se incrementa con altos contenidos de proteína dietética (AUSTRENG y REFSTIE 1979), como sucedió en el presente estudio, este hecho permite asegurar que para optimizar el crecimiento del pez neón es necesario un alimento con alto contenido de proteínas (53,5%). Finalmente, los resultados de la presente investigación establecen que el máximo crecimiento de juveniles de *P. innesi* en el experimento ocurrió con el nivel de proteína de 53,5%, esta situación aplicada a la producción masiva de la especie permitirá obtener en menor tiempo tallas comerciales con impacto directo en la economía del productor.

CONCLUSIONES

La dieta I con mayor concentración de proteínas (53,5%) generó un máximo incremento en el peso y en la longitud total de *P. innesi*. Los organismos alimentados con las dietas II, III y IV (50,0%, 41,6% y 30,0% proteína) no difirieron significativamente entre sí, respecto del incremento en peso y longitud.

Las TCA, TCR y TEC fueron significativamente superiores con la dieta de mayor contenido de proteínas (53,5%). El suministro de un alimento con menor concentración proteica producirá bajas TCA, TCR y TEC en juveniles de *P. innesi*.

El conocimiento de la concentración óptima de proteínas en la dieta, además de optimizar el crecimiento en condiciones controladas, permitirá obtener tallas comerciales en menor tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Biól. Laura Patricia Hernández de la Rosa por su colaboración en el mecanografiado y depuración de la información.

REFERENCIAS

- APHA (American Public Health Association), American Waters Works Association and Water Pollution Control Federation. 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Santos D., Madrid, España, 1800 pp.
- Austreng, E. y T. Refstie. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture* 18: 145-156.
- Boujard, T. y F. Medele. 1994. Regulation voluntary feed intake in juvenile rainbow trout fed by hand or by self-feeders with diets containing two different protein energy ratios. *Aquat. Living Resour.* 7: 211-215.
- Busacker, P.G., R.I. Adelman y M.E. Goollish. 1990. Growth. 363-387. In: Schreck, B.C. and B.P. Moyle. 1990. *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA, 684 pp.
- Chapman, A.F., E.D. Colle, W.R. Rottmann y V.J. Shireman. 1998. Controlled spawning of the neon tetra. *The Progressive Fish Culturist* 60: 32-37.
- De Silva, S.S., R.M. Gunasekera y D. Atapattu. 1989. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture* 80: 271-284.
- Heinen, M.J. 1998. Light control for fish tanks. *The Progressive Fish Culturist* 60: 323-330.
- Hepher, B. 1979. Supplementary diets and related problems in fish culture, pp. 343-347. In: J.E. Halver and K. Tiews (eds.). *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. H. Heeneman GmbH and Co., Berlin. Vol. I.
- Jauncey, K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture* 27: 43-54.
- Jobling, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall. Fish and Fisheries Series 13. New York, 309 pp.
- Jover, C.M. 2000. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. *AquaTic* 9: 1-13. <http://aquatic.unizar.es/n2/art906/Desechos.htm>
- Kaushik, S. 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture* 129: 225-241.
- Lovell, R.T. 1976. Formulating diets for aquaculture species. *Feedstuffs* 51: 29-32.
- Luna-Figueroa, J. 1999. Influencia de alimento vivo sobre la reproducción y el crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes:Cichlidae). *Acta Universitaria* 9: 21-29.
- Luna-Figueroa, J., T.J. Figueroa y L.P. Hernández de la R. 2000. Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces:Cichlidae). *Ciencia y Mar* 4: 3-9.
- Meade, W. 1989. *Aquaculture management*. An Avi Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 175 pp.
- Noeskey, T. y R. Spieler. 1984. Circadian feeding time affects growth of fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 113: 540-544.
- Papoutsoglou, S. y E. Papaparaskeva-Papoutsoglou. 1978. Comparative studies on body compositions of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) in relation to type of diet and growth rate. *Aquaculture* 13: 235-243.
- Phillips, A.T., C.R. Summerface y A.R. Clayton. 1998. Feeding frequency effects on water quality and growth of Walleye fingerlings in intensive culture. *The Progressive Fish Culturist* 60: 1-8.
- Ricker, W. 1979. Growth rates and models. In: W. Hoar, D. Randall and J. Brett (eds.). *Fish physiology*. Volume VIII; Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, USA, 677-743.
- Tacon, A. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp- a training manual. I. The essential nutrients. FAO. Trust Fund GCP/RLA/075/ITA. Brasilia, Brasil. 117 pp.
- Tukey, J.W. 1978. *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley. Pub. Co., Massachusetts, 688 pp.
- Wilson, P.R. 1985. Amino acid and protein requirements of fish. 1-16. In: Cowey, C.B., A.M. Mackie and J.G. Bell (1985). *Nutrition and Feeding in Fish*. Academic Press. London, 489 pp.
- Yamada, R. 1986. Pond production systems: feeds and feeding practices in warmwater fish ponds. pp. 111-139. In: Lannan, L., R. Oneal and G. Tchobanoglous (1986). *Principles and Practices of Pond Aquaculture*. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, 252 pp.
- Zar, H.J. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth Edition. Prentice Hall, London, 663 pp.