

## CRECIMIENTO DE ALEVINES DE *ICTALURUS BALSANUS* (PISCES:ICTALURIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Jorge Luna-Figueroa y Elsa Arce Uribe

Laboratorio de Acuicultura. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa, C. P. 62210, Cuernavaca, Morelos, México. jluna@cib.uaem.mx

### ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the effects of three diets on the growth performance of *Ictalurus balsanus* fingerlings. Fish fry of sized 39.68 ± 2.0 mm in total length and 411.47 ± 17.0 mg in body weight were stocked at 10 organisms per 80 L aquariums. The fish were fed with three different diets: I (31.13% protein, 2.70% lipids, 56.53% carbohydrates), II (39.12%, 3.0%, 35.0%), III (53.57%, 19.37%, 4.17%). The increment in body weight and total length of *I. balsanus* were greater ( $P < 0.05$ ) with diet III (*Daphnia* sp., 53.57% protein), than with diet I (31.13% protein) and II (39.12% protein). The highest increments 32.10 mg/day and 0.30 mm/day are related with highest food protein concentration. The specific growth rate for weight and total length was 12.33% and 8.92% higher ( $P < 0.05$ ) with diet III. The survival did not differ ( $P > 0.05$ ) among the fish fed with the different diets. Finally its possible to conclude that living food characteristic and specially the high protein concentration of *Daphnia* sp. increased the specific growth rates of *I. balsanus*.

**Key words:** *Ictalurus balsanus*, living food, *Daphnia* sp., specific growth rate, proteins.

### RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de tres dietas sobre el crecimiento de alevines de

*Ictalurus balsanus* en condiciones de laboratorio. La talla inicial de los peces fue 39.68 ± 2.0 mm de longitud total y 411.47 ± 17.00 mg de peso corporal, colocados en grupos de 10 peces por acuario de 80 L. Los bagres fueron alimentados con tres dietas diferentes: I (31,13% proteína, 2,70% grasa, 56,53% carbohidratos), II (39,12%, 3,0%, 35,0%), III (53,57%, 19,37%, 4,17%). Los resultados indican que el incremento en el peso y en la longitud total de *I. balsanus* fueron mayores ( $P < 0.05$ ) con la dieta III (*Daphnia* sp., 53,57% proteína), respecto a la dieta I (31,13% proteína) y a la dieta II (39,12% proteína). Los mayores incrementos 32.10 mg/día y 0.30 mm/día están relacionados directamente con la mayor concentración de proteína del alimento. La tasa de crecimiento específico para el peso y la longitud fueron 12,33% y 8,92% mayor ( $P < 0.05$ ) con la dieta III. La sobrevivencia no difirió ( $P > 0.05$ ) entre los peces nutridos con los distintos alimentos. Por lo que se concluye que las características propias del alimento vivo y, en particular, la alta concentración proteica de *Daphnia* sp. generaron mayor incremento en la tasa de crecimiento específico de *I. balsanus*.

### INTRODUCCIÓN

*Ictalurus balsanus* es una especie que se encuentra amenazada, a causa principalmente de la sobreexplotación, de la contaminación del medio, de la introducción de especies exóticas, del deterioro y desplazamiento de su hábitat natural

(Contreras-MacBeath y Soto 1991); debido a lo anterior es necesario realizar investigaciones que incluyan la nutrición, el crecimiento y la reproducción de esta especie en condiciones controladas.

Entre los aspectos más estudiados de la biología de los peces está el crecimiento, ya que es un buen indicador de la salud de los organismos, mientras que la cantidad y la calidad del alimento ingerido, así como las características físicas y químicas del agua determinan la tasa de crecimiento. También se ha comprobado que deficiencias en las proteínas o en algún otro constituyente de la dieta pueden originar desórdenes en los peces (De la Higuera 1987, Cowey 1992, Luna-Figueroa *et al.* 2001), a tal grado de interrumpir el crecimiento, 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 nivel óptimo de proteínas en la dieta está influenciado por factores como el tamaño del pez, la calidad de la proteína, la energía no proteica en la dieta y la tasa de alimentación (Jover 2000). Por lo anterior es necesario subrayar que la proteína es utilizada por los peces con tres fines, que son el mantenimiento, la depleción de los tejidos depleccionados y el crecimiento (De la Higuera 1987, Mambrini y Guillaume 2001).

Por su parte, el alimento vivo, a pesar del alto costo de producción, es de gran importancia en el crecimiento de los peces, debido a que posee los cinco componentes básicos de una dieta y por el hecho de que sus organismos constituyen una cápsula nutritiva que, por lo general, contiene los elementos de una dieta balanceada, con la ventaja de que conservan su valor hasta ser consumidos, lo que generalmente no sucede con los alimentos comerciales (Luna-Figueroa 2002). Aunado a lo anterior, el alimento vivo presenta una serie de características que lo diferencian del alimento balanceado, las cuales influyen no solo en el crecimiento y la reproducción sino en la conducta de los peces: alto valor nutritivo, ciclo de vida corto, cuerpo blando, tamaño aceptable, elevada disponibilidad y abundancia, movimiento y altas densidades de cultivo. Es importante mencionar que los requerimientos nutricionales de los peces son difíciles de establecer, ya que cambian con variaciones en las condiciones ambientales, con la edad y la talla del pez, así como con la condición reproductiva del organismo, por lo que existen grandes

discrepancias en el crecimiento de peces conseguido con dietas de diferente contenido nutritivo. Con base en lo anterior, el presente estudio proyecta evaluar el efecto del alimento vivo *Daphnia* sp. sobre la tasa de crecimiento y la sobrevivencia del bagre del Balsas *I. balsanus*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigaciones Biológicas perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los especímenes de *I. balsanus* (n= 150) fueron proporcionados por la Unidad Piscícola "El Brasito" de la localidad de Huajintlán, Amacuzac, Morelos, México. Los organismos se mantuvieron en aclimatación durante 45 días en un tanque de 600 L provisto con refugios, aireación constante y a  $24 \pm 1$  °C. Durante esta etapa la alimentación consistió de una mezcla de dos dietas especiales para bagre y un alimento vivo (*Daphnia* sp.) con un porcentaje de 33,33% de cada una, suministradas *ad libitum* con un horario fijo (6 p.m.). La mortalidad durante la fase de aclimatación fue de 17%.

Durante el período experimental (90 días), se utilizaron 90 peces de *I. balsanus* con un peso húmedo inicial (promedio  $\pm$  error estándar) de  $411.47 \pm 17.00$  mg y una longitud total de  $39.68 \pm 2.0$  mm, organizados en tres tratamientos con tres repeticiones y distribuidos en nueve acuarios de 80 L. Debido a los hábitos nocturnos de la especie se les colocaron refugios y se cubrieron los acuarios con cartoncillo negro para evitar la penetración de la luz y el estrés de los peces, asimismo, se alimentaron en una sola ración y horario (6 p.m.). El agua presentó las siguientes características físicas y químicas: temperatura  $24.73 \pm 0.07$  °C, pH  $7.33 \pm 0.03$ , dureza total  $109.83 \pm 1.55$  mg/L, CaCO<sub>3</sub>, amonio  $0.04 \pm 0.009$  mg/L, NH<sub>3</sub>, oxígeno  $5.80 \pm 0.05$  mg/L, cloro  $1.20 \pm 0.01$  mg/L, conductividad  $119.83 \pm 0.38$   $\mu$ siemens/cm y total de sólidos disueltos  $0.41 \pm 0.04$  g/L (Anónimo 1992).

Se utilizaron dos alimentos comerciales especiales para bagre: Dieta I (31,13% proteína, 2,70% grasa, 56,53% carbohidratos), Dieta II (39,12%, 3,0%, 35,0%) y el alimento vivo *Daphnia* sp., Dieta III (53,57%, 19,37%, 4,17%). Los análisis químicos proximales se realizaron en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El aporte de alimento correspondió al 10% de la biomasa total de cada grupo de *I. balsanus*, suministrado a las 18:00 horas. Para establecer la cantidad de alimento vivo correspondiente al peso seco, se efectuaron ajustes cada 15 días, colocando en cajas Petri cantidades conocidas de *Daphnia* sp., posteriormente fueron secadas en una estufa durante 72 h a 60 °C hasta peso seco y a continuación se homogeneizaron los valores de las dietas (Luna-Figueroa 1999). El alimento remanente y las heces producidas por los peces fueron removidos de los acuarios diariamente mediante sifón, previo al suministro de la ración de alimento, asimismo, se realizó un recambio parcial de agua (25%). El fotoperíodo utilizado fue de 12 h luz / 12 h oscuridad.

La alimentación se suspendió 24 horas previo a que los bagres fueran pesados para asegurar que la evacuación gástrica se completara. Al inicio y al final del período experimental se registró el peso ( $\pm 0.01$  mg) y la longitud total ( $\pm 0.1$  mm) del 100% de los peces. De acuerdo con Ricker (1979) se midió: la tasa de crecimiento específico (TCE) (% peso corporal/día) =  $(\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$  por dieta. Donde:  $\ln$  es el logaritmo natural,  $W_1$  y  $W_2$  son el peso húmedo y la longitud total al inicio y al final del experimento,  $t_1$  y  $t_2$  son la duración en días de la fase de crecimiento. Asimismo, el porcentaje de sobrevivencia se estimó al final de la fase de aclimatación y del período experimental: sobrevivencia (%) =  $\text{Número final} / \text{Número inicial de peces} (100)$ . Los resultados de crecimiento se procesaron mediante el análisis exploratorio de datos (Tukey 1978),

**Cuadro 1**  
Tasa de crecimiento específico (TCE) para el peso y la longitud total de *I. balsanus*

Items	Dietas		
	I	II	III
Proteína (%)	31,13	39,12	53,57
<i>Peso</i>			
Incremento absoluto, mg	2067.02	2076.32	2857.12
Incremento diario, mg	23.22	23.32	32.10
TCE, % / día	2.02	2.03	2.31
<i>Longitud total</i>			
Incremento absoluto, mm	23.44	23.50	26.52
Incremento diario, mm	0.26	0.26	0.30
TCE, % / día	0.51	0.51	0.56

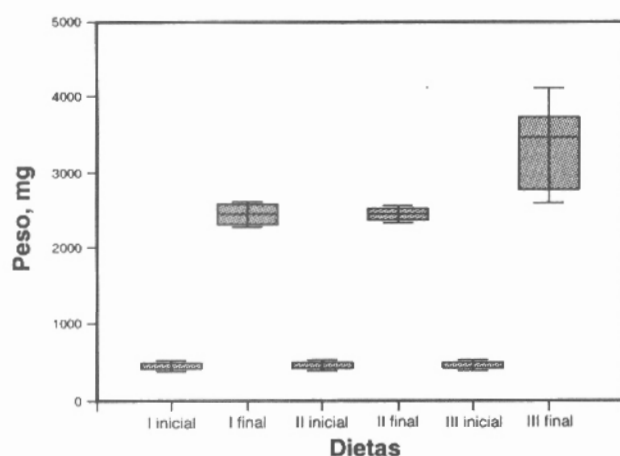
los datos del peso y de la longitud total de los peces se contrastaron mediante el análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95% (Zar 1999).

## RESULTADOS

El muestreo de los peces al finalizar los 90 días dio como resultado un incremento en el peso superior en los peces alimentados con la dieta III ( $P < 0.05$ ) con mayor contenido de proteínas y de

lípidos, así como una menor cantidad de carbohidratos. Las dietas I y II no generaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el peso de los bagres (Fig. 1 y Cuadro 1).

El incremento diario máximo en el peso fue de 32.10 mg/día con la dieta III y el menor 23.22 mg/día con la dieta I; lo anterior representa una diferencia de 27,50% a favor de



**Figura 1.** Incremento en el peso de *I. balsanus* al inicio y al final del período experimental. Dietas: I= 31,13% proteína, II= 39,12% y III= 53,57%.

los primeros. Las diferencias en la tasa de crecimiento específico para el peso fueron estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), e influenciadas en forma directa por el mayor contenido proteico de la dieta (Fig. 2). La diferencia porcentual en la tasa de crecimiento fue 12,33%, mayor con la dieta III respecto a la I y a la II ( $P > 0.05$ ).

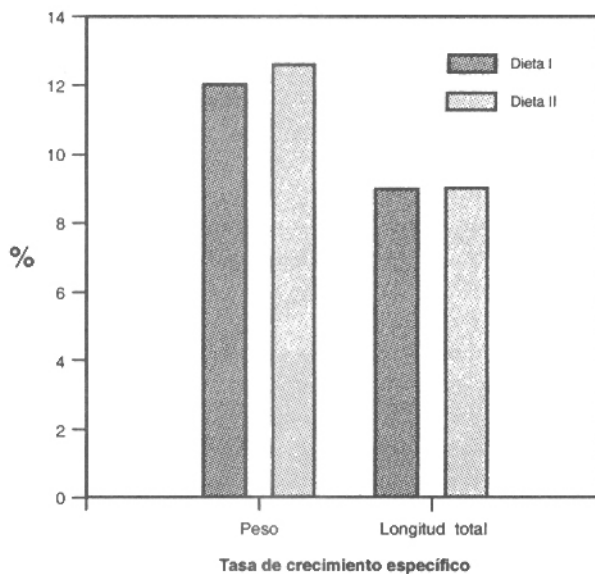
La longitud total fue superior en los bagres alimentados con la dieta III ( $P < 0.05$ ), por su parte, las dietas I y II no generaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) (Fig. 3 y Cuadro 1). El incremento diario máximo fue de 0.30 mm/día con la dieta III y el menor 0.26 mm/día con la dieta I, esto significa una diferencia porcentual de 13,33%, lo cual concuerda con el mayor contenido proteico de la dieta. La tasa de crecimiento específico fue significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) en los peces nutridos con la dieta III (Fig. 2), mientras que con las dietas I y II no difirió significativamente ( $P > 0.05$ ). La diferencia porcentual en la tasa de crecimiento específico fue 8,92% mayor con la dieta III respecto a la I y a la II ( $P < 0.05$ ).

La sobrevivencia durante la fase de crecimiento fue 100% para los grupos de bagres alimentados con las distintas dietas.

La sobrevivencia durante la fase de crecimiento fue 100% para los grupos de bagres alimentados con las distintas dietas.

## DISCUSIÓN

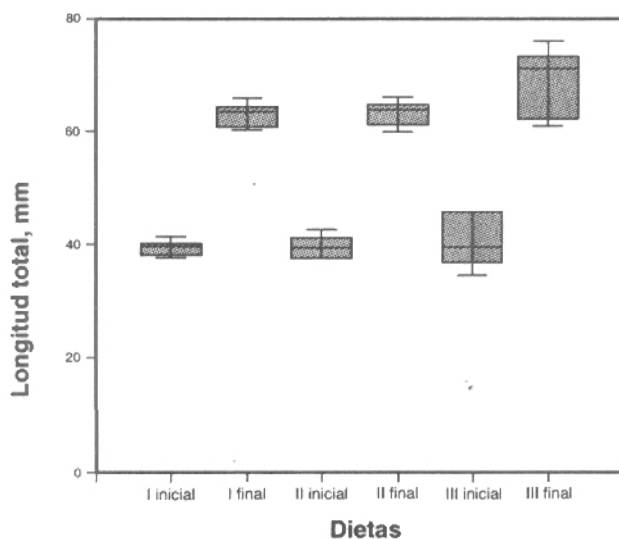
El alimento vivo *Daphnia* sp. influyó positivamente en el crecimiento de las crías de *I. balsanus*, debido a su alta concentración de proteínas, lo cual generó mayores incrementos en el peso y en la talla de los bagres. La importancia de lo



**Figura 2. Diferencia porcentual de la tasa de crecimiento específica en el peso y la longitud total de *I. balsanus*, mayor con la dieta III respecto a la I y a la II.**

anterior radica en que el efecto del alimento en los peces se relaciona con los requerimientos de proteína y con la tasa de alimentación (Li y Lovell 1992, Phillips *et al.* 1998), por lo que se requiere especial atención en esta área, ya que comprende hasta el 50% del costo total de la producción. A pesar de esto existen grandes discrepancias en el crecimiento de peces obtenido con dietas de diferente contenido proteico, como sucedió en el presente estudio con crías de bagres, 27,65% superior en peso y 11,61% en longitud con la mayor concentración proteica respecto a los de menor contenido. Se considera que la dosis óptima de este nutriente para maximizar el crecimiento de los

superior en peso y 11,61% en longitud con la mayor concentración proteica respecto a los de menor contenido. Se considera que la dosis óptima de este nutriente para maximizar el crecimiento de los



**Figura 3. Incremento en la longitud total de *I. balsanus* al inicio y al final del período experimental. Dietas: I= 31,13% proteína, II= 39,12% y III= 53,57%.**

bagres se encuentra entre 30% y 55% (Lovell 1988); lo anterior corresponde con los alimentos utilizados en el presente estudio, sin embargo, el mayor contenido del alimento vivo, aunado a las cualidades específicas de *Daphnia* sp., favorecieron significativamente el crecimiento de *I. balsanus*.

Sin duda, el área más estudiada en la alimentación de los peces es la nutrición basada en las proteínas. Al respecto, Li *et al.* (2000) indican que bagres de *I. punctatus* alimentados con dietas con 28% de proteína tuvieron una mayor tasa de crecimiento, mientras que para *I. balsanus* se encontraron mayores requerimientos de proteína, 53,57%. La alta variación en los requerimientos proteicos podría ser ocasionada por diferencias en las prácticas alimenticias, las condiciones ambientales, la talla de los peces, la calidad de las proteínas y la energía contenida en la dieta, además de las características particulares de cada especie. Al respecto, los resultados confirman la importancia de las proteínas y, en particular, del alimento vivo en el crecimiento del bagre del Balsas, sin embargo, es necesario puntualizar que lo obtenido se refiere específicamente a la etapa de alevín de dicha especie.

Los resultados indican una mayor influencia en la tasa de crecimiento específico con la dieta III respecto a la I y a la II; posiblemente es consecuencia de las discrepancias en los contenidos proteicos, en el mejor balance nutritivo y/o en la menor digestibilidad de los ingredientes de los alimentos. Lo anterior corrobora lo establecido por autores como Austreng y Refstie (1979) y Jauncey (1982), quienes aseveran que la alta concentración de proteína del alimento influye en la tasa de crecimiento específico, como sucedió con *I. balsanus*. Es importante considerar que dicha tasa es afectada por la edad y la talla de los peces, así como por el tipo de alimento proporcionado y por la cantidad y la calidad de las proteínas (Jauncey 1982, De Silva *et al.* 1989, Kaushik 1995 y Boujard 2001); por lo consiguiente, se incrementa con los contenidos altos de proteína dietética, lo cual permite asegurar que para optimizar la tasa de crecimiento de *I. balsanus* es necesario un alimento con alto contenido proteico (53,57%).

La utilización de alimento vivo, al menos durante la etapa de alevín, permitió asegurar un crecimiento más acelerado durante las primeras semanas de vida de *I. balsanus*. La sobrevivencia es considerada un factor de alta relevancia en el mane-

jo de peces en condiciones controladas, por lo que los resultados permiten suponer una buena adaptación de la especie al cautiverio, esto posiblemente es una consecuencia de la selección realizada en la fase de aclimatación y de la aceptación de los alimentos, así como de las características físicas y químicas del agua. Esto resulta relevante, ya que en especies endémicas, una buena alimentación y altas tasas de sobrevivencia facilitarán el manejo en condiciones de cautiverio, con mayores posibilidades de éxito y, a la vez, permitirán influir positivamente en la problemática inmediata de la especie.

## CONCLUSIÓN

*Daphnia* sp. (53,57% proteína) como alimento vivo generó incrementos superiores en el peso y en la longitud total en *I. balsanus*. La tasa de crecimiento específico (TCE) se incrementó de acuerdo con el mayor contenido de proteínas del alimento. Mientras que la sobrevivencia no resultó afectada negativamente por el diferente contenido proteico de los alimentos.

## REFERENCIAS

- Anónimo. 1992. Control Federation. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. American Public Health Association, American Waters Works Association and Water Pollution Santos D. Madrid, España. 1800 p.
- Austreng, E. & T. Refstie. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture* 18:145-156.
- Boujard, T. 2001. Feeding behaviour and regulation of food intake. 19-25. In: Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot and R. Métailler (eds.). Nutrition and feeding on fish and crustaceans. Springer and Praxis Publishing, Chichester UK. 408 p.
- Contreras-MacBeath, T. & E. Soto. 1991. Peces dulceacuícolas mexicanos VI. *Ictalurus balsanus* (Cypriniformes: Ictaluridae). *Zoología Informa* 23:14-18.
- Cowey, C. B. 1992. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture* 100:177-189.
- De la Higuera, M. 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. 53-98 pp. En: CAICYT. Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España. 318 p.
- De Silva, S. S., R. M. Gunasekera & D. Atapattu. 1989. The dietary protein requirements of young tilapia an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture* 80:271-284.
- 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.
- 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.
- Li, M. & R. T. Lovell. 1992. Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentrations of dietary protein in production ponds. *Aquaculture* 103:165-175.
- Li, H. M., G. B. Brosworth & H. E. Robinson. 2000. Effect of dietary protein concentration on growth and processing yield of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 31 (4):592-598.
- Lovell, R. T. 1988. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold. New York, NY, 260 p.
- Luna-Figueroa, J. 1999. Influencia de alimento vivo sobre la reproducción y el crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes:Cichlidae). *Acta Universitaria* 9 (2):21-29.
- Luna-Figueroa, J. 2002. Alimento vivo: importancia y valor nutritivo. *Ciencia y Desarrollo* 166:70-77.
- Luna-Figueroa, J., T. J. Figueroa & S. M. B. Soriano. 2001. Efecto de diferentes niveles de proteína de la dieta sobre el crecimiento de juveniles del pez neón *Paracheirodon innesi* (Pisces:Characidae). *Uniciencia* 18:15-20.
- Mambrini, M. & J. Guillaume. 2001. Protein nutrition. 81-109 pp. *In*: Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot and R. Métailler (eds.). *Nutrition and feeding on fish and crustaceans*. Springer and Praxis Publishing, Chichester UK. 408 p.
- Phillips, A. T., C. R. Sumerface & A. R. Clayton. 1998. Feeding frequency effects on water quality and growth of Walleye fingerlings in intensive culture. *The Progressive Fish Culturist* 60 (1):1-8.
- Ricker, W. 1979. Growth rates and models. *In*: Hoar, W., D. Randall and J. Brett (eds.). *Fish Physiology*. Volume VIII; Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, USA. 677-743 pp.
- Tukey, J. W. 1978. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley. Pub. Co. Massachusetts. 688 p.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey 07632.