

CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DE ALIMENTO EN ALEVINOS DE ARAHUANA *Osteoglossum bicirrhosum* ALIMENTADOS CON TRES FRECUENCIAS ALIMENTICIAS

Olaff RIBEYRO SCHULT^{1,2}, Franco GUERRA GRÁNDEZ², Luciano RODRÍGUEZ CHU^{1,2}, Rosa ISMIÑO ORBE^{1,2}, Jesús NÚÑEZ³, Fred CHU-KOO^{1,2}

- 1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. Escuela de Post Grado. Cátedra CONCYTEC. Maestría en Acuicultura. Iquitos, Perú. E-mail: olrisch@gmail.com
- 2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC). Carretera Iquitos – Nauta, Km. 4.5. Iquitos, Perú. E-mail: fchuk20@gmail.com
- 3 Institut de Recherche pour le Développement – IRD. UR 175. BP 5095, 34196 Montpellier cedex 05, France.

RESUMEN

A pesar de su importancia socio-económica, el comercio de arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) está todavía basado en la extracción y exportación de peces del medio natural, principalmente de lugares sin fiscalización efectiva por parte del Estado peruano. De continuar esta práctica se afectará la sostenibilidad de este recurso pesquero a mediano plazo; por lo que es necesario, desarrollar tecnologías para el manejo de esta especie en piscicultura que permita a los extractores ilegales convertirse en proveedores de crías de arahuana producidas en cautiverio, con el consecuente mejoramiento de sus ingresos y la reducción de la presión de pesca sobre las poblaciones naturales. El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), agencia gubernamental de investigación viene desarrollando planes e investigaciones para la generación de tecnologías de cultivo en cautiverio y el establecimiento de una oferta exportable de crías de arahuana producidas en piscicultura en el Perú. El objetivo del presente estudio fue evaluar los posibles efectos de tres frecuencias de alimentación (FA2, FA4 y FA6) sobre el crecimiento de alevinos de arahuana alimentados con una dieta extruída comercial (55% PB) durante 50 días. A pesar de que el crecimiento de los peces no fue influenciado ($P < 0.05$) por las frecuencias alimenticias empleadas en el estudio (2, 4 y 6 veces/día), se pudo notar que la asimilación del alimento y de la proteína contenida en ella, se optimiza con el uso de FA2 y FA4.

PALABRAS CLAVES: arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, frecuencia de alimentación, crecimiento, dieta extruída.

GROWTH AND FEED UTILIZATION IN SILVER AROWANA *Osteoglossum bicirrhosum* FINGERLINGS FED WITH THREE FEEDING FREQUENCIES

ABSTRACT

Despite of its socio-economical importance, the silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*) ornamental trade is still based on catching and trading of wild fish, mainly from areas without effective control of the Peruvian government, such as the Putumayo and Tapiche rivers. Medium-term sustainability of this fishery resource could be threatened if these practices do continue; hence, it is necessary to develop technologies to manage this fish in aquaculture that allow those illegal fishermen to become in providers of arowana seeds yielded in captivity, with the consequent improvement of their average incomes and the reduction of fishing pressure on wild silver arowana populations. The Peruvian Amazon Research Institute (IIAP), a research-oriented governmental agency, has been developing a series of studies in order to generate culture technology for this fish in captivity and to establish a sustainable offer of aquaculture-yielded silver arowana offsprings in Peru. The goal of the current study was to evaluate the effect of three feeding frequencies (FA2, FA4, and FA6) on the growth and feed utilization of silver arowana fingerlings fed a commercial extruded diet (55% CP) during 50 days. Although fish growth parameters were not significantly influenced ($P > 0.05$) by the feeding frequencies evaluated in the study (2, 4, and 6 times/day); it was recorded that, either feed or protein utilization parameters were optimized when FA2 and FA4 treatments were applied.

KEYWORDS: silver arowana, *Osteoglossum bicirrhosum*, feeding frequency, growth, extruded diet.

INTRODUCCIÓN

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, conocida también como arahuana plateada, es un pez amazónico que está incluido en el listado de peces de agua dulce del Perú (Ortega & Vari, 1986; Ortega & Chang, 1998) y en Loreto ha sido reportada en los ríos Tapiche, Putumayo, Pastaza, Ucayali, Pacaya, Napo, entre otros (Ortega, 1991; Ortega *et al.*, 2003; Gómez & Tang, 2005; Ortega *et al.*, 2006).

Las crías de *O. bicirrhosum* tienen alta demanda como peces ornamentales especialmente en el mercado asiático. Según Alcántara *et al.* (2007) entre los años 1999 y 2007, poco más de 7.57 millones de crías de arahuana fueron exportadas desde la región Loreto, generando un total de 6.37 millones de dólares estadounidenses, ocupando esta especie el primer lugar en lo que respecta a generación de divisas por exportación de peces ornamentales en el Perú. El precio por cada individuo ha experimentado una tendencia creciente, pasando de 0.37 dólares en el año 1999 a 1.33 dólares en el 2006 (Alcántara *et al.*, 2007). Coincidentemente, Ortiz & Iannacone (2008) identifican a este pez como el primero entre una lista de 10 especies ornamentales amazónicas de mayor demanda en el Perú.

No obstante la importancia económica y la creciente demanda del exterior, la oferta de aionomorfos de este pez se sustenta únicamente en la extracción de ejemplares del medio natural, actividad que por lo general, involucra la matanza de machos adultos para la captura de las crías que éstos protegen dentro de la cavidad bucal (Gómez & Tang, 2005). Información reciente proporcionada por funcionarios de la DIREPRO Loreto indican, que de las siete empresas que registraron envíos de crías de arahuana desde Iquitos hacia el mercado externo en los últimos años (KC Fish, Acara Aquarium, MS Tropical, Stingray Aquarium, Oafa, Amazon Tropical y Acuario Miriam I), ninguna de ellas produjo los especímenes en condiciones controladas, cubriendo la totalidad de sus envíos con peces del medio natural.

La situación arriba descrita no es definitivamente sostenible a largo plazo. Por esta razón, el IIAP viene ejecutando varios estudios con el propósito de generar tecnologías para la producción de alevinos de arahuana en acuicultura y así, reducir el fuerte impacto que viene ejerciendo sobre las poblaciones naturales de esta especie. En ese sentido, el adecuado manejo alimenticio de las crías es uno de los principales requisitos a tener en cuenta al momento de desarrollar paquetes tecnológicos de cultivo para cualquier especie en acuicultura.

Las frecuencias de alimentación óptimas para las distintas fases de vida de la arahuana aún no han sido

definidas y eso conduce a una incertidumbre al momento de diseñar una rutina de alimentación para este pez. La subalimentación y sobrealimentación pueden ser perjudiciales para la salud de los peces y causan un marcado deterioro en la calidad del agua, mala utilización del alimento y un incremento en la susceptibilidad a enfermedades (Priestley *et al.*, 2006). Consecuentemente, las tasas de crecimiento y conversión alimenticia, pueden relacionarse directamente a la ración y a la frecuencia de alimentación. Por tanto, es importante ser capaces de predecir la frecuencia alimenticia más favorable para la especie y para el tamaño del pez que va a ser cultivado (Priestley *et al.*, 2006). En ese sentido, el presente artículo evaluó el uso de tres frecuencias alimenticias y sus efectos en el crecimiento y utilización del alimento en alevinos de arahuana.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del IIAP. El CIQ está ubicado en el Km. 4.5 de la carretera Iquitos- Nauta en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto.

ORIGEN DE LOS PECES

Se utilizó un lote de 90 alevinos de arahuana (1.31 ± 0.07 g de peso promedio) provenientes de la misma progenie. Los peces fueron colectados de la cavidad bucal de un macho adulto capturado en un estanque de manejo de reproductores de arahuana del CIQ-IIAP. Las crías, al momento de la captura, aún tenían el saco vitelino desarrollado por lo que se les acondicionó en peceras de vidrio hasta que inicien la alimentación exógena.

UNIDADES EXPERIMENTALES

El experimento se llevó a cabo en nueve (9) peceras de vidrio de 4 mm de espesor, cuyas medidas eran de 30 x 40 x 30 cm. Se usó un volumen de quince litros de agua por pecera, las mismas que contaron con aireación independiente y piedras difusoras. El recambio de agua se realizó diariamente (80% del volumen total) para así mantener la calidad de la misma dentro de los parámetros permisibles para el cultivo de peces y evitar la aparición de patógenos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los 90 peces fueron colocados en grupos de diez

individuos dentro de las nueve peceras disponibles para el estudio (densidad de cultivo: 1 pez/1.5 litros). Tres frecuencias de alimentación (FA2: 2 veces al día, FA4: 4 veces al día y FA6: 6 veces al día), fueron aleatoriamente distribuidos por triplicado en las nueve peceras. Previo al inicio del experimento, los peces fueron sometidos a un periodo de adaptación a sus respectivos tratamientos por espacio de diez días.

Los peces fueron alimentados con una dieta comercial extruída con un tenor proteico de 55% y 1.5 mm de diámetro del pellet, formulada y comercializada por la empresa peruana MURVECO TRADING. La tasa de alimentación empleada fue equivalente al 10% de la biomasa presente en cada pecera, que se mantuvo hasta el final del estudio.

La fase experimental tuvo una duración de 50 días y los horarios de alimentación de acuerdo a cada frecuencia fueron los siguientes:

- Fa2 : 8 am y 4 pm
- Fa4 : 8 am, 10.30 am, 1.30 pm y 5 pm
- Fa6 : 8 am, 10 am, 12 m, 2 pm, 4 pm y 6 pm

El alimento que al cabo de una hora no fuera consumido por los peces, fue retirado de las peceras usando el método del sifoneo para posteriormente ser secado en una estufa a 65 °C por 24 horas, pesado y finalmente restado de los registros de alimentación, a fin de calcular el consumo real de alimento en cada pecera y reajustar los índices de utilización de alimento.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO

Cada diez días se realizaron muestreos biométricos para evaluar el crecimiento en peso y longitud de todos los peces y reajustar las raciones de cada pecera para los próximos 9 días de alimentación. Los índices zootécnicos evaluados fueron los siguientes: tasa de conversión alimenticia (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), eficiencia alimenticia (EA), tasa de eficiencia proteica (TEP) y sobrevivencia (S).

CALIDAD DE AGUA

Diariamente se registró la temperatura y el pH del agua utilizando pH metro WTW 330i® y los niveles de oxígeno disuelto con la ayuda de un oxímetro YSI 55®. Cada diez días se evaluó los niveles de alcalinidad total, amonio, dureza total, dióxido de carbono y nitritos, empleando un KIT AQ-2® de la empresa LaMotte.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

El procesamiento de los datos se realizó en el programa estadístico SPSS versión 16. Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza (ANOVA) teniendo en cuenta de que los valores expresados en porcentajes sean transformados por el método del arco seno previo a su análisis en ANOVA (Lochmann *et al.*, 2009). Cuando existieron diferencias significativas en los ANOVA ejecutados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados son mostrados como el promedio \pm la desviación estándar (DS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD DE AGUA

En términos generales los valores de calidad de agua y sus variaciones en cada una de las réplicas de los tres tratamientos evaluados estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de peces amazónicos (Tabla 1).

CRECIMIENTO DE LOS PECES

Al finalizar el periodo de alimentación, se comprobó que los peces respondieron satisfactoriamente al alimento balanceado suministrado. En un lapso de 50 días, los alevinos criados bajo los tratamientos FA2, FA4 y FA6, ganaron en promedio, 8.3, 8.9 y 8.1 veces su peso inicial, respectivamente; un nivel de crecimiento interesante, al cual hay que añadir, la fácil transición y adaptación de los peces a dicho alimento, proceso que incluso fue más rápido que lo reportado en paiche (Velásquez *et al.*, 2007). Durante la etapa de transición y adaptación al consumo de los pellets flotantes se hizo evidente que, por la posición de la boca y la conocida capacidad olfatoria y visual de los ejemplares de esta especie (Argumedo, 2005), los alevinos se adaptarían rápidamente al consumo de la dieta extruída, hipótesis que fue rápidamente confirmada.

A pesar de que Argumedo (2005) recomienda una tasa de alimentación del 20% en alevinos de arahuana de 1.4 g de peso promedio cultivados en estanques de tierra; en el presente estudio, una tasa de alimentación de 10% fue suficiente para promover un buen nivel de crecimiento.

En la literatura actual solo existe un trabajo (Argumedo, 2005) en donde se evaluó el crecimiento de alevinos de arahuana en acuicultura. En dicho trabajo, se reporta que ejemplares de *O. bicirrhosum* de 1.4 g pueden alcanzar hasta 12.8 g de peso promedio en apenas 30 días de cultivo utilizando dietas balanceadas con 45–50% de proteína cruda y

tasas de alimentación que varían entre 15–20%, en función del grado de aceptación de los peces. En el caso particular de Argumedo (2005) se debe considerar que los peces fueron criados en estanques de tierra, es decir, que además del alimento proporcionado, los animales tuvieron acceso a una amplia variedad de larvas de insectos, anélidos, artrópodos y otros invertebrados presentes en el ambiente acuático que también aportaron con nutrientes y energía que definitivamente influyeron en el crecimiento de los peces y que fueron factores que escaparon al control del investigador. En nuestro caso, el estudio se ejecutó en peceras bajo techo, evitando la influencia de otros ítems alimenticios.

Particularmente, el nivel de crecimiento registrado en el presente estudio fue similar a lo que a veces se observa en alevinos de *Arapaima gigas* (Crescêncio *et al.*, 2003), un pez que de crecimiento rápido y filogenéticamente cercano a la arahuana. Al evaluar la influencia de las frecuencias de alimentación en el desempeño productivo de los alevinos, se pudo comprobar que el crecimiento en peso y longitud de los individuos no fueron significativamente influenciados ($P > 0.05$) por los tratamientos empleados en la alimentación de los animales (Tabla 2).

En términos prácticos, da entonces lo mismo alimentar 2, 4 o 6 veces al día puesto que finalmente se obtendrá la misma respuesta productiva en los alevinos de esta especie; y aunque similares resultados fueron reportados en el Brasil en la especie paiche (Gandra *et al.*, 2007), la literatura aporta ejemplos de trabajos donde el uso de diferentes frecuencias alimenticias si tienen influencia en el crecimiento. Por ejemplo, Webster *et al.* (2001) evaluó varias frecuencias de alimentación en el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), concluyendo que con una frecuencia de alimentación adecuada, es posible mejorar la

eficiencia alimenticia, la tasa de crecimiento y disminuir los residuos de alimento. De igual modo, Ruohonen *et al.* (1998), experimentaron tres frecuencias de alimentación (1, 2 y 4 veces/día) en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y revelan que para maximizar el desempeño productivo de esta especie, sería ideal alimentarla 4 veces/día.

Un dato interesante fue observar que los índices de utilización de alimento (tasa de conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y eficiencia proteica) sí fueron significativamente influenciados ($P < 0.05$) por los tratamientos empleados (Tabla 2). Según la prueba de Tukey, los peces alimentados con el tratamiento FA4 (4 veces al día), convirtieron ($P < 0.05$) y asimilaron ($P < 0.05$) más eficientemente la ración alimenticia suministrada (TCA y EA de 1.26 y 0.80, respectivamente) que los peces del tratamiento FA6. La asimilación de las proteínas presentes en la ración extruída utilizada en el estudio, fue también mayor (TEP = 1.45) en los peces alimentados con la frecuencia FA4, en comparación con los peces del tratamiento FA6 (TEP = 1.26). De otro lado, la prueba de Tukey no registró diferencias en la utilización del alimento entre los tratamientos FA2 y FA4 ($P > 0.05$).

Uno de los principales riesgos al suministrar alimento en varias raciones diarias es que a medida que se incrementa el número de raciones por día, se reduce la cantidad de alimento ofertada en cada alimentación lo que genera disparidad de tamaños entre los ejemplares de una misma pecera y consecuentemente se acorta el tiempo entre raciones, lo que no permite la completa digestión de la ración anterior, que finalmente redundando en una menor asimilación.

La sobrevivencia en todas las peceras fue del 100%, lo que demuestra de manera contundente la rusticidad de las crías de arahuana y la viabilidad técnica de su manejo en condiciones controladas, lo que coincide con las observaciones de Argumedo (2005).

Tabla 1. Calidad de agua (promedio \pm desviación estándar) registrada durante la fase de cultivo de 90 alevinos de arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) alimentados con tres frecuencias alimenticias (FA2: 2 veces/día, FA4: 4 veces/día y FA6: 6 veces/día) durante 50 días.

PARÁMETROS	(Promedio \pm desviación estándar)		
	FA2	FA4	FA6
Temperatura (°C)	26.9 \pm 1.8	26.5 \pm 1.7	26.5 \pm 1.6
Oxígeno disuelto (mg/l)	5.9 \pm 2.0	5.3 \pm 2.8	5.7 \pm 2.7
pH (upH)	6.7 \pm 0.4	6.7 \pm 0.2	6.8 \pm 0.4
Nitritos (ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Amonio (ppm)	0.4 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3
Dióxido de carbono (ppm)	4.5 \pm 3.5	4.0 \pm 3.0	3.5 \pm 3.0
Alcalinidad total (ppm)	15.0 \pm 3.0	16.3 \pm 2.6	14.5 \pm 3.5
Dureza total (ppm)	12.3 \pm 3.5	15.5 \pm 2.5	15.0 \pm 3.5

Tabla 2. Crecimiento e índices zootécnicos (promedio \pm desviación estándar) registrados en alevinos de arahuana, (*Osteoglossum bicirrhosum*), alimentados con tres frecuencias de alimentación (FA2: 2 veces/día, FA4: 4 veces/día y FA6: 6 veces/día) durante 50 días.

VARIABLE	FRECUENCIA ALIMENTICIA			PROB.
	FA2	FA4	FA6	
Peso inicial (g)	1.34 \pm 0.11	1.32 \pm 0.07	1.28 \pm 0.04	0.6961
Peso final (g)	12.40 \pm 0.18	13.01 \pm 0.99	11.64 \pm 1.36	0.3012
Ganancia de peso (g)	11.06 \pm 0.28	11.69 \pm 0.93	10.36 \pm 1.39	0.3183
Longitud inicial (cm)	6.85 \pm 0.15	6.82 \pm 0.10	6.81 \pm 0.05	0.8896
Longitud final (cm)	14.16 \pm 0.10	14.31 \pm 0.48	13.80 \pm 0.48	0.3313
Tasa de conversión alimenticia	1.29 \pm 0.04b	1.26 \pm 0.02b	1.46 \pm 0.08a	0.0494
Tasa de crecimiento específico	4.46 \pm 0.19	4.58 \pm 0.05	4.40 \pm 0.29	0.5828
Eficiencia alimenticia	0.77 \pm 0.03a,b	0.80 \pm 0.02c	0.68 \pm 0.04a	0.0491
Tasa de eficiencia proteica	1.41 \pm 0.05	1.45 \pm 0.03	1.26 \pm 0.08	0.0489
Sobrevivencia (%)	100	100	100	----

CONCLUSIONES

Con los resultados del presente estudio, se puede concluir que las frecuencias de alimentación (2, 4 y 6 veces/día), no influyen en el crecimiento de los alevinos de arahuana; sin embargo se puede aseverar que la alimentación se optimiza, al utilizar las frecuencias alimenticias de 2 y 4 veces/día y se disminuye el estrés de los peces. El presente trabajo significa un aporte importante al conocimiento del manejo alimenticio de este pez en cautiverio y al mismo tiempo, un avance tecnológico que abre nuevas interrogantes que deben ser motivo de futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto INCAGRO, el que a través del contrato N° 2007-00543-AG-INCAGRO/FDSE (Subproyecto Arahuana) financió la ejecución del presente estudio. Al personal técnico del CIQ-IIAP por el apoyo en la ejecución del estudio.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alcántara, B. F.; Chu-Koo, F. W.; Chávez, V. C. A.; Tello, S.; Bances, C. K. C.; Torrejón, M. M.; Gómez, N. J. L.; Noriega, M. J. 2007. Notas sobre la pesquería ornamental de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de su cultivo. *Folia Amazonica*, 16(1/2):55-61.
- Argumedo, E. G. T. 2005. *Arawanas: Manual para la cría comercial en cautiverio*. Edit. Produmedios. Bogotá. 105p.
- Crescêncio, R.; Ituassú, D.R.; Roubach, R.; Pereira-Filho, M.; Cavero, B.A.S.; Gandra, A.L.; 2003. Influencia do periodo de alimentacao no consumo e ganho de peso do pirarucu. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 40(12):1217-1222.
- Gandra, A.L.; Ituassu, D.R.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Crescencio, R.; Cavero, B.A.S. 2007. Pirarucu growth under different feeding regimes. *Aquaculture International*, 15:91-96.
- Gómez, J.; Tang, M. 2005. Biología y aprovechamiento de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la microcuenca de la Cocha El Dorado-Reserva Nacional Pacaya Samiria. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 121p.
- Lochmann, R.; Chen, R.; Chu-Koo F. W.; Camargo, W. C.; Kohler, C. C. 2009. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1):33-44.
- Ortega, H. 1991. Adiciones y correcciones a la lista anotada de los peces continentales del Perú. *Publicación del Museo de Historia Natural UNMSM (A)*, 39:1-6.
- Ortega, H.; Chang, F. 1998. Peces de aguas continentales del Perú. In: Halffter, G. (Ed). *La diversidad biológica de Iberoamérica III*. Volumen Especial, *Acta Zoológica Mexicana*. 223p.
- Ortega, H.; Hidalgo, M.; Bertiz, G. 2003. Los peces del río Yavarí. In: Pitman, N.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D. (Eds.) *Yavarí: Rapid Biological Inventories Report 11*. Chicago IL: The Field Museum. p. 59-62 y 220-243.
- Ortega, H.; Vari, R.P. 1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 437:1-25.
- Ortega, H.; Mojica, J.I.; Alonso, J.C.; Hidalgo, M. 2006. Listado de peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo - peruano. *Biota Colombiana*, 7(1):95-112.
- Ortiz, N.; Iannacone, J. 2008. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. *Biologist*, 6(1):54-67.
- Priestley, S.M.; Stevenson, A.E.; Alexander, L.G. 2006. The Influence of feeding frequency on growth and body condition of the common Goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Nutrition*, 136:1979-1981.
- Ruohonen, K.; Vielma, J.; Grove, D.J. 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low fat herring or dry pellets. *Aquaculture*, 165:111-121.
- Webster, C.D.; Thompson, K.R.; Morgan, A.M.; Grisby, E.J.; Dasgupta, S. 2001. Frequency feeding affects growth, not fillet composition, of juvenile Sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* grown in cages. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(1):79-88.

