

## **Inclusión dietaria de la microalga: *Chlorella peruviana* en el crecimiento de alevines de *Colossoma macropomum***

### **Dietary inclusion of the microalgae: *Chlorella peruviana* in the growth of *Colossoma macropomum* fry**

***Mauro Gilber Mariano Astocondor***

Laboratorio de acuicultura y nutrición de los organismos acuáticos, Av. Venezuela cuadra 34 - Ciudad Universitaria, Departamento de hidrobiología y pesquería, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, PERÚ  
[mmarianoa@unmsm.edu.pe](mailto:mmarianoa@unmsm.edu.pe) // <https://orcid.org/0000-0001-5054-125X>

***Liliana Del Rosario Tapia Ugaz***

Laboratorio de acuicultura y nutrición de los organismos acuáticos, Av. Venezuela cuadra 34 - Ciudad Universitaria, Departamento de hidrobiología y pesquería, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 1, PERÚ  
[ltapiau@unmsm.edu.pe](mailto:ltapiau@unmsm.edu.pe) // <https://orcid.org/0000-0001-6966-4161>

***Haydee Montoya Terreros***

Departamento de Simbiosis Vegetal, Museo de Historia Natural, Av. Arenales 1256, Apartado 14-0434, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 1, PERÚ  
[haydmon@yahoo.com](mailto:haydmon@yahoo.com) // <https://orcid.org/0000-0001-9052-1093>

***Egma Marcelina Mayta Huatuco***

Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Av. Venezuela cuadra 34, Lima 1 - Perú, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, PERÚ  
[emaytah@unmsm.edu.pe](mailto:emaytah@unmsm.edu.pe) // <https://orcid.org/0000-0001-8471-1675>

## Resumen

El presente trabajo evaluó el efecto de la inclusión dietaria de *Chlorella peruviana* sobre los parámetros de crecimiento y curvas de incremento de la relación longitud-peso de alevines de *Colossoma macropomum*. Se prepararon cuatro dietas con diferentes niveles de adición de *C. peruviana* (0%, 2.5%, 5% y 7.5%). Se emplearon un total de 180 alevines con longitud y peso inicial de  $4,03 \pm 0,62$  cm y  $1,94 \pm 0,65$  gr respectivamente, fueron cultivados en doce acuarios de vidrio de  $0,27 \text{ m}^3$  de volumen a una capacidad de 15 peces por acuario y alimentados tres veces al día, durante 70 días, a una tasa de alimentación del 15% durante los primeros 50 días y de 3% en los últimos 20 días de estudio. La composición corporal de los peces fue determinado al inicio y al final del estudio. La calidad del agua fue monitoreada diariamente (oxígeno disuelto, temperatura y pH) y quincenalmente (nitrito, amonio, alcalinidad, dureza y cloruros). Se registró diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los tratamientos evaluados, las dietas con adición de *C. peruviana* al 2,5% y 5% fueron las que influyeron en el crecimiento de *C. macropomum*. Presentando un crecimiento alométrico negativo, con tendencia creciente en los tratamientos al 0%, 5%, 7.5% de inclusión de *C. peruviana*.

**Palabras clave:** microalga, gamitana, piensos, crecimiento, relación longitud y peso.

## Abstract

The present work evaluated the effect of the dietary inclusion of *Chlorella peruviana* on the growth parameters and increase curves of the length-weight relationship of *Colossoma macropomum* fry. Four diets were prepared with different levels of addition of *C. peruviana* (0%, 2.5%, 5% and 7.5%). A total of 180 fingerlings with length and initial weight of  $4.03 \pm 0.62$  cm and  $1.94 \pm 0.65$  gr respectively were used, they were cultivated in twelve glass aquariums of  $0.27 \text{ m}^3$  volume at a capacity of 15 fish per aquarium and fed three times a day, for 70 days, at a feeding rate of 15% during the first 50 days and 3% in the last 20 days of study. The body composition of the fish was determined at the beginning and at the end of the study. The water quality was monitored daily (dissolved oxygen, temperature and pH) and fortnightly (nitrite, ammonium, alkalinity, hardness and chlorides). Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were registered in the evaluated treatments, the diets with the addition of *C. peruviana* at 2.5% and 5% were those that influenced the growth of *C. macropomum*. Presenting a negative allometric growth, with an increasing trend in treatments at 0%, 5%, 7.5% inclusion of *C. peruviana*.

**Keywords:** microalgae, gamitana, functional food, growth, length and weight ratio.

**Citación:** Mariano, M.; L. Tapia; H. Montoya & E. Mayta. 2022. Inclusión dietaria de la microalga: *Chlorella peruviana* en el crecimiento de alevines de *Colossoma macropomum*. *Arnaldoa* 29(3): 451-460 doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.293.29306>.

## Introducción

En el Perú, *Colossoma macropomum* "gamitana" es considerada de importancia económica y cultural (Núñez, 2009) por la gran demanda que presenta en los mercados regionales y por ser uno de los recursos acuícolas con mayor desarrollo en los departamentos de Loreto, San Martín y Ucayali, habiendo incrementado su

producción de 299 t en el 2015 a 1274,2 t en el 2018, con una demanda insatisfecha de 1911,29 t. Su cultivo se realiza en estanques de tierra con elevadas densidades, lo que afectado su crecimiento (Dawood & Koshio, 2016).

*Colossoma macropomun* es una especie de hábitos omnívoros, tendiendo a ser frugívora, siendo muy adaptable al

consumo de pellets cuando se encuentra en cautiverio (Campos, 2015). Sin embargo, el cultivo en elevadas densidades, causan condiciones estresantes que afectan negativamente el crecimiento de los peces, originando la presencia de enfermedades, por lo que es necesario suministrar raciones balanceadas que garanticen su desarrollo en corto tiempo (Ramos *et al.*, 2016).

En el cultivo de *C. macropomum*, se emplea alimento balanceado extruido (Felipa *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2016), sin el uso y adición de insumos funcionales. El proyecto busca emplear un *C. peruviana*, como insumo en la elaboración de piensos, por su alto contenido proteico, niveles altos de ácidos grasos insaturados, aminoácidos, vitaminas y minerales, y pigmentos naturales (Spolare *et al.*, 2006). Con el fin de conocer su efecto en los parámetros de crecimiento de gamitana (Guillaume *et al.*, 2004).

Son pocos los estudios de la adición de *Chlorella* sp. como alimento para peces. El primero fue realizado por Dallaire *et al.* (2007) quienes adicionan harina de algas hasta 12,5% en dieta de alevines de “trucha” sin efectos adversos. Posteriormente, Xu *et al.* (2014) reportan que *Chlorella* podría ser utilizado como aditivo en los pellets, al promover el rendimiento y estado fisiológico de *Carassius auratus gibelio* “carpa gibel”. De igual manera, Pokniak (2007) señala que puede ser una alternativa de reemplazo de la harina de pescado.

Sousa *et al.* (2006), señala que la evaluación del efecto de la inclusión de *Chlorella* en la dieta de los peces, se puede realizar mediante el estudio de las variables de crecimiento, destacando la relación peso-longitud (Hopkins, 1992) y el coeficiente de alometría (CA) con modelos no lineales (Ricker, 1975). Este último, permite

comparar el desarrollo de la longitud y el peso, como factor significativo de la condición del pez, que depende de muchos factores tales como la disponibilidad de alimento, salud, sexo, aumento de gónadas y periodo de desove (López & Siderkewicj, 2008; Santos *et al.*, 2002).

De otro lado, no se ha evaluado ni comparado el crecimiento de esta especie durante la etapa de alevinaje, utilizando como alimento funcional como *Chlorella*. Por lo cual, este experimento se constituye en un primer alcance de su aplicación, lo que permitirá el fortalecimiento de la industria piscícola, con alimentos ecoeficientes que aporten a la rentabilidad de sus operaciones.

## Materiales y métodos

El experimento de crecimiento se desarrolló en el Laboratorio de Acuicultura y Nutrición de Organismos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, Perú teniendo una duración de 70 días. Los alevines de “gamitana” provenían del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) de Iquitos y la cepa de *Chlorella peruviana* del laboratorio de simbiosis vegetal del Museo de Historia Natural de la UNMSM.

El cultivo de la microalga se realizó con el método continuo, utilizando Bayfoland como medio de cultivo. La cosecha de la microalga se realizó por sedimentación, luego fueron secadas en una estufa a temperatura de 30°C hasta obtener peso constante, luego liofilizadas y trituradas para convertirlas en harina. El análisis proximal de la harina de *Chlorella* registro 36,5% de proteína, 22,9% de cenizas, 3,3% de grasa, carbohidratos 29% y 8,3% de humedad.

El diseño consistió en alimentar a los alevines de “gamitana” con cuatro dietas

experimentales (tratamientos) de diferentes niveles de adición de harina de *C. peruviana* al 0% (T1), 2,5% (T2), 5% (T3) y 7,5% (T4). Empleando para ello, doce acuarios de vidrio de 0,27m<sup>3</sup> de volumen útil, en cada acuario se colocaron quince alevinos de “gamitana” con talla y peso promedio de 4,03 ± 0,62cm y 1,94 ± 0,65gr. Los parámetros de calidad de agua se mantuvieron constantes según los requerimientos de la especie (Eufrazio & Palomino, 2004), temperatura en 26 ± 0.5°C, pH de 7 ± 0.5 unidades y oxígeno disuelto 6 ± 1 mg/l.

Para la preparación de las dietas, se empleó alimento balanceado extruido inicio de “gamitana” de la empresa Naltech con 28% de proteína y tamaño del pellet 1,5 mm. Para incorporar la harina liofilizada de *C. peruviana* en el pienso, se disolvió la cantidad requerida para cada tratamiento (2,5, 5 y 7,5g) en 150 ml de agua destilada, se mezcló de forma homogénea con 1 kg del alimento y se llevó a secar en una estufa a 30°C, durante 12 h aproximadamente. Se dejó enfriar y guardó en bolsas plásticas debidamente rotuladas, una muestra de cada tratamiento fue analizada, los resultados se muestran en la Tabla 1, donde se observa una ligera disminución de los valores de proteína, grasas, humedad y cenizas, en relación al control. Este se puede deber al procesamiento seguido para la inclusión de la microalga, donde el alimento se humedeció y secó nuevamente el pienso, lo que ocasionó pérdidas de nutrientes.

El alimento fue distribuido en tres raciones diarias, a las 8:00; 12:00 y 17:00 horas. La tasa de alimentación diaria fue del 15% al inicio y fue reajustada progresivamente según el peso de los organismos, llegando al 10% al término del experimento. Los acuarios se sifonearon diariamente antes de cada ración, para eliminar las heces y restos de alimento. Con recambios parciales del

agua (25%) semanalmente.

Con los datos de las mediciones iniciales y finales de longitud total y peso, se construyó una matriz en Excel, que fue exportado al software estadístico SPSS 22.0, Minitab 16; a partir de los cuales se obtuvo estadísticos descriptivos de tendencias centrales y de dispersión. Para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos considerados, se utilizó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y la prueba no paramétrica (Kruskal Wallis). La curva de crecimiento de la relación peso-longitud se estimó mediante la función alométrica  $P = aL^b$ , (Hopkins, 1992) donde P es el peso en gramos y L la longitud en centímetros del pez, a es el origen de la función y b es el coeficiente de alometría (Ricker, 1975). Se evaluaron los indicadores de crecimiento: Ganancia de peso diario (GPD), tasa de crecimiento específico (TEC), factor de condición (K), índice de conversión alimenticia (ICA) y sobrevivencia, de acuerdo con las ecuaciones descritas por Paloheimo & Dickie (1995) y Jensen (1985).

## Resultados

El Análisis de Varianza (ANOVA) de los cuatro tratamientos registró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), tabla 2. La adición de *C. peruviana* en el pienso tuvo efecto en los datos productivos ganancia en peso y factor de conversión de *C. macropomum*.

Los peces alimentados con *Chlorella* al 2,5% y 5% registraron los mayores valores en los parámetros de crecimiento, con 20.97 ± 6.38 g y 17.19 ± 4.36 gr de peso final y 9.91 ± 0.94 cm y 9.09 ± 0.94 cm longitud final, en relación a los otros dos tratamientos. De igual forma, la ganancia de peso (GPD) fue mayor en 2,5% y 5% con 19,00± 1,34 y 15,02± 1,33gr. Caso contrario, ocurrió con el factor de conversión (k) que fue mayor en el

tratamiento con 7,5% con  $2,4 \pm 1,33$ , seguido del 5% con  $2,27 \pm 1,38$  y 2,5% con  $2,09 \pm 1,38$  y menor en el control con  $1,91 \pm 1,31$ . En cambio, en los parámetros productivos como tasa de crecimiento específico (TCE) e índice de conversión alimenticia (ICA) no tuvo efecto la inclusión de la microalga. Siendo el control superior con  $4,12 \pm 1,35\%$  comparado al 2,5%, 5% y 7,5% con  $4,07 \pm 1,34\%$ ;  $3,57 \pm 1,386\%$  y  $3,6 \pm 1,37\%$ . En el caso de los valores de ICA variaron de  $0,10 \pm 1,35\%$  en el tratamiento al 2,5% a  $0,9 \pm 1,32\%$  en el control.

De acuerdo con la figura 1, las curvas de crecimiento de peso y longitud de los alevinos de *C. macropomum*, muestran que al término del experimento el tratamiento con 7,5% presentó el máximo valor, superando a los demás tratamientos. El crecimiento es de tipo alométrico negativo, donde el coeficiente de alometría (b) es menor a 3 ( $b < 3$ ) en los cuatro tratamientos: 2,73 (T1), 2,76 (T2), 2,80 (T4) y 2,94 (T2). Las ecuaciones de la relación peso y longitud fueron:  $p=0,00316L^{2,73}$  en T1,  $p=0,00372L^{2,76}$ , (T3),  $p=0,0356L^{2,80}$  (T4) y  $P=0,0239L^{2,94}$  (T2), con un coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) que vario de 0,94 a 0,97 para los cuatro tratamientos.

## Discusión

El presente estudio es el primer trabajo realizado con la adición de *Chlorella peruviana*, el cual, permite tener una idea clara de la concentración de microalga para un crecimiento óptimo de los peces. Hasta donde se conoce, no hay antecedentes sobre la inclusión de esta microalga como alimento funcional en dietas para peces amazónicos, en especial *C. macropomum*, y se desconocen las causas específicas que le confieren su propiedad de grupo eficaz alimenticio. Sólo, existe información de la utilización de microalgas en la formulación de alimento

balanceado para otros peces y crustáceos, como el realizado por Bai et al. (2002) quienes obtuvieron resultados similares al evaluar el crecimiento de juveniles del pez "roca coreana" *Sebastes schlegeli*, usando 5 gr de la harina de *Chlorella* sp., atribuyéndolo a su alto contenido de aminoácidos y ácidos grasos. Al igual Zhang et al. (2014) quienes indican que el 0,8% de inclusión de *Chlorella* sp. es el adecuado para el crecimiento de juveniles de "carpa prusiana" *Carassius auratus gibelio*. Rahimnejad et al. (2016) reportan valores entre 10 a 15 gr de *Chlorella* sp. para juveniles de "lenguado oliva" *Paralichthys olivaceus* y Khani et al. (2017) refiere 50 gr de *Chlorella* sp. en alevines de "carpa Koi" *Cyprinus carpio*.

Los tres niveles de adición empleados en la formulación de las dietas (2,5%, 5% y 7,5%) causaron un crecimiento gradual ascendente en relación con la dieta control (T1), no habiendo observado una disminución en los 70 días de cultivo. Por lo que, es posible que los resultados obtenidos en esta investigación, están relacionados con la presencia de aminoácidos y pigmentos en la harina de la microalga o, al efecto conjunto de estos compuestos en la dieta.

Los niveles de proteínas en las dietas experimentales con la adición de *C. peruviana* a pesar de que disminuyeron en un 1%, presentaron una máxima ganancia de peso en el tratamiento con 2,5%, coincidiendo con Gutiérrez et al. (2010) quienes en condiciones similares de cultivo registraron un mayor crecimiento de *C. macropomum* con una dieta entre 25 a 27% de proteína cruda.

El desarrollo en peso y longitud fue constante durante toda la etapa experimental, se observó que la inclusión de la microalga en los piensos de alevines de *C. macropomum* no afectó su consumo,

debido a su palatabilidad y digestibilidad (Quevedo *et al.*, 1999).

Entre los parámetros de crecimiento, la ganancia de peso es un indicador productivo que permite advertir la disponibilidad y aprovechamiento de los aminoácidos proporcionados en la dieta, en el trabajo se obtuvo que, al 2,5, 5 y 7,5% de *C. peruviana*, es mayor la ganancia de peso al mejorar su capacidad digestiva, logrando un aumento de la retención de nitrógeno y energía (Cho & Kaushik, 1990; Hillestad & Johnsen, 1994). En cuanto a la tasa específica de crecimiento, la que se encuentra directamente relacionada con el porcentaje diario del tipo y calidad proteica de los pellets (Papoutsoglou & Paparaskeva-Papoutsoglou, 1978), los resultados mostraron diferencias significativas en el tratamiento con 2,5% de *Chorella*, observando una disminución de la tasa específica de crecimiento ante un incremento de *Chlorella* en las dietas, lo cual demuestra que el aporte de nutrientes no está vinculado con el crecimiento. De igual forma, ocurre con los valores del Índice de Conversión Alimenticia, lo que estaría asociado a la utilización más eficiente del alimento suministrado. Tal como lo señala Rodríguez (2009) en un estudio realizado en juveniles de “trucha arco iris” alimentado con carotenoides y probióticos, recomendando evaluar la digestibilidad y las interacciones inhibitorias que puedan tener los alimentos funcionales con las enzimas digestivas de los peces.

Con relación a la sobrevivencia, Quiroz *et al.* (2007) evaluaron la influencia del fitoplancton en el cultivo de peces, obteniendo valores de 87%, los que son menores a los registrados en el proyecto (>98%). Lo que demuestra, que la utilización de *C. peruviana* ejerce un efecto

positivo en el crecimiento y sobrevivencia, coincidiendo con lo reportado por Ascanio *et al.* (2016), quienes además señalan que mantiene óptima la calidad de agua del cultivo.

Por otro lado, las curvas de crecimiento mostraron una evolución constante de la longitud y peso de los alevines en los cuatro tratamientos. El parámetro de alometría (b) estimado a partir de la relación peso-longitud, presentó valores negativos entre 2,73 a 2,94 ( $b < 3$ ). Coincidiendo con Gutiérrez *et al.* (2010) los que evaluaron cinco niveles de proteína (25, 27, 29, 31 y 33%) en el comportamiento productivo de alevinos de *C. macropomum*, así como el de Silva & Guevara (2002) quienes estudiaron el efecto de dos tipos de alimentos concentrados de peces sobre el crecimiento del híbrido de “gamitana”. Según, Felipa *et al.* (2016) cuando la tasa de incremento en peso es menor que la longitud, los individuos de mayor talla son más elongados o delgados que los pequeños, debido a que el desarrollo de los tejidos no está relacionado de forma lineal con la del organismo completo, porque, los centros de crecimiento del pez entran en funcionamiento en distintos momentos y con tasas diferentes de actividad, determinando la apariencia y conformación característica de cada especie y edad. Sin embargo, Ascanio *et al.* (2016) indican que *C. macropomum* al igual que sus híbridos puede presentar crecimientos alométricos mayores en algunas etapas del crecimiento, dependiendo del sistema de cultivo utilizado.

### Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento a los miembros del grupo de investigación Acuicultura y Nutrición de los Organismos Acuáticos (ACUINOA).

## Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

L.T y M.M. han contribuido en la redacción del artículo, H.M y E.M. han contribuido selección del material de estudio, datos morfométricos y revisión bibliográfica.

## Fuente de financiamiento

El presente trabajo fue subsidiado por el Vicerrectorado de Investigación y Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, código 161001071 (RR.- 00836-R-16).

## Literatura citada

- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.** 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la Amazonía peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos-Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (PEA-IIAP). <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/142>
- Ascanio, A. Y.; J. Brito; I. J. Marchán & J. E. Subero.** 2016. Influencia de las dietas en la sobrevivencia de Alevines del híbrido *Colossoma macropomum* (□) x *Piaractus brachypomus* (□) y su repercusión en la calidad del agua. *Revista Bio Ciencias*, 3 (4): 298-310. <https://doi.org/10.15741/revbio.03.04.05>
- Bai, S.; J. W. Koo; K. W. Kim & S. K. Kim.** 2002. Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquaculture Research*, 32, 92-98. <https://doi:10.1046/j.1355557x.2001.00008>.
- Campos, B. L.** 2015. El cultivo de la “gamitana” en Latinoamérica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/108>
- Cho, C.Y. & S. J. Kaushik.** 1990. Nutritional Energetics in Fish: Energy and Protein Utilization in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Aspects of Food Production, Consumption and Energy Values*, 61, 132-172. <https://doi:10.1159/000417529>
- Dallaire, V.; P. Lessard; G. Vandenberg & J. de la Noüe.** 2007. Effect of algal incorporation on growth, survival and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Bioresource Technology*, 98 (7),1433–1439. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.05.043>
- Dawood, M. A. O. & S. Koshio.** 2016. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454, 243-251. <https://doi:10.1016/j.aquaculture.2015.12.033>.
- Eufracio, V. P. & R. A. Palomino.** 2004. Manual del cultivo de “gamitana”. Lima, Perú. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. URL://D:/Publicaciones%20a%20realizar/Publicaci%C3%B3n%20gamitana/mydokument.com\_manual-de-cultivo-de-gamitana.pdf
- Felipa, G.; W. Blas & F. Alcántara.** 2016. Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) criados en estanques artificiales. *Folia Amazónica*, 25 (1): 17-24
- Guillaume, J.; S. Kaushik; P. Bergot & R. Metaller.** 2004. Nutrición y Alimentación de peces y crustáceos. Mundi-Prensa. Madrid.
- Gutiérrez, F.; M. Quispe; L. Valenzuela; G. Contreras & J. Zaldívar.** 2010. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Revista Peruana de Biología*, 17(2): 219-223. <https://doi:10.15381/rpb.v17i2.31>
- Hopkins, K. D.** 1992. Reporting fish growth: A review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Soc.* 23 (2): 173-179. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1992.tb00766.x>
- Hillestad, M. & F. Johnsen.** 1994. High-energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. *Aquaculture*, 124 (1): 109-116. [https://doi:10.1016/00448486\(94\)90366-2](https://doi:10.1016/00448486(94)90366-2).
- Khani, M.; M. Soltani; M. S. Mehrjan; F. Foroudi & M. Ghaeni.** 2017. The effect of *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta, Volvocales) microalga on some hematological and immune system parameters of Koi carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Ichthyology*, 4 (1): 62-68. <https://doi:10.7508/iji.2016>.

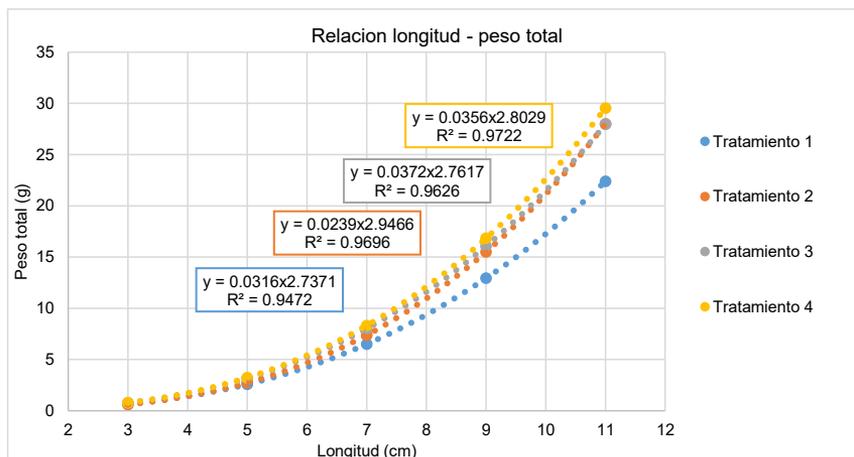
- Kim, S. K. & I. Wijesekara.** 2010. Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review. *Journal of Functional Foods*, 2 (1): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.01.003>.
- Lopez, A. & N. Siderkewicj.** 2008. Age and growth of the largemouth perch *Percichthys colhuapiensis* in the Negro river, Argentine Patagonia. *Fish Resh.* 92, 169-179. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.01.016>
- Núñez, J.** 2009. Domestication de nouvelles espèces d'intérêt piscicole en Amazonie. *Cahiers Agricultures*, 18 (2), <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0299>
- Papoutsoglou, S. E. & E. G. Papaparaskeva-Papoutsoglou.** 1978. Comparative studies on body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) in relation to type of diet and growth rate. *Aquaculture*, 13 (3): 235-243. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(78\)90005-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(78)90005-4).
- Pokniak, J.** 2007. Incorporación de espirulina (*Spirulina maxima*) en dieta para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Avances en Ciencias Veterinarias*, 22, 37-41. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/1225>
- Quevedo, H. M.; M. Cabrales; A. A. Arceo & L. H. Nazario.** 1999. Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de *Chlorella vulgaris*. *Revista cubana de alimentación y nutrición*, 13 (2): 123-128.
- Quiroz, H.; I. Molina & A. Ortega.** 2007. Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. *Revista Ciencia y mar*, 3 (8): 3-12
- Rahimnejad, S.; S. M. Lee; H. G. Park & J. Choi.** 2016. Effects of dietary inclusion of *Chlorella vulgaris* on growth, blood biochemical parameters, and antioxidant enzyme activity in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*: Dietary Chlorella meal for olive flounder. *Journal of the World Aquaculture Society*, 48 (1): 103-112. <https://doi.org/10.1111/jwas.12320>.
- Ricker, W. E.** 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull Fish Res Bd Can.* Ottawa, Canadá.
- Ramos, E. F.; C. N. Sandoval; C. S. Morales; S. G. Contreras & S. A. Manchego.** 2016. Lesiones histopatológicas y aislamiento bacteriológico en gamitanas (*Colossoma macropomum*) aparentemente Sanas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(1): 188-195. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11460>.
- Rodríguez, A.** 2009. Avances y perspectivas en microdietas para larvas de peces. *Revista AquaTIC*, (30): 1-18. Disponible en <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=xxx>
- Santos, M. N.; M. B. Gaspar; P. Vasconcelos & C. C. Monteiro.** 2002. Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (Southern Portugal). *Fish Res*, 59, (1-2), 289-295. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00401-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00401-5)
- Silva-Acuña, A. & M. Guevara.** 2002. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. *Zootecnia Tropical*, 20(4), 449-459. Recuperado el 31 de diciembre de 2020, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692002000400002&lng=es&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692002000400002&lng=es&lng=es).
- Sousa, R.; G. Prado; J. Pyñeiro & E. Bezerra Neto.** 2016. Avaliação do ganho de peso do tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na Alimentação. *Biota Amazônia*, 6(1), 40-45. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p40-45>
- Spolare, P.; C. C. Joannis; E. Duran; A. Isambert.** 2006. Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2), 87-96. <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>
- Xu, W.; Z. Gao; Z. Qi; M. Qiu; J. Peng & R. Shao.** 2014. Effect of dietary chlorella on the growth performance and physiological parameters of gibel carp, *Carassius auratus* gibelio. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 53-57. [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v14\\_1\\_07](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v14_1_07).
- Zhang, Q.; M. Qiu; W. Xu; Z. Gao; R. Shao & Z. Qi.** 2014. Effects of dietary administration of Chlorella on the immune status of Gibel carp, *Carassius auratus* gibelio. *Italian Journal of Animal Science*, 13 (3168): 653-656. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3168>.

**Tabla 1.** Composición proximal en 100g de las raciones experimentales según la adición de *C. peruviana* en cada tratamiento. Las dietas experimentales variaron en composición presentando valores menores de proteína, grasa y ceniza que la dieta control.

Compuestos	Dieta control (%)	Dietas experimentales (%)		
	(T1)	2.5 (T2)	5.0(T2)	7.5(T3)
Proteína	28	26	27	27
Grasa	6	5	5	5
Ceniza	11	10	10	10
humedad	18	18	18	18

**Tabla 2.** Índice de crecimiento de longitud(cm) y peso (g) (promedios ± desviación estándar) de alevines de *C. macropomum* alimentados con 2.5, 5.0 y 7.5%.

Parámetros	Tratamiento 1 0%	Tratamiento 2 2.5%	Tratamiento 3 5,0%	Tratamiento 4 7,5%
Peso inicial(g)	1,37 ± 0,48 <sup>a</sup>	1,97 ± 0,79 <sup>a</sup>	2,17 ± 0,68 <sup>a</sup>	2,02 ± 0,94 <sup>a</sup>
Longitud inicial(cm)	4,00 ± 0,65 <sup>a</sup>	4,33 ± 0,62 <sup>a</sup>	4,33 ± 0,49 <sup>a</sup>	4,13 ± 0,52 <sup>a</sup>
Peso final (g)	14,95 ± 4,68 <sup>a</sup>	20,97 ± 6,38 <sup>b</sup>	17,19 ± 4,36 <sup>b</sup>	16,32 ± 6,38 <sup>a</sup>
Longitud final (cm)	9,23 ± 1,32 <sup>a</sup>	9,91 ± 0,94 <sup>b</sup>	9,09 ± 0,94 <sup>b</sup>	8,73 ± 1,10 <sup>a</sup>
Ganancia de peso (GPD) (g)	13,58 ± 1,36 <sup>a</sup>	19,00 ± 1,34 <sup>b</sup>	15,02 ± 1,33 <sup>b</sup>	14,30 ± 1,35 <sup>a</sup>
Tasa de crecimiento específico (TCE) (%)	4,12 ± 1,35 <sup>a</sup>	4,07 ± 1,34 <sup>b</sup>	3,57 ± 1,386 <sup>a</sup>	3,6 ± 1,37 <sup>a</sup>
Factor de condición (K)	1,91 ± 1,31 <sup>a</sup>	2,09 ± 1,38 <sup>a</sup>	2,27 ± 1,38 <sup>a</sup>	2,4 ± 1,33 <sup>a</sup>
Índice de conversión alimenticia (ICA)	0,9 ± 1,32 <sup>a</sup>	0,85 ± 1,33 <sup>a</sup>	0,11 ± 1,32 <sup>a</sup>	0,10 ± 1,35 <sup>a</sup>
Supervivencia (%)	99	98	98	99



**Fig. 1.** La curva de crecimiento en alevines de *C. macropomum* muestra un crecimiento constante en los cuatro tratamientos, incrementando el valor de alometría conforme se incrementa el porcentaje de *Chlorella* en la dieta: tratamiento 1(control), tratamiento 2 (2,5%), tratamiento 3 (5%) y tratamiento 4 (7,5%).

