

## Las relaciones longitud peso en algunos peces tropicales de acuario

Sergio E. Gómez

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Av. Ángel Gallardo 470 – CP DJR 1405 – CABA.

Email: [gomezsergio@yahoo.com](mailto:gomezsergio@yahoo.com)

### Resumen

Se estudió la condición nutricional en cinco especies argentinas ornamentales de acuario; además de una autóctona sin valor ornamental y dos especies exóticas ornamentales de criadero. Para cada población se determinó la relación alométrica longitud - peso, e independientemente el índice de Fullton. Se comenta el uso de estos dos métodos en el cultivo de peces ornamentales y en el cultivo de peces de consumo

*Palabras Claves: peces ornamentales, peces de consumo, acuicultura, Argentina.*

### Summary

#### Length - weight relationship in some tropical aquarium fish

Nutritional status in five Argentine ornamental aquarium species was studied; plus a native without ornamental value and two exotic species ornamental farmed. For each population was determined allometric length - weight relationship and regardless Fullton index. The use of these methods in the cultivation of ornamental fish and fish farming for human consumption, are comments.

*Key words: ornamental fish, fish farming for human consumption, aquiculture, Argentine.*

### Introducción

La relación longitud peso es una característica individual, indicando la condición nutricional del ejemplar. Existen dos grandes grupos de técnicas, con diferentes versiones, que proporcionan resultados equivalentes. Una de ellas consiste en calcular un "índice" para cada individuo, el promedio aritmético de los valores de los individuales de una cohorte es una característica de la población, posiblemente es la técnica más antigua.

El origen es incierto, aparece entre 1902 y 1910 bajo el nombre de "índice de Fullton" (Nash *y cols.*, 2006) aplicado a pesquerías en el Mar del Norte; para establecer la calidad de la captura. Actualmente se lo conoce con el nombre de "índice de condición".

Existen muchas variantes e interpretaciones sobre el índice de condición (Froese, 2006; Camara *y cols.*, 2011), existe consenso que es una característica de poblaciones y que el coeficiente de alometría es próximo a tres. Aquí se utiliza un índice simple y convencional (Weatherley, 1972) donde:

$$K = (P \cdot 10^5) / LE^3$$

Donde K es el "índice de condición", P: peso del individuo en gramos y LE: longitud estándar del individuo en milímetros. Si bien la longitud estándar puede considerarse constante en tiempos cortos, el peso cambia en breve tiempo por la cantidad de repleción estomacal, y al menos estacionalmente por el grado de maduración gonadal.

Otra técnica, es la "ecuación de alometría". Sin referirse a magnitudes concretas Huxley & Teisser (1936) postulan esta relación, que en peces usualmente se representa por la ecuación:

$$P = m \cdot LE^b$$

Donde P es el peso y LE la longitud estándar. De acuerdo a Huxley & Teisser (1936), si el exponente b es igual a uno el crecimiento es isométrico, si es mayor se denomina alometría positiva y si es menor, alometría negativa. Fuera de este contexto, la ecuación potencial se utilizó en diversos casos, como la relación número de especies - área. Sobre ésta Margalef (1983:554) sostiene que "es obvio que existe cierta compensación entre "a" y "b", pero "b" representa el efecto multiplicativo de la extensión sobre el proceso de especiación. Otros ejemplos pueden verse en Bertalanffy (1976).

El cálculo de la ecuación se puede expresar gráficamente. La ecuación de la curva de regresión permite conocer el peso de un animal cuando solo se conoce su talla y viceversa. En cuanto al procedimiento a seguir en este punto, son indispensables los trabajos de Ricker (1973), Pauly (1984) y Laevastu (1980). Muy utilizada en pesquerías, un amplio conjunto de ecuaciones de *Prochilodus lineatus* fueron presentadas por Sverlij y cols. (1993), que representan a diferentes poblaciones de la cuenca del Río de la Plata. Gómez (2015) compila las relaciones largo - peso para 10 especies migradoras del río Paraná Medio.

Salvo *Pimelodella laticeps*, las restantes especies autóctonas indicadas tienen valor ornamental, según Gómez y cols. (1994) y se cultivan comercialmente, principalmente en Europa Frey (1961). *Corydoras paleatus* fue llevada a Europa en 1876 (De Yañiz, 1968) Desde 1930 aproximadamente se han cultivado, con éxito, variedades albinas de *C. paleatus*. En Argentina se han capturado al menos tres ejemplares albinos de *Lepidosiren paradoxa*. (Gómez, com. pers.). Otra especie de valor ornamental es *Gymnocorimbus ternetzi* (Gómez y cols., 1994), en la última década se importan desde el sud este asiático las variedades albina y velífera. En esa región son comunes los ejemplares transgénicos, híbridos y mutantes de varias especies. Los ejemplares salvajes de *G. ternetzi* son raros de conseguir en los comercios argentinos.

El valor como pez ornamental de *Australoheros facetus* ha sido expuesto por Castello (1972), es el cíclido más austral del mundo tolerando aguas templado-frías, siendo además muy tolerante a la salinidad.

Con cualquier técnica para una especie tiempo y localidad, se puede determinar una relación longitud peso y utilizar esta relación como referencia entre poblaciones o el estudio de una población a lo largo del tiempo.

El objetivo de este trabajo es presentar las relaciones longitud-peso en cinco especies autóctonas argentinas de valor ornamental y otras tres especies no ornamentales o exóticas, comentando las aplicaciones, ventajas y desventajas de cada técnica.

## Materiales y métodos

Se analizaron un total de 238 ejemplares, de 8 especies provenientes de poblaciones silvestres autóctonas y exóticas. *Lepidosiren paradoxa* fue colectada por A. Barrios, en las proximidades de la Ciudad de Formosa (26° 11' LS; 58° 10' LW) en 1975. Ejemplares de 3 especies: *Australoheros facetus*, *Corydoras paleatus* y *Pimelodella laticeps* fueron colectados por el autor en Laguna Chascomús ((35° 34' LS; 58° 01' LW) durante 1985. Los individuos de *Cichlasoma dimerus* y *Gymnogeophagus balzanii* provienen del Delta del río Paraná. (33° 30' LS). Entre las especies exóticas tropicales cultivadas en criaderos argentinos, se analizaron siete ejemplares de *Cichlasoma biocellatum* y 15 de

*Pseudotropheus zebra* (variedad albina), especies oriundas de América Central y África, respectivamente.

Para cada ejemplar se registró el "índice de condición; K" al momento de la captura, tomando el peso fresco (P: en gramos) y la longitud estándar (LE: en milímetros) (Tabla 1). Se aplicaron técnicas de "regresión funcional" según Ricker (1973) o regresión no lineal simple, con el programa Excel 2003 para Windows 7 (x64bits). Los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) corresponden a la regresión no lineal. Otros cálculos se realizaron siguiendo a Sokal & Rohlf (1979).

## Resultados

El índice de Fullton en la mayoría de los casos fue próximo a tres (Tabla 1). El valor mínimo se encontró en *Pimelodella laticeps* y el máximo en *Cichlasoma dimerus*, cuyos ejemplares son extremadamente robustos. En la Tabla 1 se indican los valores de promedio aritmético (M), desviación estándar (DE), longitud estándar (LE, en mm), peso (P, en gramos) y el índice de condición (K) para cada especie.

**Tabla 1.** Valores de promedio aritmético (M) y desviación estándar (DE). Para cada especie se indica la longitud estándar (LE, en mm), el peso (P, en gramos) y el índice de condición (K).

Especie y número de ejemplares.	LE (M)	LE (DE)	P (M)	P (DE)	K (M)	K (DE)
<i>Lepidosiren paradoxa</i> (26).	438,5385	137,0782	398,2731	367,2770	3,4854	0,8042
<i>Pimelodella laticeps</i> (35).	64,3543	15,3780	4,3271	3,2186	1,3563	0,1823
<i>Corydoras paleatus</i> (40).	42,0075	12,2123	3,5673	3,0638	3,7476	0,3600
<i>Australoheros facetus</i> (30).	36,91	9,4937	2,4590	1,9959	3,903	0,6139
<i>Cichlasoma dimerus</i> (32).	56,8652	21,0262	13,4594	14,5306	4,9642	0,8381
<i>Gymnogeophagus balzanii</i> (53).	67,1057	27,1345	25,3943	39,6098	4,5034	1,5175
<i>Pseudotropheus zebra</i> (15)	51,3267	24,0808	7,3733	9,9044	3,5462	0,6255
<i>Cichlasoma biocellatum</i> (7)	70,8343	12,4735	16,3171	12,5869	3,9237	0,8417

Al dividir la muestra de *A. facetus* en dos grupos, se obtiene:

Grupo con LE de 22,8 a 39,0 mm: n= 20, K promedio= 3,6474, DE= 0,4516.

Grupo con LE de 40,0 a 57,0 mm: n= 10, K promedio= 4,3674, DE= 0,5904.

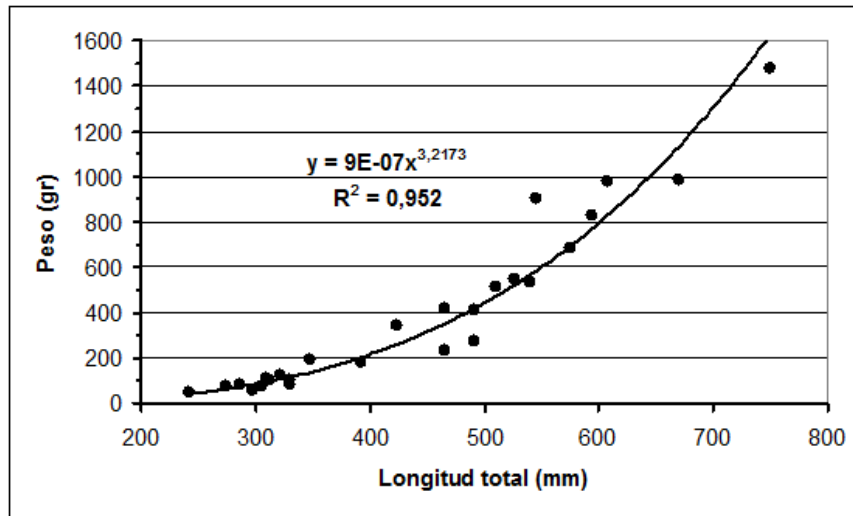
El test de diferencias del K promedio ( $t= 0,0042$ ) muestra que existen diferencias significativas entre ambos grupos ( $p<0,005$ ). El grupo de mayor LE es relativamente más pesado.

Con el uso de la ecuación de alometría, se obtuvieron las curvas de regresión entre longitud estándar (LE) y peso (P) para las siete especies estudiadas. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) e índice de correlación (r).

*Lepidosiren paradoxa* (Lepidosirenidae):  $P = 9.10^{-7} \cdot LE^{3,2173}$ ; n=26;  $R^2 = 0,9520$ .

Correlación:  $r = 0,9757$ . (Figura 1)

**Figura 1.** Ecuación de alometría en *Lepidosiren paradoxa*.



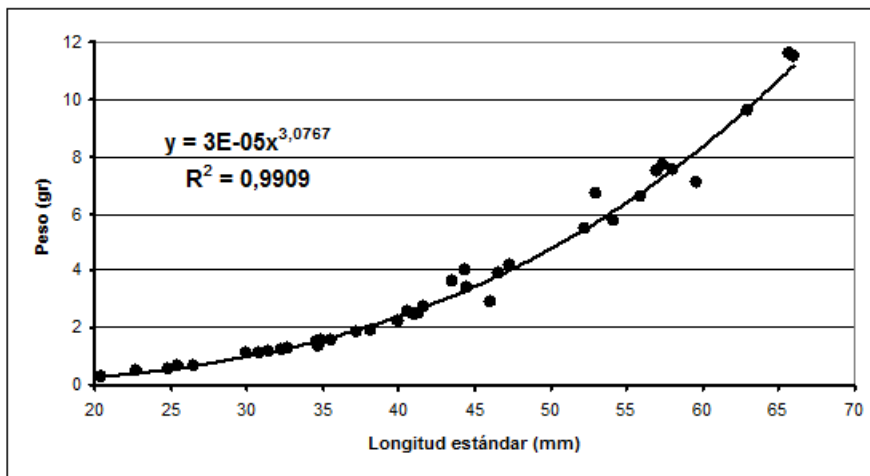
*Pimelodella laticeps* (Heptateridae):  $P = 7,4097 \cdot 10^{-6} \cdot LE^{3,1440}$ ;  $n=35$ ;  $R^2 = 0,9749$ .

Correlación:  $r = 0,9874$ .

*Corydoras paleatus* (Callichthidae):  $P = 2,6762 \cdot 10^{-5} \cdot LE^{3,0909}$ ;  $n=40$ ;  $R^2 = 0,9909$ .

Correlación:  $r = 0,9954$ . (Figura 2)

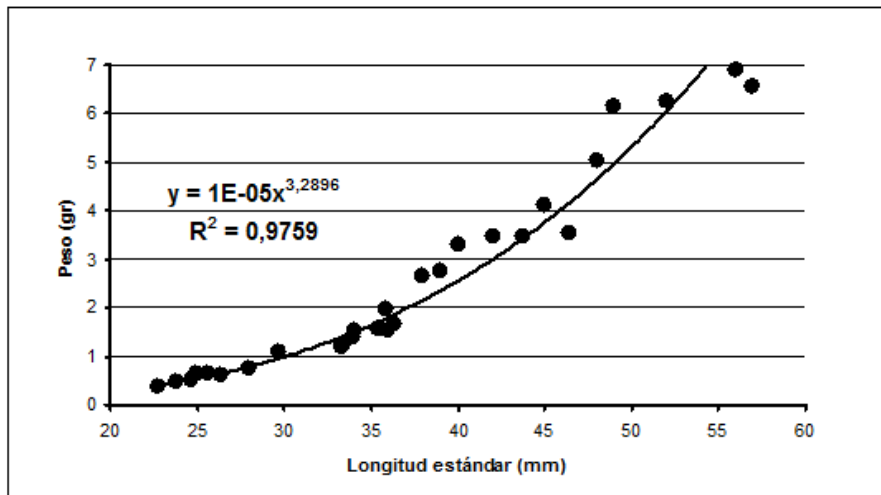
**Figura 2.** Ecuación de alometría en *Corydoras paleatus*.



*Australoheros facetus* (ex *Cichlasoma facetum*) (Cichlidae):  $P = 1,1853 \cdot 10^{-5} \cdot LE^{3,330}$ ;  $n=30$ ;  $R^2 = 0,9759$ .

Correlación:  $r = 0,9879$ . (Figura 3)

**Figura 3.** Ecuación de alometría en *Australoheros facetus*



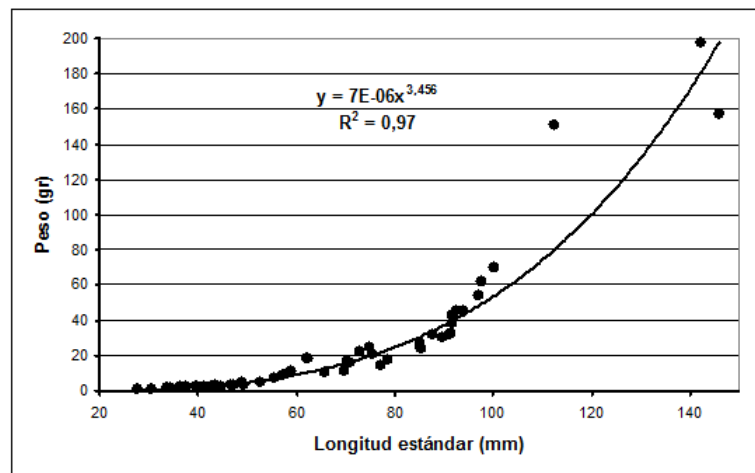
*Cichlasoma dimerus* (Cichlidae):  $P = 4.10^{-5} \cdot LE^{3,0735}$ ;  $n=32$ ;  $R^2 = 0,9826$ .

Correlación:  $r = 0,9913$ .

*Gymnogeophagus balzanii* (Cichlidae):  $P = 7.10^{-6} \cdot LE^{3,4560}$ ;  $n=53$ ;  $R^2 = 0,9700$ .

Correlación:  $r = 0,9848$ . (Figura 4)

**Figura 4.** Ecuación de alometría en *Gymnogeophagus balzanii*.



*Pseudotropheus zebra* (Cichlidae):  $P = 6.10^{-5} \cdot LE^{2,8463}$ ;  $n=15$ ;  $R^2 = 0,8919$ .

Correlación:  $r=0,9895$ .

## Discusión

Los datos muestran que en los primeros tiempos de vida *A. facetus* crece principalmente en longitud y posteriormente incrementa rápidamente de peso (Figura 3), unos pocos milímetros de aumento en la longitud estándar da como resultado una capacidad de natación mucho mayor que los otros ejemplares del grupo (Gómez & González Naya, 2005). Esto le permite alcanzar el alimento o la presa más rápidamente y escapar de los agresores, como resultado los ejemplares mayores tienen un mejor estado nutricional siendo más dominantes y competitivos. Los acuicultores de ornamentales deben estar

seleccionando permanentemente por tamaño, para mantener cada lote homogéneo. Esta observación es válida para cualquier pez ornamental. Los ejemplares de mayor longitud tienen un mayor peso relativo.

Por este motivo las mayores ventas y exportaciones de un criador de peces ornamentales son de ejemplares juveniles o pequeños, que se comercializan por unidad. Los ejemplares mayores se conservan como reproductores.

Donde hay cultivos de peces de consumo, no es necesario una selección de tallas estricta. La venta del producto es por peso fresco; la mortalidad de los más pequeños se compensa por un mayor peso de los individuos restantes.

## Conclusiones

---

En todo el territorio Argentino abundan las pisciculturas de peces de consumo o para repoblamiento, salmónidos en el sur mientras que al norte encontramos autóctonos y exóticos (tilapia y carpas), pero su tratamiento excede a este trabajo. En la provincia de Buenos Aires hay por lo menos dos criaderos de ornamentales exóticos. Uno en Marcos Paz cultiva *Carassius sp.* y *Cyprinus sp.* (Gómez y cols., 1977). El otro se dedica a principalmente a Cyprinodontiformes, utilizando aguas termales y alcalinas, en las proximidades de Bahía Blanca.

Desde la ciudad de Corrientes (27°28' LS; 58°51' LW) y hacia el norte se cultivan peces ornamentales autóctonos y exóticos, básicamente por la temperatura favorable donde la media anual es de 21° C o mayor. Además el costo del agua es mínimo.

En cultivo de peces destinados a consumo alimentario, la prioridad es: máximo peso en tiempo mínimo, estos cultivadores realizan una selección mínima de los ejemplares y en general utilizan el índice de Fullton aplicado a una sub muestra. En cultivo de ornamentales se le da prioridad a la longitud y apariencia general del ejemplar, es frecuente tener una curva longitud-peso, como referencia.

Las relaciones aquí presentadas son útiles en dos aspectos. Para los acuicultores de peces ornamentales proporciona una indicación de cómo es una calidad de producción aceptable. Para los investigadores y gestores de recursos naturales, indica las condiciones de la población en un lugar y momento, datos que pueden ser comparados con los actuales. Cuando se trata de especies endémicas protegidas de áreas restringidas se utiliza el índice de Fullton sobre pocos ejemplares adultos, como *Gymnocharacinus bergi* (Gómez, obs. pers.). En el caso de especies autóctonas como *Salminus brasiliensis*, que fueron sobre explotadas comercialmente las poblaciones se controlan con la ecuación de alometría.

Actualmente los ejemplares de valor ornamental oriundos de Argentina, tienen escaso valor en el mercado internacional, debido a que fueron exportados hace muchísimo tiempo, perdiendo competitividad, y actualmente son muy frecuentes en los criaderos del sud este asiático. Este comercio se ha centralizado en Taiwán, con eventuales escalas en Sud África.

Hay una gran cantidad de variedades híbridas y transgénicas de peces. Los datos que aquí se presentan, por ser de poblaciones naturales datadas y georeferenciadas, son esenciales para manejos de recursos naturales y acuicultura ornamental o de repoblamiento.

## Bibliografía

1. Bertalanffy L. von, (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de cultura económica, México, 311 pp.
2. Camara E.M., Caramaschi E.P. & Petry A.C. (2011). Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. *Oecologia Australis* 15(2): 249-274.
3. Castello H., (1972). *Cichlasoma facetum*. Un cíclido de Buenos Aires y sus alrededores. *Vida acuática* 11: 367-371.
4. De Yañiz J. M., (1968). *Acuarios, plantas y peces*. (Octava Edición). Editorial Americalee Buenos Aires, 335 pp.
5. Frey H., (1961), *Illustrated dictionary of tropical fishes*. TFH Publ. Inc., New York, 768 pp.
6. Froese R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4): 241-253.
7. Gómez S.E. & J. González Naya, (2005). Nuevos datos experimentales sobre la velocidad de natación de *Cichlasoma facetum* (Pisces, Cichlidae). *Dahlia* (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.), Bogotá, 8: 19-23.
8. Gómez S.E., Cassará H. & S. Bordone, (1994). Producción y comercialización de los peces ornamentales en la República Argentina. *Revista de Ictiología* (Corrientes) 2/3 (1/2): 13-20.
9. Gómez S.E., (2015 en prensa). Temperatura del agua continental y su influencia en la cuenca del Río de La Plata. *Rev. Mus. Arg. Ciencias Naturales* (n.s.), Buenos Aires, 17(1) **en prensa**.
10. Gómez S.E., Ferré H., Cassará H. & S. Bordone, (1997). Cultivo de peces ornamentales (*Carassius auratus* y *Cyprinus carpio*) en sistemas semiintensivos en la Argentina. *Aquatec* (4): 1-7.
11. Huxley J. S. & G. Teisser, (1936). Terminology of relative growth. *Nature* 137(9), 780-781.
12. Laevastu T., (1980). Manual y métodos de biología pesquera. Ed. Acribia, Madrid, 243 p.
13. Margalef R., (1983). *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona, 1010 pp.
14. Nash R., Valencia A. & A. Geffen, 2006. The origen of Fullton's factor setting the record straight. *Fisheries* 31 (5): 236-238.
15. Pauly D., (1984). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Tec. Pesca 224: 49 pp.
16. Ricker W.E., (1973). Linear regression in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.* 30: 409-434.
17. Sokal R.R. & F.J. Rohlf, (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume Ediciones, Madrid, 832 pp.
18. Sverlij S.B.; A. Espinach Ros & G. Ortí. (1993). Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1847). *FAO Fish. Sinop.* (154): 1-64.
19. Weatherley A.H., (1972). *Growth and ecology of fish populations*. Academic Press, New York, 293 pp