

## DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL *PIARACTUS MESOPOTAMICUS* (PACU) Y *COLOSSOMA MACROPOMUM* (TAMBAQUÍ), A TRAVÉS DE LA MORFOMETRÍA, SELECCIONADOS POR EL "Z-SCORE"

## MORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF *PIARACTUS MESOPOTAMICUS* (PACU) AND *COLOSSOMA MACROPOMUM* (TAMBAQUÍ), THROUGH THE MORPHOMETRY, SELECTED BY "Z-SCORE"

Langioni Junior, G.<sup>1</sup> Tse, M.C.P.<sup>1</sup> Tse, H.G.<sup>2</sup>, Padovani, C.R.<sup>3</sup> Aragón, F.F.<sup>3</sup>, Tse, M.L.P.<sup>4</sup> De Tófoli, C.A.<sup>4</sup> y Candeloro, L.<sup>1</sup>

1. Departamento de Morfología, Instituto de Biociencias, UNESP, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: morfología@ibb.unesp.br; 2. Departamento de Morfología, Instituto de Biociencias, UNESP, Botucatu, Brasil y Universidade de Marília, SP, Brasil; 3. Departamento de Bioestadística, Instituto de Biociencias, UNESP, Botucatu, SP, Brasil; Estudiante Zootecnia, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

### RESUMEN

El presente trabajo tiene el objetivo de establecer una descripción morfológica del pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) y del tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) durante el desarrollo. Los ejemplares fueron colectados en el CEPTA, Pirassununga, Brasil, a los 35, 60 y 90 días de edad, las cuales corresponden al período de alevinaje. Los alevinos fueron seleccionados de acuerdo a la longitud promedio total. 11 medidas corporales fueron sometidas a la metodología de selección, basada en el Estadístico "Z". Los resultados obtenidos a través del análisis morfométrico, mostraron que el pacu creció más y obtuvo un peso mayor, a partir de los 60 días. Esta característica va acentuándose hasta los noventa días, dando al pacu una biomasa mucho mayor al final del alevinaje. La metodología permitió observar el crecimiento comparativo entre las dos especies, dando a cada una un patrón taxonómico propio.

### SUMMARY

The purpose of the present study is to establish a morphologic description of the pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) and the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) during early life stages fry of 35, 60 and 90 days old. Specimens were obtained from CEPTA, Pirassununga, Brasil. 11 body dimensions were subjected to the "Z-score" selection method. Specimens 60 days old showed that pacu's increases in size and weight higher than tambaqui. This feature is even more prominent in subsequent growth. At the end of the raising period (90 days) fry of pacu's have comparable greater biomass. The method applied allowed the appreciation of comparative growth between species, providing a specific taxonomic pattern for each one.

**Palabras Clave:** "Estadístico Z", Morfometría, *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, desarrollo.

**Keywords:** "Z-score", Morphometry, *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, development.

### INTRODUCCIÓN

Innumerables investigaciones vienen siendo realizadas con las especies de los géneros *Colossoma* y *Piaractus* en las áreas de productividad (Cestarolli y Col., 1984; Woynarovich, 1991). Mientras tanto, trabajos en áreas afines como reproducción, desarrollo embrionario y larval no son encontrados con frecuencia.

Por lo tanto un estudio que aporta datos biológicos sobre la morfología de esas especies, durante

el período de desarrollo, en diferentes etapas, será una contribución en el campo de la piscicultura y verdaderamente de interés económico.

En la intención de alcanzar este objetivo, el presente trabajo presenta un estudio morfométrico de las características morfológicas externas del pacu (*Piaractus mesopotamicus*) y tambaqui (*Colossoma macropomum*), durante el alevinaje, período que caracteriza el paso de la etapa larval a la juvenil.

## MATERIALES Y METODOS

Los alevinos fueron colectados en diferentes etapas del desarrollo (35, 60 y 90 días de edad) en el CEPTA (Centro de Investigación y Entrenamiento en Acuicultura), Pirassununga, Brasil, en los meses de marzo, abril y mayo de 1997, en condiciones idénticas de: temperatura del aire (22-25.2 °C, temperatura del agua (23.3-27.3 °C), Oxígeno disuelto (4.8-6.1 mg/l) y pH (6.77-7.0). Los ejemplares fueron preservados en solución de formol (10%) y fueron realizadas mediciones morfométricas de 11 variables morfométricas (Fig. 1) (Machado-Allison, 1982), con un calibrador (0.1 mm). Debido a la aleatoriedad encontrada durante la colecta de los alevinos en una misma etapa de desarrollo fue necesario usar una metodología para la obtención de una muestra homogénea sin pérdida de la heterogeneidad ambiental. La metodología se fundamentó en la distribución de la probabilidad normal según la variable del "estadístico Z" (Pacheco de Souza, 1991) con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

donde X= valor observado,  $\bar{X}$ = promedio y S= desviación estándar.

Después de la estandarización fueron seleccionados 121 ejemplares de tambaqui y 109 ejemplares de pacus de 35 días; 93 tambaquis y 118 pacus de 60 días y 90 tambaquis y 39 pacus de 90 días.

Además de las medidas morfológicas, los alevinos fueron pesados en una balanza digital (0.01 g). Los datos obtenidos (morfología y peso) fueron calculados el promedio y la desviación estándar para cada una de las variables. Utilizando las desviaciones estándar de cada variable se calculó el límite de confianza para cada uno de los promedios aritméticos ( $\bar{X}$ ) mediante la fórmula:

$$IC \text{ promedio} = \frac{\bar{X} \pm t \cdot S}{\sqrt{n}}$$

donde  $\bar{X}$  es el promedio muestral de los valores observados; S= desviación estándar de la muestra, n = el número de ejemplares considerados y t el cuantil del orden 100(1-x)% de la distribución de t de Student con (n-1) grados de libertad (Padovani, 1995).

## RESULTADOS

Los datos obtenidos se encuentran en las Tablas 1 y 2. Una visualización morfológica dada por las variables morfométricas y sus límites de confianza,

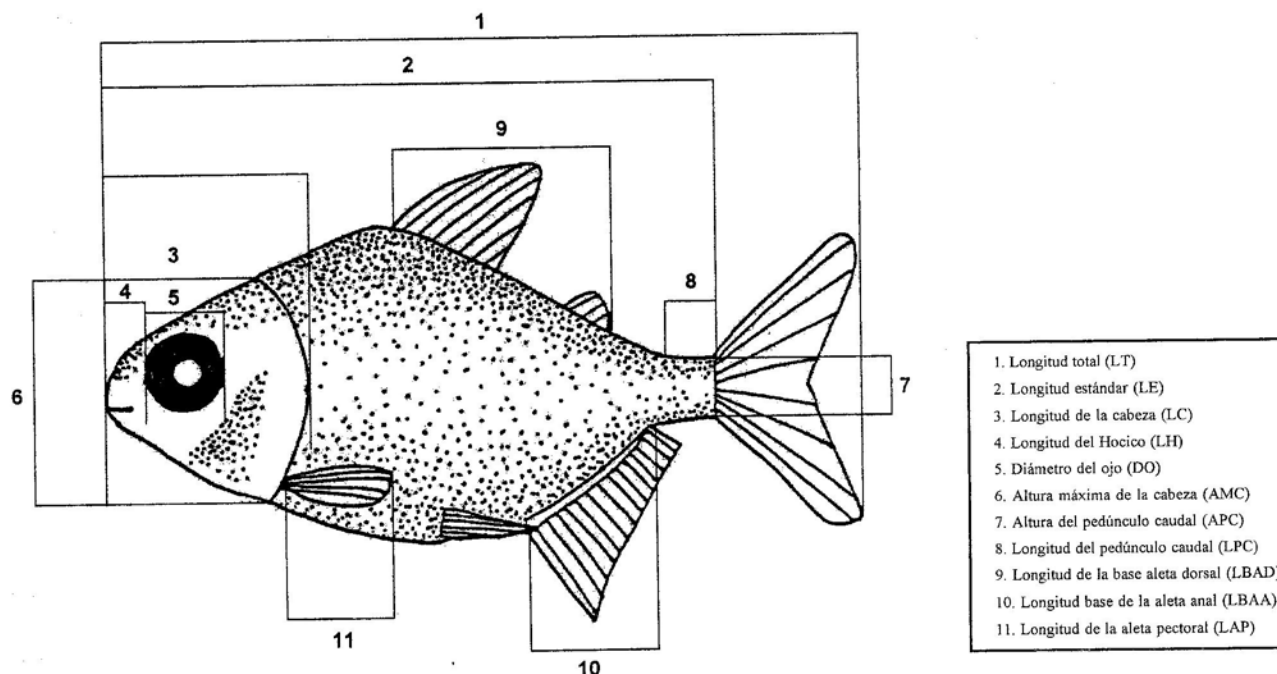


Figura 1. Esquema de medición de las variables morfométricas.

**Tabla 1.** Límites de confianza para los promedios de las diferentes variables morfométricas del tambaqui (*Colossoma macropomum*) en los tres períodos de crecimiento.

| Variables | PERÍODO DE CRECIMIENTO |        |        |        |        |        |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | 35                     |        | 60     |        | 90     |        |
|           | LI                     | LS     | LI     | LS     | LI     | LS     |
| LT        | 27.955                 | 28.497 | 37.474 | 37.952 | 40.323 | 40.941 |
| LE        | 21.549                 | 21.988 | 28.738 | 29.170 | 30.831 | 31.433 |
| LC        | 7.686                  | 7.863  | 10.257 | 10.447 | 10.706 | 10.991 |
| LH        | 1.637                  | 1.700  | 2.175  | 2.224  | 2.247  | 2.361  |
| DO        | 2.659                  | 2.742  | 3.518  | 3.616  | 4.209  | 4.345  |
| AMC       | 7.504                  | 7.738  | 10.057 | 10.375 | 10.309 | 10.583 |
| APC       | 2.011                  | 2.093  | 2.433  | 2.551  | 2.443  | 2.571  |
| LPC       | 2.366                  | 2.490  | 3.488  | 3.631  | 3.949  | 4.115  |
| LBAD      | 7.944                  | 8.146  | 10.754 | 11.035 | 11.716 | 12.042 |
| LBAA      | 5.388                  | 5.552  | 7.339  | 7.556  | 7.683  | 7.909  |
| LAP       | 3.020                  | 3.172  | 4.752  | 4.988  | 5.286  | 5.566  |
| PESO      | 0.249                  | 0.271  | 0.711  | 0.751  | 0.871  | 0.945  |

**Tabla 2.** Límites de confianza para los promedios de las diferentes variables morfométricas del pacu (*Piaractus mesopotamicus*) en los tres períodos de crecimiento.

| Variables | PERÍODO DE CRECIMIENTO |        |        |        |        |        |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | 35                     |        | 60     |        | 90     |        |
|           | LI                     | LS     | LI     | LS     | LI     | LS     |
| LT        | 29.475                 | 30.023 | 39.921 | 40.407 | 53.818 | 55.392 |
| LE        | 23.548                 | 24.010 | 31.932 | 32.386 | 43.054 | 44.428 |
| LC        | 8.315                  | 8.479  | 11.041 | 11.236 | 14.195 | 14.841 |
| LH        | 1.860                  | 1.939  | 2.377  | 2.457  | 3.157  | 3.305  |
| DO        | 2.941                  | 3.025  | 4.038  | 4.130  | 5.269  | 5.510  |
| AMC       | 7.989                  | 8.194  | 10.988 | 11.212 | 14.989 | 15.728 |
| APC       | 2.131                  | 2.213  | 2.630  | 2.742  | 3.655  | 3.899  |
| LPC       | 2.944                  | 3.066  | 4.116  | 4.262  | 4.825  | 5.051  |
| LBAD      | 8.831                  | 9.011  | 12.124 | 12.366 | 16.668 | 17.316 |
| LBAA      | 5.996                  | 6.172  | 8.249  | 8.438  | 11.222 | 11.752 |
| LAP       | 3.999                  | 4.164  | 5.497  | 5.689  | 7.823  | 8.223  |
| PESO      | 0.291                  | 0.315  | 0.884  | 0.934  | 2.677  | 3.009  |

pueden ser observadas en las figuras 2 y 3. Los gráficos de LT (Fig. 2,1) y LE (Fig. 2,2) presentan similitudes que pueden ser observados en las otras variables. Los componentes de la cabeza, longitud de la cabeza (LC; Fig. 2,3), longitud del hocico (LH; 2,4), el diámetro del ojo (DO; Fig. 2,5) y altura máxima de la cabeza (AMC; Fig. 2,6) y los componentes del cuerpo: altura del pedúnculo caudal (APC; Fig. 3,7), longitud de la base de la aleta dorsal (LBAD; Fig. 3,9), longitud de la base de la aleta anal (LBAA; Fig. 3,10) y longitud de la aleta pectoral (LAP; Fig. 3,11) presentan una mayor crecimiento en el pacu que en el tambaqui, en los tres períodos, mostrando un patrón similar de crecimiento en los moldes de LT y LE. Aunque exista una semejanza de crecimiento de LT y LE entre el pacu y el tambaqui de los 35 a los 60 días, las variables del pacu en esta primera fase del alevinaje presentan un desarrollo siempre mayor. Se observa que esa diferencia de crecimiento entre el pacu y el tambaqui está acompañada por las otras variables, indicando una interdependencia entre las partes morfológicas analizadas. Esta proporcionalidad de crecimiento de las partes en relación al todo es observada hasta los 60 días, cuando se nota un acentuado desarrollo del pacu, bosquejando una característica diferencial entre estas dos especies hasta el fin del alevinaje. Entre esas variables, el LPC (Fig. 3,8) y principalmente el peso (Fig. 3,12) se convierten en diferenciador, proyectando a partir de los 60 días, un ejemplar más robusto para el pacu al final del alevinaje.

## DISCUSION

Las variables morfológicas evaluadas a través de la morfometría muestran que los alevinos del pacu (*Piaractus mesopotamicus*) y del tambaqui (*Colossoma macropomum*) exhiben características propias, deliniendo un perfil propio para cada etapa. Tanto el pacu como el tambaqui entran en la etapa de alevinaje, presentando similitud en las once variables morfológicas evaluadas y peso (35 días) (Figs. 2 y 3). Esta semejanza de crecimiento es observada hasta los 60 días, período en el cual el pacu comienza con un desarrollo más rápido que el tambaqui.

A partir de los 60 días, la dinámica del crecimiento de todas las variables analizadas se van

acentuando presentando el pacu una robustez mucho mayor al final del alevinaje. Esta característica se hace más evidente con el aumento de peso del pacu (Fig. 3,12) a los 90 días. Esta diferencia de crecimiento, durante el alevinaje puede estar asociadas a factores ambientales naturales, como la temperatura y la alimentación. Experiencias realizadas en el campo de la alimentación y de la nutrición muestran resultados diferentes en cuanto al aprovechamiento del alimento (Carneiro y Col., 1984 a, b, c; Da Silva y Col., 1984 a,b, Merola y Cantelmo, 1987; Menton y Col., 1989). Entre los autores que trabajaron en condiciones similares (Araujo, 1989; Bezerra-Silva y Gurgel, 1989), los resultados encontrados también son diferentes, indicando para el pacu una capacidad de adaptación mucho más favorable y tolerante que en el tambaqui, sobre todo en lo que se refiere a la temperatura. Según Malca (1989) el tambaqui tiene poca capacidad de adaptación a las condiciones de cultivo, donde la temperatura del agua está por debajo de 24 °C. En nuestro caso, la respuesta de crecimiento frente a la temperatura fue diferente en las dos especies debido a que ambas fueron colectadas en condiciones idénticas, lo que hace suponer un factor intrínseco (genético) entre estas dos especies.

Recientes estudios, relacionando gastos metabólicos y producción somática (eficiencia de crecimiento) sugieren que esas dos características biológicas son independientes de la temperatura para embriones en desarrollo (Paloheimo y Dickie, 1966; Houde, 1989; Houde y Zastrow, 1993) mientras que en las etapas posteriores, la influencia de la temperatura se hace sensible (Ellios, 1976; Brett y Groves, 1979; Wootton, 1990). Kamler (1992) sugiere que el lento desarrollo del sistema digestivo, en etapas no embrionarias puede estar relacionado a la temperatura, disminuyendo la capacidad de asimilación debido a la rápida evacuación y pérdida de enzimas en las heces (Hofer y Nasir Uddim, 1985; Kock y Hoe, 1989) pudiendo ser en nuestro caso, una respuesta diferencial genética de las especies en condiciones de cultivo.

Es posible que esta diferencia de comportamiento en el desarrollo entre el pacu y el tambaqui durante el período de alevinaje, sea dependiente del proceso de adaptación de esas especies al medio ambiente.

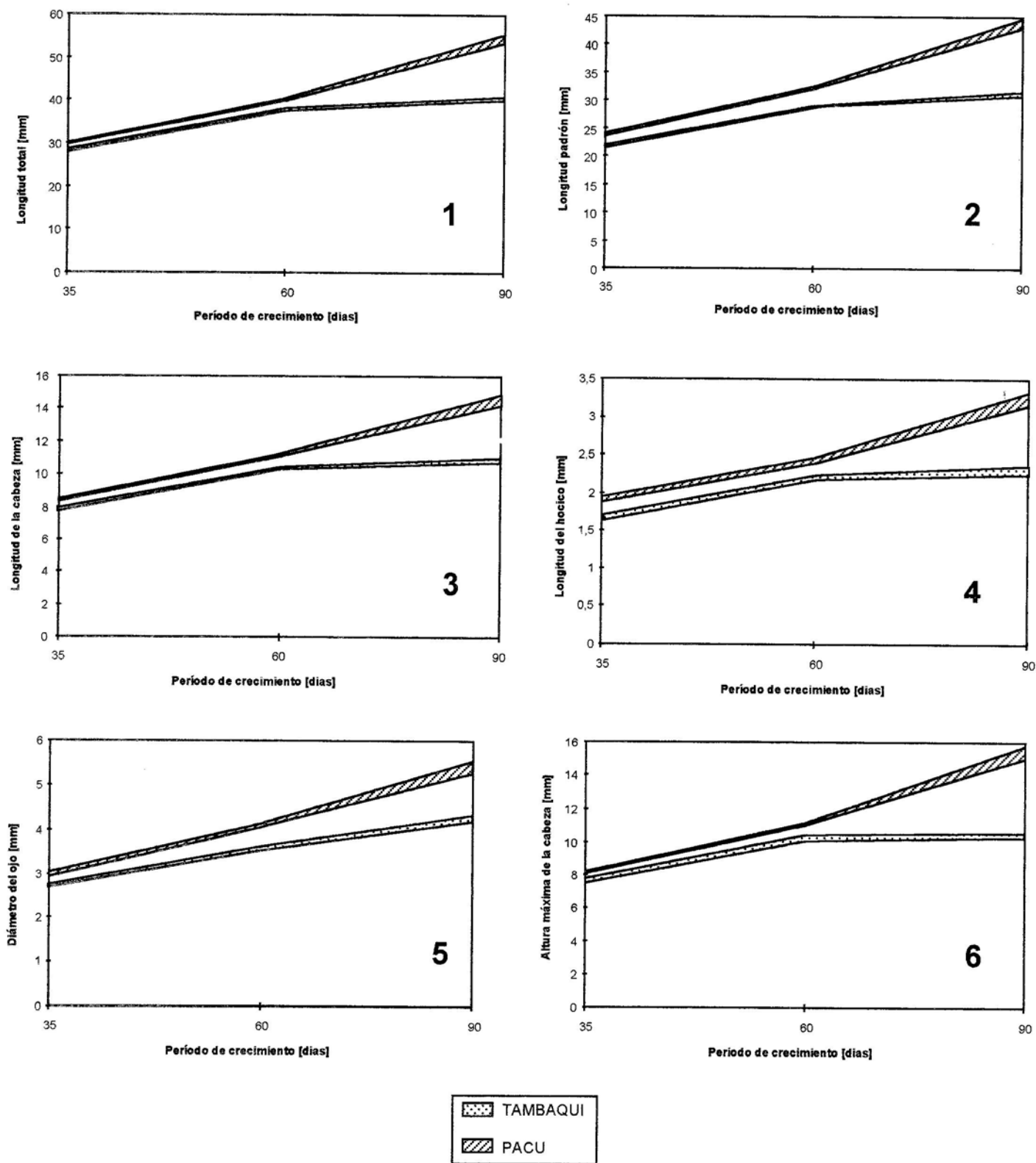


Figura 2. Límites de confianza de los promedios de las variables morfométricas del pacu y tambaqui, en los tres periodos de crecimiento. 1. LT; 2. LE; 3. LC; 4. LH; 5. DO; 6. AMC.

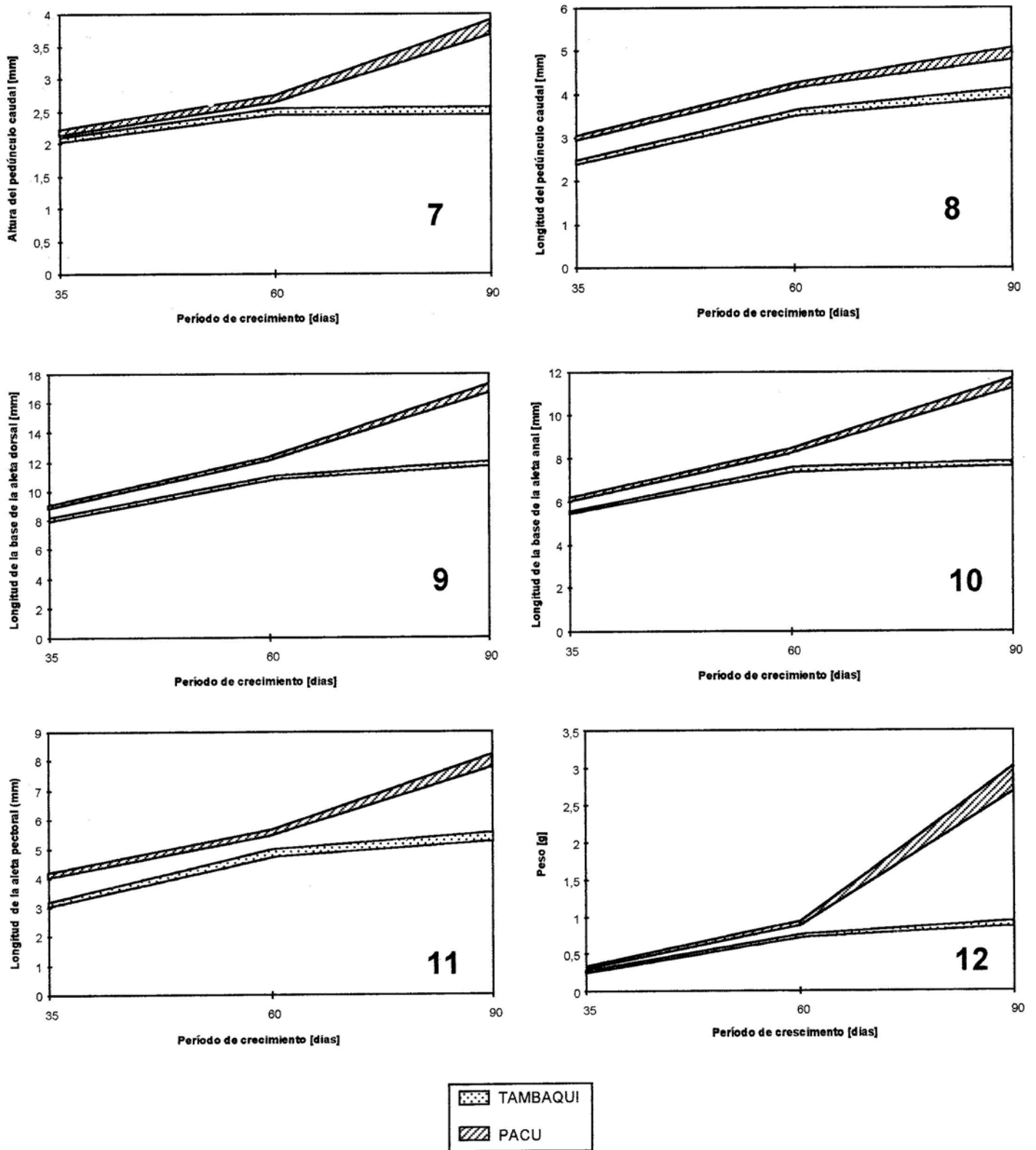


Figura 3. Límites de confianza de los promedios de las variables morfométricas del pacu y tambaqui, en los tres períodos de crecimiento. 7. APC; 8. LPC; 9. LBAD; 10. LBAA; 11. LAP; 12. P (=peso).

## HOUDE, E.D. Y C.E. ZASTROW

1993. Ecosystem- and taxon specific dynamic and energetic properties of larvae fish assemblages. *Bull. Mar. Sciences*, 53:290-335.

## KAMLER, E.

1992. *Early life History of Fish*. Chapman & Hall, London.

## KOCK, G. Y R. HOEFER

1989. The effect of natural and artificial diets upon tryptic activity of roach (*Rutilus rutilus* L.) and whitefish (*Coregonus* sp) larvae. *Pol. Archi. Hidrobiol.*, 36:443-453.

## MACHADO-ALLISON, A.

1982. estudios sobre la subfamilia Serrasalminae. Parte I. Estudio comparado de los juveniles de las cachamas de Venezuela (géneros *Colossoma* y *Piaractus*). *Acta Biol. Venez.*, 11(3): 1-102.

## MALCA, R.P.

1989. Situación del cultivo de *Colossoma* en Panamá. In: Hernández, A. (ed) *Cultivo de Colossoma*. Bogota, Guadalupe: 9-12.

## MENTON, D., O.A. CANTELMO Y J.A. SOUZA

1989. Nutricao. In: Hernández, A. (ed) *Cultivo de Colossoma*. Bogota, Guadalupe: 9-12.

## MEROLA, N. Y O. A. CANTELMO

1987. Growth, feed conversion and mortality of cage-reared tambaqui *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture*, 66: 2-233.

## NELSEN O.E.

1953. *Comparative Embriology of Vertebrates* Blakinston, New York: 982.

## PACHECO DE SOUZA, J.M.

1991. A distribuicao de probabilidade normal e seu uso em situaçoes empiricas; a variável padronizada Z ("Z SCORE"). *Rev. Bras. Saúde Ocup.*, 19:17-20.

## PADOVANI, C.R.

1995. Estadística na metodologia da investigación científica. Botucatu: Unesp, pp. 22.

## PALOHEIMO, J.E. Y L.M. DICKIE

1966. Food and growth of fishes. III. Relation among food, body size and growth efficiency. *J. Fish. Res. Board Can.*, 23: 1209-1248.

## WIESER, W.

1994. Cost of growth in cells and organisms: general rules and comparative aspects. *Biol. Rev.*, 68:1-33.

## WOOTTON, R.J.

1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London, 440 pp.

## WOYNAROVICH, E.

1991. The hydroelectric power plants and fish fauna. *Verb. Internat. Verein. Limnol.*, 24:2531-2536.