

ESTUDIO BIOMETRICO PARA ESTIMAR EL TAMAÑO Y PESO DE LOS PECES A PARTIR DE LAS DIMENSIONES DE SUS OTOLITOS*

*Lauce Rubén Freyre** y Sara M. Mollo ****

Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet"

Calle 43 nro. 417 - 1900 La Plata

Prov. Buenos Aires , Argentina

RESUMEN

Freyre, L. R. y S.M. Mollo. 1987. Estudio biométrico para estimar el tamaño y peso de los peces a partir de las dimensiones de sus otolitos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 18 (2): 145 - 154 .

Para explorar la posibilidad de estimar cuantitativamente la dieta de aves ictiófagas mediante el rescate de otolitos, se estudian regresiones entre talla de los peces y longitud de los otolitos y entre el peso de los peces y dicha longitud, para quince especies de la Laguna Chascomún (Buenos Aires, Argentina). Se analiza la varianza de las estimaciones, su comparación sugiere que es posible la aplicación del método.

ABSTRACT

Freyre, L. R. & S. M. Mollo. 1987. Biometrical study to estimate the size and weight of fishes from otoliths measurements. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 18, (2): 145 - 154.

The goal of this paper is to bring a quantitative reliable method to estimate the size and weight of different fish species from previous measurements of their otoliths. By this way, it is possible to describe the diet of ichthyophagus birds from the measurements of the otoliths detected in their guts. Regression were made between otoliths size and standard length and weight of fifteen fish species from Chascomús Pond, Buenos Aires, Argentina.

* Contribución Nro. 265 del ILPLA (Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet") de La Plata (Prov. Bs. As).

** Investigador Independiente CONICET.

*** Técnico Profesional Adjunto CONICET.

INTRODUCCION

Uno de los mayores inconvenientes en el estudio de la alimentación de las aves ictiofagas es que, en general, se recuperan de los estómagos pocos restos macroscópicos de difícil adjudicación específica.

El rescate de un número considerable de otolitos por ave ha permitido, además de una identificación confiable³, demostrar la posibilidad de determinar el largo y peso de los peces a partir de las longitudes de sus otolitos, con una buena aproximación.

MATERIAL Y METODOS

El material consistió en peces obtenidos de la laguna Chascomús, entre octubre de los años 1979 y 1982, mediante diversas técnicas de pesca, de los cuales se seleccionaron individuos cuyos tamaños pudieran corresponder a los que resultan comidos por las aves ictiofagas. En algunos casos, cubren el rango total de variabilidad de la especie, y en otros, se concentran en las tallas menores.

Las especies consideradas fueron²: *Loricariichthysanus* (Valenciennes, 1840), *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842), *Parapimelodus valenciennesi* (Kröyer, 1874), *Pimelodella laticeps* Eigenmann, 1917; *Rhamdia sapo* (Valenciennes, 1840), *Myphessobrycon anisitsi* (Eigenmann, 1907), *Cheirodon interruptus interruptus* (Jenyns, 1842), *Astyanax eigenmanniorum* (Cope, 1894), *Bryconamericus iheringi* (Boulenger, 1887), *Oligosarcus jenynsi* (Günther, 1864), *Jurimata gilberti* (Quoy y Gaimard, 1824), *Jenynsia lineata lineata* (Jenyns, 1842), *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842), *Chichlasoma facetum* (Jenyns, 1842), *Gymnogeophagus australis* (Eigenmann, 1907), *Odontesthes bonariensis bonariensis* (Cuvier y Valenciennes, 1835), *Ramnogaster melanostoma limnoica* (Alonso de Arámburu, 1961).

Se intentó completar una muestra de cinco ejemplares por intervalo de 5 o 10 mm de longitud estándar según el tamaño máximo alcanzado por la especie. Esta condición no pudo cumplirse en diversos casos debido a que, como se aprovecharon muestras efectuadas con otros fines, algunas especies eran poco frecuentes con las técnicas de pesca empleadas (Cuadro 1). *Loricariichthysanus* y *Rhamdia sapo* no fueron incluidas en los cálculos por su escasa representación en la muestra.

En los ejemplares procesados se trató de disminuir todo lo posible el tiempo entre la captura y su tratamiento. No se conservaron en fijadores para evitar que la formalina atacara los otolitos y para obtener el peso húmedo correcto. Cuando fue necesario se congelaron dentro de recipientes para preservarlos de la deshidratación. El peso fresco se obtuvo con precisión de 1 mg y la longitud de 1 mm.

La extracción de los otolitos se realizó por medio de un corte frontal a la altura de la línea superior del ojo (*sagitta* y *lapillus*) y de un corte transversal a la altura de los occipitales (*asteriscus*).

En todos los casos se utilizó el par de otolitos de mayor tamaño; en los no ostariofisos: la *sagitta* y en los ostariofisos: el *lapillus* (en Siluriformes) y el *asteriscus* (en Characiformes).

Los otolitos se conservaron en seco. Su medición se realizó mediante un retículo ocular calibrado y bajo microscopio binocular estereoscópico, en el sentido del eje mayor. Se consideró como longitud del otolito la distancia entre los puntos extremos del contorno, incluidas las ornamentaciones del reborde. De acuerdo a una orientación definida³ sobre un eje horizontal, *sagitta* y *asteriscus* y sobre uno vertical, *lapillus*.

Con las dimensiones así obtenidas, se procedió a calcular las regresiones predictivas entre la longitud estándar (Lst) y la longitud media de los otolitos izquierdo y derecho (Lot) ambas en mm, así como su coeficiente de correlación (r) y los parámetros estadísticos de la distribución de cada variable:

$$Lst = a + b Lot$$

$$Lot = c + d Lst$$

Cuadro 1

Número de individuos por especie y clase de longitud estándar (mm) que integran los archivos de datos. Los números del encabezamiento corresponden a las siguientes especies: 1: *Loricariichthys anus*; 2: *Corydoras paleatus*; 3: *Parapimelodus valenciennesi*; 4: *Pimelodella laticeps*; 5: *Rhamdia sapo*; 6: *Hyphessobrycon anisitsi*; 7: *Cheirodon interruptus*; 8: *Astyanax eigenmaniorum*; 9: *Bryconamericus iheringi*; 10: *Oligosarcus jenynsi*; 11: *Curimata gilberti*; 12: *Jenynsia lineata*; 13: *Cnesterodon decemmaculatus*; 14: *Cichlasoma facetum*; 15: *Gymnogeophagus australis*; 16: *Odonthestes bonariensis* y 17: *Rhamnogaster melanostoma*.

| Long. estándar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----------------|---|---|----|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 320 - 329 | — | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 310 - 319 | 1 | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 300 - 309 | — | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 290 - 299 | — | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 280 - 289 | — | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 270 - 279 | 1 | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 260 - 269 | 1 | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 250 - 259 | — | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 240 - 249 | — | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| 230 - 239 | — | | 1 | | — | | | | | | | | | | | | |
| 220 - 229 | — | | 4 | | — | | | | | | | | | | | | |
| 210 - 219 | — | | 5 | | — | | | | | | | | | | | | |
| 200 - 209 | — | | 4 | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | |
| 190 - 199 | 1 | | 4 | | — | | | | | — | 4 | | | | | | |
| 180 - 189 | — | | 5 | | — | | | | | — | 4 | | | | | 1 | |
| 170 - 179 | 1 | | 7 | | — | | | | | — | 8 | | | | | | 3 |
| 160 - 169 | — | | 9 | | — | | | | | 2 | 7 | | | | | | 3 |
| 150 - 159 | — | | 6 | | — | | | | | — | 7 | | | 1 | | | 6 |
| 140 - 149 | — | | 2 | | — | | | | | 2 | 7 | | | 1 | | | 7 |
| 135 - 139 | 1 | | 3 | | — | | | | | | 5 | | | | | | 5 |
| 130 - 134 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| 125 - 129 | — | | 6 | | — | | | | | 2 | | | | — | | | 8 |
| 120 - 124 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | |
| 115 - 119 | 1 | | 2 | | — | | | | | 2 | | | | | | | 10 |
| 110 - 114 | | | | | | | | | | 2 | | | | — | | | |
| 105 - 109 | | | 4 | 1 | — | | | | | 3 | | | | — | | | |
| 100 - 104 | | | | — | — | | | | | 2 | 1 | | | — | | | 6 |
| 95 - 99 | | | | 1 | — | | | 1 | | 7 | | | | — | | | |
| 90 - 94 | | | 11 | 3 | — | | | 2 | | 5 | 1 | | | — | | | 8 |
| 85 - 89 | | | | 4 | — | | | 1 | | 4 | | | | — | | | |
| 80 - 84 | | | 2 | 4 | — | | | 2 | | 4 | — | | | — | | 16 | 3 |
| 75 - 79 | | | | 5 | — | | | 1 | 2 | 2 | — | | | — | | | |
| 70 - 74 | | | — | 6 | — | | | 2 | 5 | 5 | — | | | 1 | | 9 | 5 |
| 65 - 69 | | | | 6 | — | | | 8 | — | 4 | — | | | 1 | | | 6 |
| 60 - 64 | 1 | | | 3 | — | 6 | | 7 | 3 | 4 | 2 | 1 | | — | 1 | 8 | 7 |
| 55 - 59 | — | | | — | — | 8 | | 4 | 6 | 4 | — | — | | — | 6 | | 5 |
| 50 - 54 | 3 | | | — | — | 4 | | 2 | 6 | 4 | 2 | 6 | | 4 | 6 | | 5 |
| 45 - 49 | — | | | — | — | 3 | 10 | 5 | 7 | 7 | 1 | 9 | | 11 | 5 | | 6 |
| 40 - 44 | 5 | | | 2 | — | 1 | 12 | 5 | 9 | 1 | 1 | 13 | | 9 | 5 | | 7 |
| 35 - 39 | 2 | | | 6 | — | 4 | 10 | 4 | 6 | — | — | 9 | | 3 | 3 | | 7 |
| 30 - 34 | 2 | | | 4 | — | 4 | 10 | 5 | 6 | — | — | 10 | | 6 | | 8 | 6 |
| 25 - 29 | 2 | | | 4 | — | 1 | 8 | — | 1 | — | — | 17 | 10 | 3 | | | 7 |
| 20 - 24 | | | | 2 | — | | 10 | — | 1 | — | — | 18 | 23 | 1 | | 1 | 4 |
| 15 - 19 | | | | | — | | 4 | — | — | — | — | 9 | 27 | — | | | |
| 10 - 14 | | | | | — | | | — | — | — | — | 1 | 8 | — | | | |
| 5 - 9 | | | | | — | | | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 0 - 4 | | | | | — | | | — | — | — | — | — | — | — | | | |

Dado que se trata de una típica regresión de extremo abierto, siguiendo a Ricker⁴, se procedió a calcular la regresión funcional:

$$L_{st} = u + v Lot$$

y la varianza de una estimación de L_{st} , hecha por medio de esta regresión, para un valor dado de Lot :

$$S^2_{L_{st}, Lot} = S^2_{L_{st}} (1 - r^2) + (1 - r)^2 v^2 (Lot' - \overline{Lot})^2$$

donde Lot' es el valor para el que se efectúa la estimación. Llamando:

$$A = S^2_{L_{st}} (1 - r^2) \text{ y } B = (1 - r)^2 v^2$$

queda:

$$S^2_{L_{st}, Lot} = A + B (Lot' - \overline{Lot})^2$$

Dado que las regresiones expuestas fueron, en todos los casos, regresiones lineales simples y según la literatura¹ en las especies estudiadas se cumple la relación exponencial entre longitud estándar y peso (W), se puede suponer que se cumplirá:

$$W = f Lot^g$$

que se podrá estimar mediante la transformación logarítmica:

$$\ln W = g \ln Lot + \ln f$$

Se obtuvieron, entonces, como antes

$$\ln W = a + b \ln Lot$$

$$\ln Lot = c + d \ln W$$

así como

$$\ln W = u + \ln Lot$$

que es la expresión funcional. La varianza de una estimación de $\ln W$ hecha por medio de esta regresión para un valor dado Lot' resulta:

$$S^2_{\ln W, Lot} = S^2_{\ln S} (1 - r^2) + v^2 (1 - r)^2 (\ln Lot' - \overline{\ln Lot})^2$$

Llamando

$$A = S^2_{\ln W} (1 - r^2) ; B = v^2 (1 - r)^2$$

se obtiene

$$S^2_{\ln W, Lot} = A + B (\ln Lot' - \overline{\ln Lot})^2$$

Cuadro 2

Parámetros de las regresiones longitud estándar y longitud del otolito, siendo: N: número de ejemplares; a, b, c, y d: constantes de las ecuaciones de regresión; r: coeficiente de correlación; u y v: constantes de la ecuación funcional; A y B: constantes de la ecuación para determinar la varianza estimada. Lot: promedio de la longitud de los otolitos.

| Especie | N | Reango | Lot | a | b | c | d | r | u | v | A | B | Lot |
|-----------------------------------|-----|-----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|--------|
| <i>Corydoras paleatus</i> | 15 | 0,77/1,34 | -14,9452 | 55,2199 | 0,3687 | 0,0158 | 0,0158 | 0,9327 | -19,0279 | 59,2069 | 13,9592 | 15,8965 | 1,0240 |
| <i>Parsipmelodus valenciennes</i> | 75 | 1,71/3,80 | -29,8300 | 70,3908 | 0,5299 | 0,0135 | 0,0135 | 0,9756 | -35,4313 | 71,8213 | 87,9660 | 3,0710 | 2,6251 |
| <i>Pimelodella laticeps</i> | 51 | 0,55/3,36 | -3,4983 | 30,7742 | 0,2266 | 0,0307 | 0,0307 | 0,9715 | -3,9869 | 31,2214 | 30,5811 | 0,7918 | 2,1214 |
| <i>Hypheobrycon anissti</i> | 31 | 0,83/1,85 | -1,3026 | 35,5617 | 0,1223 | 0,0264 | 0,0264 | 0,9684 | -2,9431 | 36,7215 | 7,9038 | 1,3465 | 1,4145 |
| <i>Cheirodon interruptus</i> | 64 | 0,27/1,50 | 2,8122 | 33,1605 | 0,0451 | 0,0264 | 0,0264 | 0,9356 | 0,6272 | 35,4448 | 11,1277 | 5,2183 | 0,9565 |
| <i>Astyanax eigenmanniorum</i> | 49 | 0,94/2,73 | -5,9643 | 37,6415 | 0,2941 | 0,0242 | 0,0242 | 0,9543 | -9,2470 | 39,6430 | 26,2587 | 3,2822 | 1,6765 |
| <i>Brydonamericus iheringi</i> | 52 | 0,60/1,65 | -5,0565 | 53,2025 | 0,1845 | 0,0170 | 0,0170 | 0,9498 | -7,4226 | 55,2460 | 16,8850 | 7,6915 | 1,0085 |
| <i>Oligosarcus jenkinsii</i> | 66 | 1,12/4,32 | 3,2067 | 38,5841 | 0,0551 | 0,0244 | 0,0244 | 0,9706 | 2,3516 | 39,8159 | 57,8449 | 1,3703 | 2,2989 |
| <i>Curimata gilberti</i> | 53 | 1,89/7,11 | -10,9113 | 29,7266 | 0,5727 | 0,0322 | 0,0322 | 0,9790 | -20,3894 | 31,3994 | 62,5256 | 0,4348 | 5,3134 |
| <i>Jenynsia lineata</i> | 93 | 0,35/1,85 | 1,3000 | 29,6690 | 0,0147 | 0,0319 | 0,0319 | 0,9731 | -0,5878 | 31,7780 | 7,2780 | 0,7307 | 1,0605 |
| <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> | 68 | 0,31/0,66 | 0,2294 | 41,2301 | 0,0563 | 0,0211 | 0,0211 | 0,9318 | -1,3330 | 44,4538 | 2,1544 | 9,1915 | 0,4638 |
| <i>Cichlasoma facetum</i> | 45 | 1,13/6,40 | -8,1944 | 25,1805 | 0,3930 | 0,0383 | 0,0383 | 0,9821 | -4,9865 | 23,6760 | 24,2963 | 0,1796 | 2,2308 |
| <i>Gymnogeophagus australis</i> | 34 | 1,52/2,92 | -5,0790 | 25,7707 | 0,4669 | 0,0334 | 0,0334 | 0,9281 | -8,7502 | 27,4273 | 13,0634 | 3,8889 | 2,1441 |
| <i>Odontheistes bonariensis</i> | 110 | 0,39/4,51 | 13,5923 | 37,7122 | -0,2899 | 0,0258 | 0,0258 | 0,9860 | 6,7895 | 39,1644 | 47,3419 | 0,3006 | 2,1710 |
| <i>Rhamnogaster melanostoma</i> | 73 | 0,54/2,16 | 0,7784 | 38,8610 | 0,0270 | 0,0249 | 0,0249 | 0,9832 | -0,3592 | 39,8260 | 8,1960 | 0,4477 | 1,3202 |

Cuadro 3

Parámetros de las regresiones logarítmicas de peso (gr) y logaritmo de longitud del otolito (mm), siendo: N: número de ejemplares; a, b, c y d: constantes de las ecuaciones de regresión; r: coeficiente de correlación; u y v: constantes de la ecuación de regresión funcional; A y B: constantes de la ecuación para determinar la varianza estimada. \log Lot: promedio de los logaritmos de las longitudes de los otolitos

| Especie | N | a | b | c | d | r | u | v | A | B | In Lot |
|------------------------------------|-----|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|-----------|---------|
| <i>Corydoras paleatus</i> | 15 | 0,9565 | 4,0638 | -0,2075 | 0,2181 | 0,9415 | 0,9539 | 4,3162 | 0,06042 | 0,0637551 | 0,0103 |
| <i>Parapimelodus valenciennesi</i> | 75 | 0,3636 | 3,7943 | -0,0300 | 0,2468 | 0,9677 | 0,2136 | 3,9107 | 0,05371 | 0,0177936 | 0,9386 |
| <i>Pimelodella laticeps</i> | 51 | -0,8832 | 3,0306 | -0,3114 | 0,3128 | 0,9736 | -0,8827 | 3,0673 | 0,08918 | 0,0065572 | 0,6740 |
| <i>Hypthessobrycon anisitsi</i> | 31 | -0,0160 | 3,1974 | 0,0291 | 0,2889 | 0,9611 | -0,0575 | 3,3267 | 0,04795 | 0,0050340 | 0,3210 |
| <i>Cheirodon interruptus</i> | 64 | 0,0310 | 2,3842 | -0,0323 | 0,3178 | 0,8705 | -0,4450 | 2,7389 | 0,21021 | 0,0459320 | -0,1905 |
| <i>Astyanax eigenmanniorum</i> | 89 | -0,1461 | 3,3284 | 0,0682 | 0,2838 | 0,9719 | -0,1900 | 3,4338 | 0,04724 | 0,0092021 | 0,4821 |
| <i>Bryconamericus iheringi</i> | 52 | 0,9567 | 3,8848 | -0,2216 | 0,2302 | 0,9577 | 0,9384 | 4,1298 | 0,07132 | 0,0030517 | -0,0170 |
| <i>Oligosarcus jenynsii</i> | 66 | 0,0405 | 3,1523 | 0,0165 | 0,3054 | 0,9812 | 0,1189 | 3,1512 | 0,04275 | 0,0035097 | 0,7754 |
| <i>Curimata gilberti</i> | 53 | -1,2930 | 3,6168 | 0,3899 | 0,2694 | 0,9872 | -1,6840 | 3,8408 | 0,03518 | 0,0023169 | 1,6323 |
| <i>Jenynsia lineata</i> | 93 | -0,3194 | 2,9199 | 0,1024 | 0,3220 | 0,9686 | -0,2926 | 3,1006 | 0,08541 | 0,0094787 | -0,0077 |
| <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> | 68 | 0,3775 | 3,0045 | -1,1897 | 0,3006 | 0,9504 | 0,5005 | 3,1762 | 0,03790 | 0,0238187 | -0,7873 |
| <i>Cichlasoma facetum</i> | 45 | -1,3280 | 3,6822 | 0,3686 | 0,2657 | 0,9891 | -1,1299 | 3,4548 | 0,03371 | 0,0013181 | 0,7255 |
| <i>Gymnogomphagus australis</i> | 34 | -1,1549 | 3,6705 | 0,3630 | 0,2422 | 0,9428 | -1,2873 | 3,8402 | 0,04532 | 0,0125730 | 0,7494 |
| <i>Odonthestes bonariensis</i> | 110 | 0,2394 | 2,5565 | -0,0805 | 0,3842 | 0,9911 | -0,0421 | 2,7275 | 0,04550 | 0,0005850 | 0,6470 |
| <i>Rhamnogaster melanostoma</i> | 73 | 0,0301 | 3,0999 | 0,0025 | 0,3061 | 0,9740 | 0,0179 | 3,2205 | 0,05854 | 0,0070112 | 0,2290 |

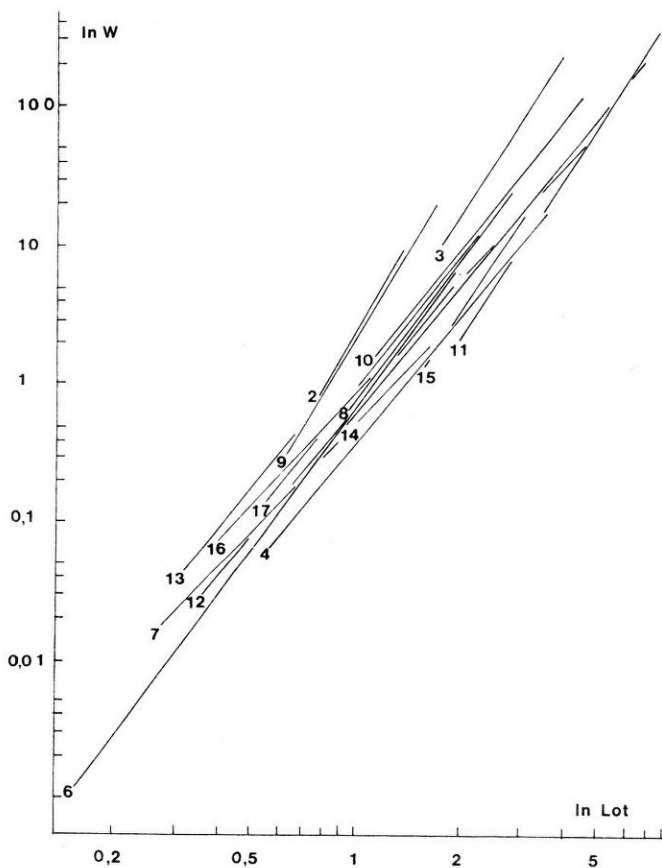


Fig. 1. Regresiones funcionales logarítmicas de W (peso del pez) y Lot (largo otolito) para 15 especies de peces de Laguna Chascomús. Los números en los extremos de las rectas significan: 2. *Corydoras paleatus*, 3. *Parapimelodus valenciennesi*, 4. *Pimelodella laticeps*, 6. *Hypessobrycon anisitsi*, 7. *Cheirodon interruptus*, 8. *Astyanax eigenmanniorum*, 9. *Bryconamericus iheringi*, 10. *Oligosarcus jenynsii*, 11. *Curimata gilberti*, 12. *Jenynsia lineata*, 13. *Cnesterodon decemmaculatus*, 14. *Cichlasoma facetum*, 15. *Gymnogeophagus australis*, 16. *Odontesthes bonariensis* y 17. *Rhamnogaster melanostoma*.

Cuadro 4
 Límites de confianza del 50 % para la regresión $W = f \text{ Lot}^g$, siendo: $f = e^a$; $g = b$ del Cuadro 3; $W =$ peso (en g) y $\text{Lot} =$ longitud del otolito (en mm)

| Especie | Rango In Lot | $W \pm E (50\%/o)$ | | | | | |
|------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|---------------|----------|----------|----------|
| | | In Lot mínimo | In Lot medio | In Lot máximo | | | |
| <i>Corydoras paleatus</i> | -0,2614/0,2927 | 0,7073 | 0,9976 | 2,2997 | 3,2027 | 7,7282 | 10,9105 |
| <i>Parapimelodus valenciennesi</i> | 0,5365/1,3350 | 8,6000 | 11,8410 | 41,5940 | 56,8461 | 195,3020 | 268,8497 |
| <i>Hypheobrycon anisitsi</i> | -0,5978/1,2119 | 0,0534 | 0,0818 | 2,6733 | 3,9989 | 13,8884 | 20,8642 |
| <i>Cheirodon interruptus</i> | -1,3093/0,4055 | 0,0113 | 0,0280 | 0,2772 | 0,5218 | 1,4161 | 2,6737 |
| <i>Astyanax eigenmanniorum</i> | -0,0619/1,0025 | 0,5758 | 0,7783 | 3,7035 | 4,9643 | 32,8022 | 29,4483 |
| <i>Bryconamericus thelingi</i> | -0,5108/0,5008 | 0,2566 | 0,3746 | 1,9901 | 2,8527 | 16,7189 | 24,4520 |
| <i>Oligosarcus jenynsii</i> | 0,1133/1,4633 | 1,3968 | 1,8547 | 11,2802 | 14,9039 | 98,3027 | 130,5795 |
| <i>Curimata gilberti</i> | 0,6366/1,9615 | 1,8596 | 2,4150 | 85,5291 | 110,1387 | 302,7101 | 390,1769 |
| <i>Jenynsia lineata</i> | -1,0498/0,6125 | 0,0234 | 0,0355 | 0,5984 | 0,8874 | 4,0766 | 6,0965 |
| <i>Chesterodon decemmaculatus</i> | -1,1712/0,4155 | 0,0349 | 0,0459 | 0,1187 | 0,1543 | 0,5141 | 0,7413 |
| <i>Cichlasoma facetum</i> | 0,1222/1,8563 | 0,4349 | 0,5583 | 3,4998 | 4,4838 | 173,4892 | 223,7389 |
| <i>Gymnogeophagus australis</i> | 0,4154/1,0716 | 1,1690 | 1,5834 | 4,2505 | 5,6629 | 14,5360 | 19,6673 |
| <i>Odonthastes bonariensis</i> | -0,9416/1,5063 | 0,0646 | 0,0836 | 4,9319 | 6,3586 | 51,3652 | 66,2883 |
| <i>Rhamnogaster melanosoma</i> | -0,6162/0,7701 | 0,1184 | 0,1654 | 1,8135 | 2,4980 | 10,3297 | 14,3105 |

RESULTADOS Y DISCUSION

Como puede observarse (Cuadro 2), los coeficientes de correlación oscilan entre 0,928 y 0,986. El parámetro A corresponde a la desviación típica de la estimación, cuando ésta se efectúa a la altura de la media, es decir cuando Lot' coincide con \overline{Lot} . A medida que las estimaciones se alejan de \overline{Lot} , el error de estimación se incrementa en proporción a B . Dicho de otro modo, A mide fundamentalmente el error que proviene de la variación natural de los datos, mientras que la parte del error medida por B , sería mejorable aumentando el número y rango de las observaciones. En general las especies de importancia se han descrito con valores bajos de B , salvo en aquellas donde el tamaño máximo de los ejemplares no permite ampliar el rango de observación. En *Corydoras paleatus*, *Cnesterodon decemmaculatus* y *Cheirodon interruptus* probablemente sería necesario aumentar la exactitud del equipo de determinación de longitud estándar y de los otolitos, ya que se han registrado datos prácticamente hasta el tamaño máximo.

La regresión $\ln W$ y $\ln Lot$ dió coeficientes de correlación que variaron entre 0,942 y 0,991 exceptuando a *Ch. interruptus* cuya baja correlación quizá se deba al dimorfismo sexual, insalvable dado que no se manifiesta en la morfología del otolito (Cuadro 3).

Como antes A y B definen el grado y origen de la varianza observada. Sin embargo como se refieren a la forma logarítmica de la ecuación, para que resulte más clara su interpretación, se ha confeccionado el Cuadro 4 en el que se indican los límites del 50 % de confianza para la estimación de W en los extremos del rango y la media de la longitud del otolito.

Se puede observar que los límites de confianza abarcan, para los valores extremos, aproximadamente el 30 % del peso estimado.

Si consideramos que, según las especies de aves, en un estómago llegan a recuperarse otolitos de entre 1 a 50 peces, se deduce que la interpretación será crítica cuando se obtengan pocos, mientras que los errores de estimación probablemente se compensarán cuando se recuperen muchos, debido a la variabilidad observada.

Analizando las regresiones funcionales $\ln W$ y $\ln Lot$ de las especies de peces estudiadas no se advierte ningún agrupamiento taxonómico como para justificar una generalización (Fig. 1).

CONCLUSIONES

En base a las mediciones de los otolitos se puede reconstruir la composición de tamaños y pesos de los peces ingeridos. Las estimaciones están afectadas por una variabilidad medible y serán más precisas cuanto mayor sea el número de piezas obtenidas de cada ave.

Se propone entonces el procedimiento de rescatar los otolitos de los estómagos, identificar a partir de sus caracteres morfológicos las especies de peces y estimar su talla y peso a partir de sus dimensiones. Queda por solucionar la evaluación de las tasas de reposición de las presas en los estómagos de las aves para lograr un procedimiento de investigación completo.

REFERENCIAS

1. Freyre, L.R., C. Togo, J. Zetti y S. Alaimo. 1966. Estudios sobre poblaciones de peces, su caracterización morfológica y dinámica en lagunas de la Pampasia Bonaerense. En trabajos técnicos de la 2a. etapa. *Convenio Estudio Riqueza Ictícola*. Ed. Dirección Recursos Pesqueros 3. Edición mimeográfica sin numerar. La Plata.
2. López, H.L., R.C. Menni y A.M. Miquelarena. 1987. Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. *Biología Acuática* 12, 50 p.
3. Mollo, S.M. 1981. Otolitos de peces de la laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Análisis y consideración para su identificación en estudios tróficos. *Limnobiós* 2 (4): 253 – 263.
4. Ricker, W.E. 1973. Linear Regressions in Fishery Research. *J. Fish. Res. Bd. Canadá* 30 (3): 409 – 434.

Recibido / Received /: 12 mayo 1987