

HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 3 (1) | 2013/99-106

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE ESCAMAS DE *Jenynsia multidentata* (TELEOSTEI: ANABLEPIDAE) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POBLACIONES EN DISTINTAS CUENCAS DE LA ARGENTINA

*Morphometric analysis of scales for identifying populations of Jenynsia multidentata
(Teleostei: Anablepidae) in different basin from Argentina*

Ricardo A. Ferriz

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" Av. Ángel Gallardo 470
(C1405DJR), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. rferriz@macn.gov.ar

F H N
FUNDACIÓN
DE HISTORIA NATURAL
FÉLIX DE AZARA



Universidad Maimónides

Resumen. El objetivo de este estudio fue investigar si la morfometría de las escamas podría ser utilizada para diferenciar poblaciones de peces. Con este fin, se analizaron 74 ejemplares de *Jenynsia multidentata* que fueron capturados en cuatro sitios: Cañada de las Víboras, provincia de Santa Fe, El Portugués perteneciente a las cabeceras del río Samborombón, provincia de Buenos Aires, Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires y el Río Limay, provincia del Neuquén. Los resultados muestran que la morfometría de las escamas permite detectar las diferentes poblaciones de *Jenynsia multidentata*, lo cual tiene implicaciones para la conservación de los peces fluviales.

Palabras clave. Morfología escamas, Variables canónicas, Ciprinodontiformes.

Abstract. The aim of the study was to investigate if scale morphology could be used fish populations at a local scale. To this aim, 74 *Jenynsia multidentata* were collected at four sites: Cañada de las Víboras, Santa Fe province; El Portugués stream at the headwaters of the Samborombón river, Buenos Aires province; Sierra de la Ventana, Buenos Aires province and Limay River, Neuquén province. The results reveal that scale morphology can detected spatial structure in fish populations at a fine scale, which has implications for riverine fish conservation.

Key words. Scale morphology, Canonical variable, Ciprinodontiform.

INTRODUCCIÓN

Las escamas de los teleósteos son placas calcificadas flexibles, que se encuentran dentro de bolsillos de poca profundidad en las capas superiores de la dermis (Bullock y Roberts, 1974). Proporciona múltiples funciones, incluyendo la protección de la línea lateral, representa un área de almacenamiento de minerales y nutrientes (Bone *et al.*, 1996), protege a los músculos y órganos internos y mejora la performance hidrodinámica (Sudo *et al.*, 2002). Además permite la identificación de las especies y su filogenia, dimorfismo sexual, determinación de stocks poblacionales, patologías vinculadas a la contaminación, edad y crecimiento (Monet *et al.*, 2006; Garduño-Paz *et al.*, 2010; Ibáñez *et al.*, 2007, 2012).

La identificación de las poblaciones locales de peces y la conectividad entre estas es uno de los puntos de mayor importancia en la conservación y manejo de las especies. El aislamiento geográfico puede resultar en el desarrollo de diferentes características morfológicas entre poblaciones de peces por los efectos del medio ambiente, mientras que los cambios genéticos y la selección llevan a cambios en la ontogenia individual produciendo diferencias morfométricas dentro de una especie (Cadrin, 2000; Milano *et al.*, 2002; Arnqvist y Kolm, 2010).

En general, los peces demuestran una mayor variación en la morfología de rasgos, tanto dentro como entre las poblaciones que cualquier otro vertebrado, y son más susceptibles a presentar variaciones morfológicas inducidas por factores ambientales. Las influencias ambientales sobre la morfología han conducido a la definición del término poblaciones fenotípicas, caracterizadas por las diferencias fenotípicas que pueden ser inducidas exclusivamente por el ambiente (Swain y Foote, 1999).

Jenynsia multidentata (Jenyns, 1842) se la encuentra desde el sur de Río Grande do Sul, Brasil, hasta el Río Limay en la provincia del Neuquén, Argentina; es uno de los ciprinodóntidos más conspicuos de la pampasia, encontrándose en charcas, bañados, ríos de distinto orden y lagunas. Son peces de superficie relacionados a la vegetación litoral y posee un régimen alimentario del tipo micro y meso animalívoro (Ghedotti y Weitzman, 1996; Menni, 2004).

El objetivo de este trabajo es verificar los posibles cambios morfométricos, a través de técnicas tradicionales, de las escamas de *J. multidentata* en distintas poblaciones aisladas en aguas de la cuenca del Plata, en cuenca del Atlántico y del Río Negro, contribuyendo al entendimiento de la plasticidad fenotípica de esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las escamas de *J. multidentata* estudiadas fueron extraídas de ejemplares depositados en la colección del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN-Ict). Los ejemplares provienen de cuatro localidades: Cañada de las Víboras (28° 05' 91" S - 61° 21' 23" O) (MACN-Ict: 5460), Provincia de Santa Fe; Arroyo El Portugués (35° 04' 16" S - 58° 26' 09" O) (MACN-Ict: 9066) perteneciente a la alta cuenca del río Samborombón, partido de San Vicente, provincia de Buenos Aires; Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires (38° 07' 15" S - 61° 46' 21" O) (MACN-Ict: 6539) y Río Limay, Plottier (38° 57' 77" S - 68° 12' 19" O) (MACN-Ict: 7759), Provincia del Neuquén (Tabla 1).

Los ejemplares analizados fueron todos hembras adultas para evitar los posibles diferencias producidas por el dimorfismo sexual, de cada uno de los ejemplares se

Tabla 1 - Talla de los ejemplares analizados de *Jenynsia multidentata*. Entre paréntesis los códigos de las localidades.

Localidad	Número de ejemplares	Largo estándar (medio)	Desviación estándar
Samborombón (S)	22	39,95	6,1604
Río Limay (L)	22	43,32	5,0179
Cañada las Víboras (V)	12	39,25	4,2879
Sierra de la Ventana (SV)	18	41,53	11,7851

tomó la longitud estándar (Std) al milímetro; las escamas analizadas fueron tomadas de la zona dorsal por delante la aleta dorsal, las que se dejaron en agua y detergente durante una hora para remover el tejido de su campo posterior. Siguiendo la metodología propuesta por Ibañez *et al.* (2007) se examinó una sola escama por ejemplar, además fue medida con lupa estereoscópica con micrómetro incorporado. Fueron desechadas las escamas regeneradas.

Para el análisis se seleccionaron los siguientes puntos de referencia (Figura 1): los puntos de referencia 1 a 3 son el límite entre la porción expuesta o posterior de la escama; en la porción anterior de la misma

se encuentran los puntos 4, 7, los cuales son puntas, mientras que el 6 es el centro de la porción anterior; el punto de referencia 5 es el foco de la escama.

La matriz de coordenadas generada fue analizada con el programa PAST (versión 2.16, Hammer *et al.*, 2001) en el que se realizó un análisis de variables canónicas libres de tamaño (AVC) (Reis *et al.*, 1990), previa estandarización de los datos a través de sus logaritmos. Éste análisis multivariado que maximiza la varianza entre grupos, fue útil para discriminar la variación entre las poblaciones. También permite determinar cuáles variables caracterizan cada grupo discriminado. El estadístico lambda de Wilk's se usó

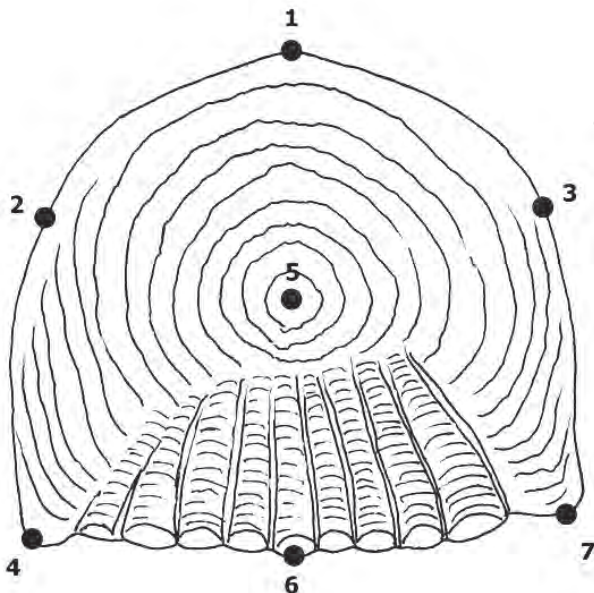


Figura 1. Ubicación de los puntos mensurados en las escamas de *Jenynsia multidentata*.

para evaluar si las funciones discriminantes canónicas contribuyeron significativamente en la discriminación de los grupos (Zeldich *et al.*, 2004). Finalmente la discriminación fue observada gráficamente, teniendo en cuenta las funciones canónicas.

Para validar la clasificación de los especímenes en cada grupo, basada en las funciones canónicas, se utilizó la prueba de clasificación de Jackknife (Colwell y Coddington, 1994). Para identificar los distintos grupos se utilizó la distancia de Mahalanobis entre los centroides de los grupos promedio. La matriz resultante fue representada en un dendrograma, utilizando el promedio aritmético no ponderado como método de agrupamiento (UPGMA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron las escamas de 74 ejemplares de cuatro localidades de los cuales se resume, en la tabla 1, la media y error estándar de los datos originales.

El análisis interpoblacional por medio del AVC mostró que las dos primeras funciones canónicas explicaron el 95% de la variación total entre las poblaciones estudiadas, siendo la primera función el 68% de la variación y la segunda el 27%. Los dos primeros ejes resultaron estadísticamente diferentes (Lambda de Wilk's= 0,113, F= 2,512, $p < 0,00001$). El gráfico múltiple de dispersión de los ejes AVC 1 y AVC 2 (Figura 2) mostró separación completa entre los ejemplares de tres poblaciones, cuenca del río Samborombón, Sierra de la Ventana y de Cañada de las Víboras no así con la población del Río Limay que se superpone parcialmente con las del río Samborombón y Sierra de la Ventana.

La población de Cañada de las Víboras presenta como caracteres diagnóstico las distancias: 2-7, 1-2, 2-6 y 4-7. La población de la cuenca del Samborombón se distingue por las distancias 4-5, 7-5, 3-5 y 6-4. En la población de Sierra de la Ventana las medidas 1-2, 2-5 y 2-7 fueron más importantes que en las otras poblaciones. En el río

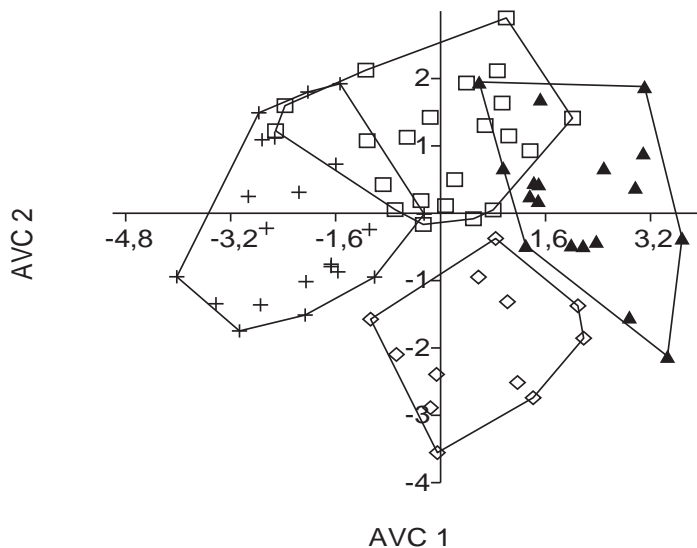


Figura 2 - Representación de las dos primeras variables canónicas (AVC). Cuenca del río Samborombón (+), Río Limay (□), Cañada de las Víboras (◇), Sierra de la Ventana (▲).

Limay la población se caracteriza por las siguientes distancias: 7-5, 2-5 y 2-3 (Tabla 2). Según la prueba de Jackknife (Tabla 3), los que mejor clasificaron fueron los individuos de la Sierra de la Ventana con 61%, seguido de los peces Cañada de las Víboras con un 58% y de la cuenca del río Samborombón con 54%, mientras que los peces del Río Limay presentaron los valores de clasificación más bajos con un 32%.

Tabla 2 - Autovalores de los tres primeros ejes de análisis de las variables canónicas

	AVC 1	AVC 2	AVC 3
1-2	0,33445	-0,17041	0,11582
1-3	0,058364	-0,017945	-0,15115
1-4	-0,14619	0,053475	-0,01384
1-5	0,033671	-0,01723	0,08223
1-6	0,025073	-0,058321	-0,02702
1-7	-0,096695	0,046289	0,21837
2-3	-0,019995	0,18655	0,18115
2-4	0,053883	0,14711	0,00873
2-5	0,12271	0,2725	-0,15226
2-6	0,007013	-0,15814	-0,01119
2-7	0,1343	-0,24242	-0,18426
3-4	0,081448	-0,017391	-0,18379
3-5	-0,20311	-0,10528	-0,02784
3-6	0,090532	0,11239	0,002694
3-7	-0,1816	-0,067212	-0,067521
5-6	0,05433	-0,051366	-0,045306
6-4	-0,19385	0,006170	0,094722
6-7	0,069086	0,084855	-0,01851
4-7	0,060618	-0,14848	-0,025858
7-5	-0,2328	0,46101	0,08183
4-5	-0,30323	-0,07600	0,33167

A partir de las distancias cuadráticas de Mahalanobius se encontraron diferencias significativas entre las localidades analizadas (coeficiente de correlación= 0,9764). El dendrograma muestra dos grupos uno formado por los individuos de Sierra de la Ventana, de la cuenca del río Samborombón (estos cluster con mayor similitud) y del Río Limay, y en el grupo dos se encuentran discriminados los peces de la Cañada de las Víboras (Figura 3). Se corrobora lo descripto en el ACV, en este caso las poblaciones de la cuenca del Samborombón y Sierra de la Ventana son clasificadas más estrechamente.

Los materiales aquí estudiados de la población austral del río Limay presentan una clara superposición con aquellas muestras estudiadas de la cuenca del Samborombón y de la Sierra de la Ventana. Si bien habría que hacer mas estudios al respecto, este hecho puede estar reforzando la hipótesis previa (Pascual *et al.*, 2007) que indica a *Jenynsia multidentata* como una especie de reciente introducción en el norte de Patagonia.

En conclusión, el uso de técnicas tradicionales de morfometría posibilitó, a través del estudio de las escamas de *J. multidentata*, discriminar las distintas poblaciones de esta especie. Además, se sugiere como una importante herramienta complementaria que podría ser utilizada para determinar

Tabla 3 - Porcentajes de reclasificación correcta de las escama de *J. multidentata* de las localidades estudiadas basada en el análisis de Jackknife.

	Samborombón	Río Limay	Cda. las Víboras	Sierra de la Ventana	Total
Samborombón	12	6	2	2	54%
Río Limay	6	8	2	6	36%
Cañada las Víboras	1	1	7	3	58%
Sierra de la Ventana	1	5	1	11	61%

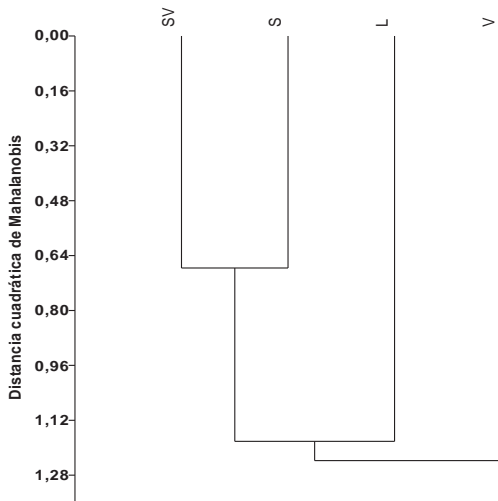


Figura 3 - Dendrograma de clasificación jerárquica de los distintos sitios de muestreo a partir del método de agrupamiento promedio aritmético no ponderado (UPGMA). S: Cuenca del río Samborombón, L: Río Limay, V: Cañada de las Víboras, SV: Sierra de la Ventana.

fenotipos de distintas poblaciones de peces. Su uso, podría ser utilizado como una técnica rápida, no destructiva, de bajo costo e informativo.

AGRADECIMIENTOS

A Gustavo Carrizo por la confección de la figura del trabajo y a Eduardo M. Fernández.

BIBLIOGRAFÍA

Arnqvist, G. y Kolm, N. 2010. Population differentiation in ther swordtail characin (*Corynopoma riisei*): a role for sensory drive?. *Journal of Evolutionary Biology*, 23:1907-1918.
 Bone, Q., Marshall, N.B. y Blaxter, J.H.S. 1996. *Biology of fishes*. Chapman & Hall, 332 pp.
 Bullock, A.M. y Roberts R.J. 1974. The dermatology of marine teleost fish. I. The

normal integument. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 13: 383-411.
 Cadrin, S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10:91-112.
 Colwell, R.K. y Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345:101-118.
 Garduño-Paz, M.V., Demetriou, M. y Adams, C.E. 2010. Variation in the scale shape among alternative sympatric phenotypes of Arctic charr *Salvelinus alpinus* from two lakes in Scotland. *Journal of Fish Biology*, 76:1491-1497.
 Ghedatti, M.J. y Weitzman, S.H. 1995. Descriptions of two new species of *Jenynsia* (Cyprinodontiformes:Anablepidae) from southern Brasil. *Copeia*, 1995(4):939-946.
 Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-9.
 Ibañez, A.L., Cowx, I.G. y O'higgins, P. 2007. Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 64:1091-110.
 Ibañez, A.L., Pacheco-Almanzare, E. y Cowx, I.G. 2012. Does compensatory growth modify scale shape?. *Environmental Biology of Fishes*, 94:477-482.
 Milano, D., Cussac, V.E., Macchi, P., Ruzzante, D.E., Alonso, M., Vigliano, P. y Denegri, M. 2002. Predatory associated morphology in *Galaxias platei* in Patagonian lakes. *Journal of Fish Biology*, 61(1): 138-156.
 Menni, R.C. 2004. *Peces y ambientes en la Argentina continental*. Monografía, Museo Argentino de Ciencias Naturales, 5:1-316.
 Monet, G., Uyanik A. y Champigneulle, A. 2006. Geometric morphometrics reveals sexual and genotypic dimorphisms in the brow trout. *Aquatic Living Resource*, 19: 47-57.
 Pascual, M.A., Cussac, V., Dyer, B., Soto, D., Vigliano, P., Ortubay, S. y Macchi, V. 2007. Freshwater fishes of Patagonia in the 21st Century after a hundred years of human settlement, species introductions, and environmental change. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2): 212-227.

- Reis, S.F., Pessôa, L.M. y Strauss, R.E. 1990. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographic differentiation. *Brazilian Journal of Genetic*, 13(3): 509-520.
- Sudo, S., Tsuyuki, K., Ito, Y., Ikihagi, T. y Toshiaki, S. 2002. A study on the surface shape of fish scales. *JSME International Journal Series C* 45: 1100-1105.
- Swain, D.P. y Foote, C.J. 1999. Stock and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research*, 43:113-128.
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. y Fink, W.L. 2004. *Geometric morphometrics for biologist: a primer*. Elsevier, San Diego, USA, 443 pp.

Recibido: 25/4/2013 - Aceptado: 26/5/2013