

**ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LAS ONTOGENIAS DE
PROCHILODUS MARIAE EIGENMANN 1922, *PROCHILODUS
RETICULATUS* VALENCIENNES 1850 Y EL HÍBRIDO
PROCHILODUS MARIAE (♀♀) X *PROCHILODUS RETICULATUS* (♂♂)
(CHARACIFORMES: PROCHILODONTIDAE), MEDIANTE EL
MÉTODO DE LAS CERCHAS**

TERESA MARTÍNEZ LEONES¹, MARIBEL VILORIA NARVÁEZ¹, ENMANUEL HERRERA
MÁRQUEZ¹, HÉCTOR LÓPEZ ROJAS² Y ANA BONILLA RIVERO²

¹*Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación, La
Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4001-A, Estado Zulia, Venezuela.
Correo electrónico: teramartinez@gmail.com, maribel_viloria@hotmail.com,
enmanuel_d2000@yahoo.com.*

²*Laboratorio de Genética y Morfología Evolutiva de Peces, Instituto de Zoología
Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
Apartado 47058 Los Chaguaramos, Caracas 1041-A, Venezuela.
Correo electrónico: hector.lopez@strix.ciens.ucv.ve, ana.bonilla@strix.ciens.ucv.ve*

Resumen. Para comparar sus patrones morfológicos externos se realizó un estudio en cincuenta y nueve (59) ejemplares de las especies *Prochilodus reticulatus*, *Prochilodus mariae* y su híbrido (♀♀) *Prochilodus reticulatus* x (♂♂) *Prochilodus mariae*, todos en la familia Prochilodontidae (Characiformes). Veintisiete (27) variables morfométricas y ocho (8) caracteres merísticos fueron analizados. Los caracteres morfométricos utilizados como variables fueron obtenidas por el método de Box-Truss para hitos homólogos y analizadas por un análisis de componentes principales para caracterizar los patrones de variación de los especímenes. El análisis univariante de variables merísticas (variables según Hubbs y Lagler 1958) complementaron el estudio. Los análisis de morfometría geométrica de las distancias inter hitos homólogos mostraron que los ejemplares híbridos tienen un patrón de crecimiento ontogenético intermedio entre el de las especies parentales, de modo que, las características morfológicas de las especies parentales favorables para su comercialización: un cuerpo robusto y una baja proporción del área cefálica que determina el valor comercial a las especies parentales, no se expresó en los híbridos. Estudios a lo largo de estas líneas son necesarios para evaluar el desarrollo de híbridos con mejor calidad comercial. *Recibido: 11 Diciembre 2009, aceptado: 13 Abril 2010.*

Palabras clave. Análisis morfométrico, ontogenia, *Prochilodus*, híbrido.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE ONTOGENY OF *PROCHILODUS MARIAE* EIGENMANN 1922, *PROCHILODUS RETICULATUS* VALENCIENNES 1849 AND THE HYBRID *PROCHILODUS MARIAE*(♀♀) X *PROCHILODUS RETICULATUS* (♂♂) (CHARACIFORMES: PROCHILODONTIDAE) USING THE BOX – TRUSS METHOD

Abstract. To compare their external morphological patterns a study was performed on fifty nine (59) specimens of the species *Prochilodus reticulatus*, *Prochilodus mariae* and their hybrid (♀♀) *Prochilodus reticulatus* x (♂♂), all in the Prochilodontidae (Characiformes) family. Twenty seven (27) morphometric and eight (8) meristic characters were analyzed. The morphometric characters used as variables were obtained by the Box-Truss method for homologous landmarks and analyzed by principal component analysis to characterize the patterns of variation of the specimens. Univariate analysis of meristic variables (variables follow Hubbs and Lagler 1958) complemented the study. Geometrical morphometric analysis of the homologous interlandmark distances showed that hybrid specimens have an ontogenetic growth pattern intermediate between that of the parent species, so that, the morphological characteristic of the parental species favorable to their commercialization: a robust body and a low proportion of the cephalic area that distinguishes the parental species as valuable, were not expressed in the hybrids. Further studies along these lines are necessary to assess the development of hybrids with better commercial qualities.

Received: 11 December 2009, accepted: 13 April 2010.

Key words. Morphometric analysis, ontogeny, *Prochilodus*, hybrids.

INTRODUCCIÓN

Aunque Sur América presenta la mayor riqueza de la ictiofauna dulceacuícola en el mundo, se conoce muy poco acerca de la diversidad íctica y de los procesos evolutivos o las diferentes razones de índole ecológicas, fisiográficas y geológicas responsables de esta extraordinaria riqueza (Turner *et al.* 2004). En Venezuela, que se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad de especies de peces continentales, existen registros de 1.198 especies de peces dulceacuícolas agrupadas en 22 órdenes, 82 familias y 471 géneros; entre ellos el orden Characiformes, que constituye uno de los grupos con mayor abundancia de especies (Mago 1978, Lasso *et al.* 2004). Dentro de la familia Prochilodontidae (Characiformes) el género *Prochilodus* Agassiz 1829 es el más rico en especies (Turner *et al.* 2004) y está representado en Venezuela por *Prochilodus mariae* (Cuencas del Orinoco, Paria y Río Negro),

Prochilodus reticulatus (Cuenca del Lago de Maracaibo) y *Prochilodus rubrotaeniatus* (Cuencas de Cuyuní y Caroní) (Mago 1972, Lasso *et al.* 2004).

Las especies del género *Prochilodus* en general son de una gran importancia comercial, en particular *P. mariae* y *P. reticulatus*, dos de las especies parentales donde se han obtenido ejemplares híbridos viables (León y Urdaneta 2001). Debido a estos resultados se hace necesario realizar estudios experimentales sobre hibridación artificial con peces de este género, que aporten información relacionada con la factibilidad de la explotación comercial del híbrido resultante. Un estudio morfológico previo, realizado por Vilorio (2003) en el híbrido de *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) en el que se aplicó un análisis morfométrico tradicional, mostró la ausencia de características intermedias del híbrido con respecto a sus progenitores, exhibiendo una baja variabilidad, sin características intermedias entre los progenitores. Este tipo de análisis permite un conocimiento básico y exploratorio de las características morfológicas de las especies, sin embargo, al no englobar todas las áreas de la forma corporal, no permite una descripción cuantitativa de los cambios morfológicos de los ejemplares. Actualmente, existen técnicas de análisis morfométricos más modernas y precisas, como la Morfometría Geométrica (Bookstein *et al.* 1985, Zelditch *et al.* 2000, Adriaens y Verraes 2002, Trapani 2003, Adams *et al.* 2004, Shipunov y Bateman 2005), que junto a los análisis estadísticos multivariados y a medios de visualización directa, constituyen una de las herramientas de mayor utilidad para describir la forma biológica y sus cambios.

Bajo la premisa de que la comparación multivariada de la forma corporal de los híbridos podría sugerir posibles nuevas vías para el reconocimiento de los mejores cruces en este importante grupo de peces, en este trabajo se realizó un estudio morfométrico y merístico comparativo de los patrones morfológicos externos de la ontogenia de *P. mariae*, *P. reticulatus* y su híbrido resultante *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂), para establecer los patrones de variación morfométrica de las ontogenias de las tres especies. Se describen, así mismo, los caracteres merísticos de las especies consideradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 59 ejemplares representativos de series ontogénicas, de los cuales 15 corresponden a la especie *P. mariae* (Fig. 1a), 23 a *P. reticulatus* (Fig. 1b) y 21 del híbrido correspondiente (Fig. 1c); todos pertenecientes a la Colección de Referencia Ictiológica del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Zulia (CRICIB), se analizaron 27 caracteres morfométricos por cada serie ontogénica, siguiendo el método de las “cerchas” (Box Truss;

Strauss y Bookstein, 1982) (Tabla 1). Este método, se basa en la determinación de hitos anatómicos homólogos (landmarks) en los límites externos del contorno corporal, para trazar patrones de distancia interpuntos homólogos con los que pueda ser reconstruida efectivamente la forma.

Tabla 1. Medidas morfométricas determinadas en la cara lateral de *P. mariae*, *P. reticulatus* y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

Variable	Distancia entre hitos homólogos	Descripción de las variables
X1	1-7	Largo estándar.
X2	1-2	Hocico – Occipucio.
X3	1-12	Hocico – Extremo inferior del preopérculo.
X4	2-12	Occipucio – Extremo inferior del preopérculo.
X5	2-3	Occipucio – Mitad de la giba.
X6	2-11	Occipucio – Origen aleta pectoral.
X7	12-11	Extremo inferior del preopérculo - Origen aleta pectoral.
X8	12-3	Extremo inferior del preopérculo - Mitad de la giba.
X9	3-11	Mitad de la giba – Origen aleta pectoral.
X10	3-4	Mitad de la giba – Origen aleta dorsal.
X11	3-10	Mitad de la giba – Origen aleta Pélvica.
X12	11-4	Origen aleta pectoral - Origen aleta dorsal.
X13	11-10	Origen aleta pectoral - Origen aleta Pélvica.
X14	4-10	Origen aleta dorsal - Origen aleta Pélvica.
X15	4-5	Base aleta dorsal.
X16	4-9	Origen aleta dorsal – Origen aleta anal.
X17	10-5	Origen aleta pélvica – Final aleta dorsal.
X18	10-9	Origen aleta pélvica – Origen aleta anal.
X19	5-9	Final aleta dorsal – Origen aleta anal.
X20	5-6	Final aleta dorsal – Origen aleta adiposa.
X21	5-8	Final aleta dorsal – Final aleta anal.
X22	9-6	Origen aleta anal – Origen aleta adiposa.
X23	9-8	Base aleta anal.
X24	6-8	Origen aleta adiposa - Final aleta anal.
X25	6-7	Origen aleta adiposa – Origen complejo hipural.
X26	8-7	Final aleta anal - Origen complejo hipural.
X27	14-13	Diámetro del ojo.

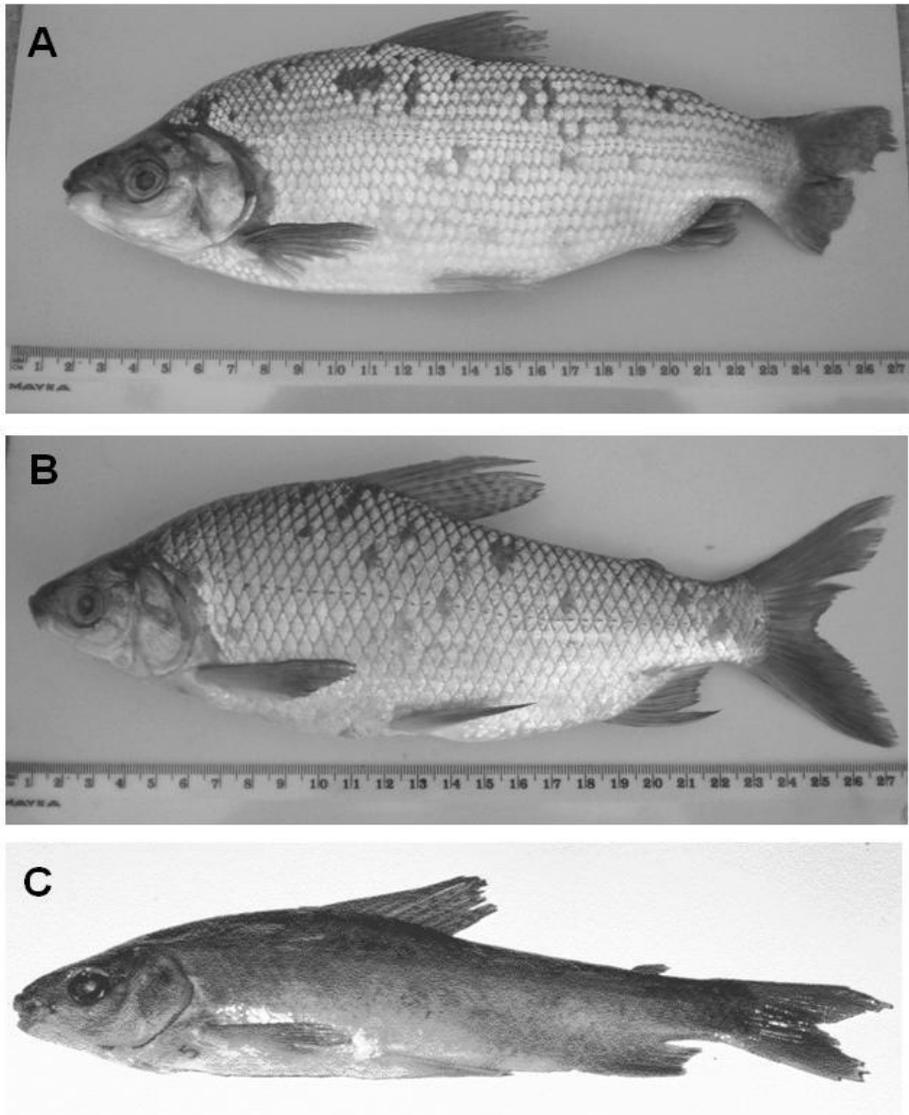


FIGURA 1. *Prochilodus reticulatus* (a), *Prochilodus mariae* (b) y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) (c).

En la Figura 2 se describen las cerchas formadas por los 14 hitos homólogos descritos en la cara lateral izquierda de los ejemplares. Cada cercha está formada por los lados de un cuadrado cuyos vértices son cuatro hitos y las correspondientes diagonales internas de éste. En los extremos de la forma, con sólo tres hitos, se configuran triángulos. Medida de esta manera, la

homología es construida como una correspondencia que transforma formas relacionadas, de acuerdo a un criterio ontogénico apropiado (Bookstein, 1982). Las cerchas y triángulos se enumeraron de I a IV entre las regiones cefálica y caudal. La medición de las distancias entre hitos homólogos se realizó con ayuda de un calibrador marca Helios, de 0,05 mm de precisión.

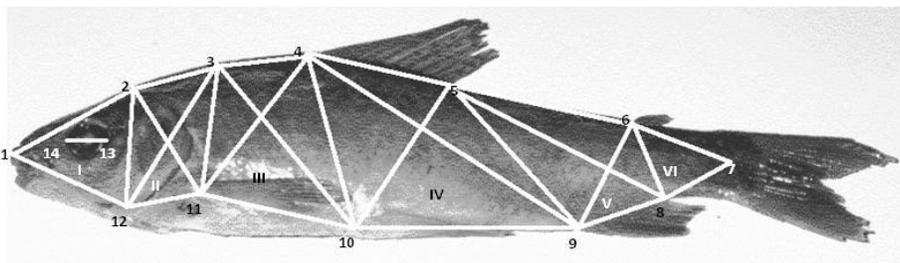


FIGURA 2. Hitos homólogos (en números arábigos) y patrones de cerchas (en números romanos) en la cara lateral de un adulto del híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

En el procesamiento del conjunto de variables se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) cizallados, descrito por Humphries *et al.* (1981) y Bookstein *et al.* (1985), utilizando el programa Past 1.81 (Hammer *et al.* 2001). Por cada análisis intra e interespecífico, a una matriz de varianza-covarianza de los datos transformados a logaritmos, se le eliminó el efecto de tamaño a partir del Componente Principal 2 (CP2), para obtener una medida compuesta de la forma. Adicionalmente, para determinar la variación en la ontogenia de las tres especies bajo estudio, se calcularon los coeficientes alométricos, es decir, los índices de crecimiento estimados con respecto al tamaño total del cuerpo (Strauss 1987).

Estos coeficientes se extraen a partir del primer componente (CP1) del Análisis de Componentes Principales (ACP), por ser considerado este primer componente como una expresión multivariada del tamaño (Jolicoeur 1963, Somers 1986, Bookstein 1989, Kowalewski *et al.* 1997). Los valores de los coeficientes alométricos mayores a 1,03 demuestran alometría positiva; los menores al 0,97, alometría negativa y los ubicados entre el 1,03 y 0,97 isometría (Strauss y Fuiman 1985). Para la descripción de los caracteres merísticos se siguió el método de Hubbs y Lagler (1958). Los caracteres determinados en cada uno de los ejemplares de las tres especies involucradas fueron: las escamas de la línea lateral, las escamas sobre la línea lateral, las escamas bajo la línea lateral y el número de radios de las aletas dorsal, pectoral, pélvica y anal.

RESULTADOS

PATRONES DE CRECIMIENTO ALOMÉTRICO

La descripción de las variables utilizadas en este estudio se proporcionan en la Tabla 1 mientras que los valores de los coeficientes alométricos para las especies consideradas se muestran en la Tabla 2. El patrón de crecimiento de *P. mariae* (Fig. 3) indica un incremento dorsoventral relativamente mayor de la región media del cuerpo (cercha IV) y disminución relativa del crecimiento en la parte anterior (I, II, III) y posterior del cuerpo (V, VI). El crecimiento relativo de las variables en *P. reticulatus* (Fig. 4) implica un crecimiento mayor, tanto en longitud como en desarrollo dorso-ventral, en las variables relacionadas con la región media y posterior del cuerpo (II, III, IV), en contraste con un menor crecimiento relativo en los extremos del cuerpo (I y VI).

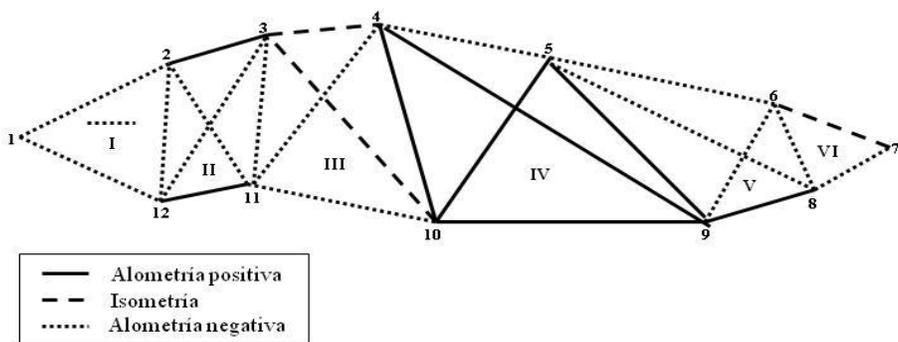


FIGURA 3. Patrón alométrico de *Prochilodus mariae* en en la cara lateral.

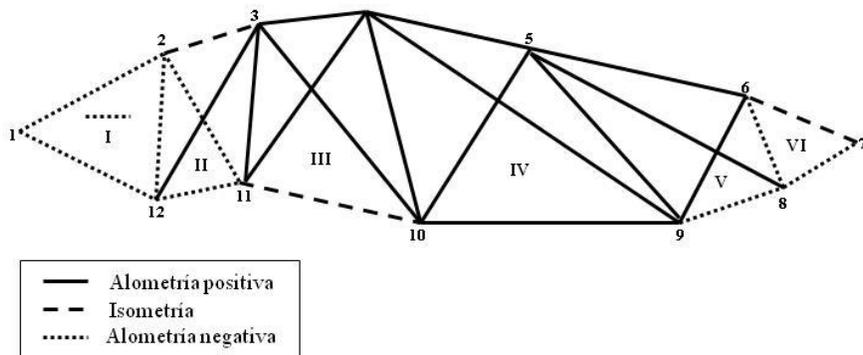


FIGURA 4. Patrón alométrico de *Prochilodus reticulatus* en en la cara lateral.

Tabla 2. Coeficientes alométricos determinados en la cara lateral de *P. reticulatus*, *P. mariae* y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

Coeficientes Alométricos (95,34 % de Varianza acumulada en el CPI)						
Variables	<i>P. reticulatus</i>		<i>P. mariae</i>		<i>P. reticulatus</i> x <i>P. mariae</i>	
	Coefficiente	Alometría	Coefficiente	Alometría	Coefficiente	Alometría
X2	0,814	Negativa	0,657	Negativa	1,125	Positiva
X3	0,842	Negativa	0,894	Negativa	1,095	Positiva
X4	0,803	Negativa	0,725	Negativa	0,728	Negativa
X5	1,005	Isometría	1,373	Positiva	1,181	Positiva
X6	0,963	Negativa	0,931	Negativa	0,518	Negativa
X7	0,692	Negativa	1,328	Positiva	1,274	Positiva
X8	1,46	Positiva	0,904	Negativa	1,089	Positiva
X9	1,068	Positiva	0,947	Negativa	0,779	Negativa
X10	1,046	Positiva	1,023	Isometría	2,049	Positiva
X11	1,097	Positiva	1,009	Isometría	1,065	Positiva
X12	1,16	Positiva	0,96	Negativa	1,244	Positiva
X13	1,024	Isometría	0,847	Negativa	0,860	Negativa
X14	1,096	Positiva	1,063	Positiva	0,836	Negativa
X15	1,08	Positiva	0,656	Negativa	0,845	Negativa
X16	1,146	Positiva	1,051	Positiva	0,832	Negativa
X17	1,142	Positiva	1,198	Positiva	0,833	Negativa
X18	1,152	Positiva	1,303	Positiva	1,347	Positiva
X19	1,051	Positiva	1,116	Positiva	0,666	Negativa
X20	1,076	Positiva	0,884	Negativa	0,899	Negativa
X21	1,285	Positiva	0,920	Negativa	1,145	Positiva
X22	1,06	Positiva	0,958	Negativa	0,812	Negativa
X23	0,843	Negativa	1,251	Positiva	1,444	Positiva
X24	0,825	Negativa	0,915	Negativa	0,695	Negativa
X25	0,993	Isometría	1,029	Isometría	0,941	Negativa
X26	0,875	Negativa	0,938	Negativa	1,132	Positiva
X27	0,398	Negativa	0,429	Negativa	0,561	Negativa

El híbrido (Fig. 5), no presenta un patrón tan definido como las especies parentales, pero en general puede verse que los caracteres relacionados con el desarrollo dorso ventral del cuerpo, exponen una tasa de crecimiento relativamente menor que el resto del cuerpo (Tabla 2 y 3). Puede observarse también, cierto crecimiento dorso ventral relativo en la zona inmediatamente debajo de la aleta dorsal y en el extremo del cuerpo a la altura de la aleta anal.

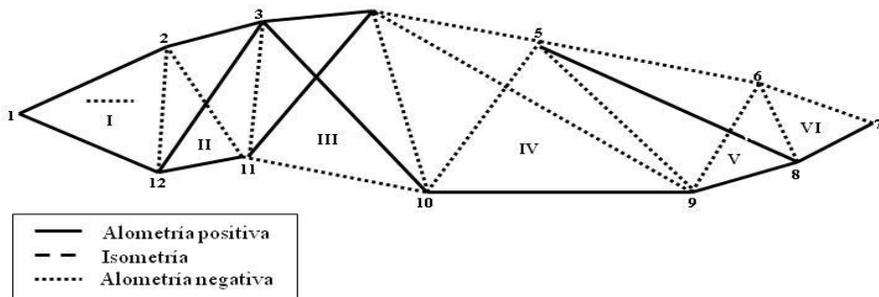


FIGURA 5. Patrón alométrico en el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂), plano lateral.

Tabla 3. *P. mariae* vs híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

	Componentes Principales		
	CP 1	CP 2	CP 3
Varianza acumulada (%)	71,236	10,304	6,077
Variables			
X2	0,153	-0,144	0,121
X3	0,045	-0,003	0,247
X4	0,161	-0,035	-0,003
X5	0,533	-0,161	-0,118
X6	0,098	0,746	-0,407
X7	-0,276	0,024	-0,389
X8	0,168	-0,111	-0,181
X9	0,125	0,117	0,072
X10	-0,092	-0,355	-0,220
X11	0,137	0,046	0,262
X12	0,179	-0,286	-0,273
X13	-0,117	-0,004	-0,086
X14	0,171	0,074	0,117
X15	-0,106	-0,049	0,004
X16	0,085	0,110	0,027
X17	0,283	0,108	0,171
X18	-0,157	-0,067	-0,051
X19	0,129	0,114	-0,044
X20	-0,228	0,055	-0,075
X21	-0,106	-0,037	-0,084
X22	0,291	0,023	0,031
X23	-0,278	0,080	0,475
X24	0,190	0,109	0,142
X25	-0,004	0,070	0,084
X26	-0,164	0,054	0,187
X27	-0,028	0,276	0,060

Tabla 4. *P. reticulatus* vs híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

Varianza acumulada (%)	Componentes Principales		
	CP 1	CP 2	CP 3
	44,529	17,995	12,028
Variables			
X2	0,425	-0,347	0,093
X3	-0,017	-0,105	0,031
X4	0,067	-0,027	-0,020
X5	0,285	-0,248	-0,203
X6	-0,039	0,138	-0,599
X7	0,011	-0,179	0,001
X8	0,150	-0,028	-0,020
X9	0,063	-0,006	-0,167
X10	-0,493	-0,724	0,0206
X11	-0,123	0,021	-0,330
X12	-0,022	0,122	-0,090
X13	0,057	0,107	0,101
X14	0,035	0,142	-0,102
X15	0,360	-0,046	0,345
X16	0,090	0,112	0,023
X17	0,321	-0,025	-0,021
X18	-0,251	0,222	0,144
X19	0,088	0,110	0,001
X20	-0,082	0,188	0,174
X21	-0,157	0,206	0,022
X22	0,094	0,056	-0,215
X23	-0,170	0,088	0,371
X24	0,234	-0,046	-0,034
X25	-0,015	0,106	0,226
X26	0,018	0,021	0,101
X27	0,052	-0,036	0,055

COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA

En las Figuras 6 y 7 se grafican los morfoespacios definidos por los componentes principales 2 y 3, para las comparaciones pareadas entre *P. mariae* y el híbrido y entre *P. reticulatus* y el híbrido, respectivamente. En ambas gráficas, no se observan en estas figuras patrones definidos de diferenciación entre las especies parentales y el híbrido, aunque las

agrupaciones de los puntos que representan a las especies parentales son más compactas que la de los híbridos.

Tabla 5. *P. reticulatus* vs *P. mariae* vs híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂).

Varianza acumulada (%)	Componentes Principales		
	CP 1	CP 2	CP 3
	38,183	26,247	11,782
Variables			
X2	0,128	-0,446	0,311
X3	-0,007	0,009	0,103
X4	0,134	0,023	0,034
X5	0,411	-0,054	0,288
X6	0,129	0,184	-0,076
X7	-0,305	-0,294	0,163
X8	0,199	-0,003	0,026
X9	0,140	0,048	0,027
X10	-0,354	0,342	0,723
X11	0,103	0,265	0,022
X12	0,113	0,137	-0,103
X13	-0,088	-0,133	-0,129
X14	0,140	0,078	-0,121
X15	-0,048	-0,490	-0,022
X16	0,090	-0,034	-0,112
X17	0,249	-0,213	0,026
X18	-0,218	0,145	-0,230
X19	0,122	-0,014	-0,102
X20	-0,194	-0,041	-0,214
X21	-0,104	0,141	-0,209
X22	0,246	0,091	-0,023
X23	-0,368	-0,114	-0,131
X24	0,158	-0,175	0,045
X25	-0,038	-0,017	-0,127
X26	-0,188	-0,177	-0,047
X27	-0,081	-0,168	0,032

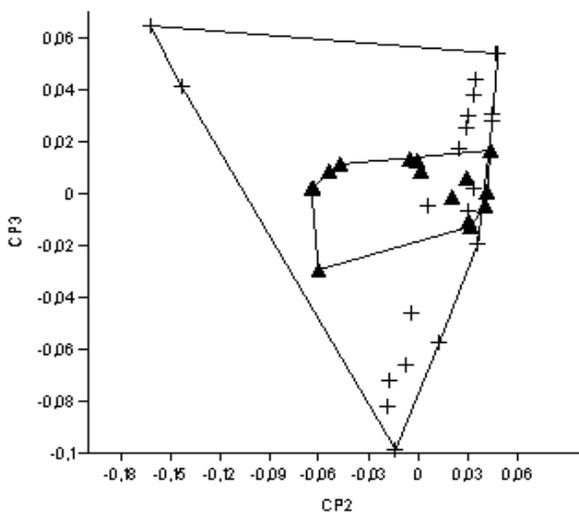


FIGURA 6. Morfoespacio definido por CP2 vs CP3 en en la cara lateral de ejemplares pertenecientes a *P. mariae* (▲) y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) (+).

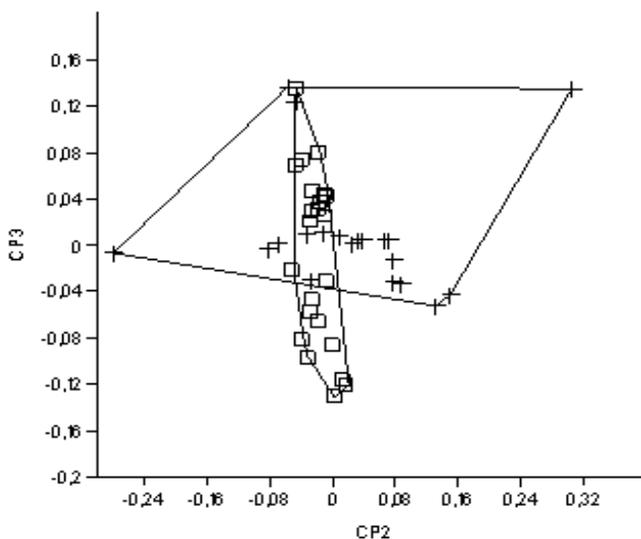


FIGURA 7. Morfoespacio definido por CP2 vs CP3 en la cara lateral de ejemplares pertenecientes a *P. reticulatus* (□) y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) (+).

La comparación entre ambas especies parentales y el híbrido tomadas conjuntamente (Fig. 8), muestran una diferenciación de las formas corporales de *P. mariae* y *P. reticulatus* a lo largo del CP2, el cual contrasta un crecimiento relativamente menor de la zona anterior del cuerpo y la base de la aleta dorsal, con un crecimiento relativamente menor de la distancia predorsal.

Se observa, sin embargo, una ligera diferencia de la forma corporal del híbrido con respecto a las especies parentales a lo largo del CP3, donde la región media de la cabeza disminuye relativamente a medida que se incrementa las longitudes de las bases de las aletas dorsal y anal.

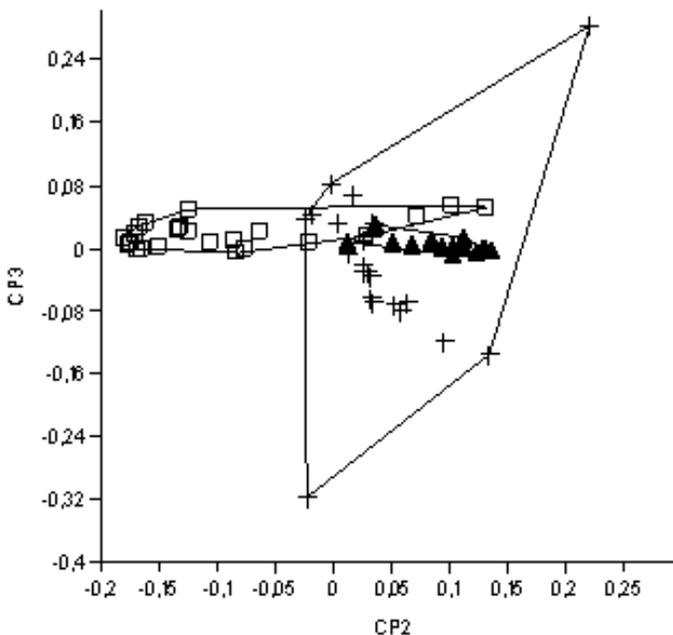


FIGURA 8. Morfoespacio definido por CP2 vs CP3 en en la cara lateral de ejemplares pertenecientes a *P. reticulatus* (□), *P. mariae* (▲) y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) (+).

COMPARACIÓN DE LOS CARACTERES MERÍSTICOS

En la Tabla 6 se listan los intervalos para los valores de caracteres merísticos de *P. mariae*, *P. reticulatus* y el híbrido. De las ocho características merísticas estudiadas, el híbrido comparte al menos 5 de ellas con *P.*

reticulatus, mientras que los restantes caracteres mostraron valores intermedios entre las especies parentales.

Tabla 6. Caracteres merísticos determinados en *P. mariae*, *P. reticulatus* y el híbrido *P. mariae* (♀♀) x *P. reticulatus* (♂♂) con base a Hubbs y Lagler (1958).

Caracteres Merísticos	<i>P. reticulatus</i>	<i>P. mariae</i>	Híbrido <i>P. mariae</i> (♀♀) x <i>P. reticulatus</i> (♂♂)
Escamas entre la línea lateral y la aleta pélvica.	7 - 8	8 - 10	7 - 8
Escamas con poros en la línea lateral.	41 - 43	41 - 45	42 - 52
Escamas sobre la línea lateral.	8	9 - 11	8 - 10
Escamas entre la línea lateral y aleta anal.	6 - 7	6 - 8	6 - 7
Radios aleta dorsal.	ii, 9	ii, 8 - 10	iii, 8 - 10
Radios aleta pectoral.	i, 13	i, 12 - 14	i, 13
Radios aleta pélvica.	i, 8	ii, 7 - 8	i, 8
Radios aleta anal.	iii, 8	ii, 8 - 9	ii, 8 ; iii, 8

DISCUSIÓN

En referencia a los peces, Lagler y Col. (1958) anotan que los híbridos resultantes de la primera generación (F1) generalmente poseen un espectro de caracteres que es aproximadamente intermedio al de las especies parentales; tales observaciones concuerdan con los resultados reportados por Steinitz y Ben-Tuvia (1957), donde la morfología del híbrido natural de *Barbus longiceps* x *Varicorhinus damascinus* exhibe una posición aproximadamente intermedia en comparación con sus padres.

En Venezuela, un patrón intermedio del híbrido con respecto a sus progenitores también fue descrito por Mateo y López Rojas (2005), para el híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* x *Pimelodus blochi*, mediante el uso de morfometría geométrica. No obstante, diversos estudios confirman que las características de los híbridos no son siempre los valores medios de las características de los padres (Smith 1973, Thorpe y Leamy 1983, Purdom 1993, Viloria 2003).

Mediante los experimentos para lograr la conformación del híbrido estudiado, se pretendía obtener individuos con características morfológicas favorables para su comercialización, con un cuerpo robusto como *P. reticulatus* y con una baja proporción de volumen cefálico como en *P. mariae*, sin embargo, el patrón de alometrías y la comparación morfométrica cuantitativa de las especies parentales y el híbrido resultante, utilizando las herramientas de la morfometría geométrica, nos permitieron constatar que dichas características no se expresaron en el híbrido resultante.

Los híbridos presentaron aletas con bases más grandes y la región anterior del cuerpo, donde se sitúa la mayor proporción de la masa corporal, de un tamaño relativamente menor que las especies parentales, concomitante con un atenuación a partir de la aleta dorsal en dirección a la región caudal, patrón que resulta en una apariencia de delgadez en el cuerpo de estos ejemplares, lo que se traduciría en una especie de poco interés comercial.

De utilidad para la discusión planteada acerca de la naturaleza de la expresión de los caracteres de los padres en los híbridos, sin embargo, es la aparente expresión intermedia de las características merísticas, pues el híbrido mostró una mayor correspondencia con *P. reticulatus*, al coincidir en cinco de las ocho características merísticas estudiadas.

El uso de métodos morfométricos modernos como el análisis de cerchas (Box- truss) y el empleo de Análisis de Componentes Principales Cizallados, suministran una información más concreta y completa del cambio de la forma, permitiendo la realización de comparaciones cuantitativas entre las especies parentales y los híbridos resultantes de su cruce.

A la luz de estos análisis, nos proponemos estudios posteriores de hibridaciones artificiales alternativas a la realizada en este estudio, para así tratar de obtener híbridos que presenten características más ventajosas para la comercialización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los profesores Joaquín León y Hender Urdaneta por ceder los ejemplares del híbrido *Prochilodus mariae* x *Prochilodus reticulatus* obtenidos del proyecto financiado VAC-CONDES N° 02590-97. Hacemos extensivo nuestro agradecimiento al Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ) por el préstamo de los ejemplares de las especies parentales.

LITERATURA CITADA

- ADAMS, D. C., F. J. ROHLF Y D. E. SLICE. 2004. Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71: 5 – 16.
- ADRIAENS, D. Y W. VERRAES. 2002. An empirical approach to study the relation between ontogeny, size and age using geometric morphometrics. *Topics in Functional and Ecological Vertebrate Morphology*. Sharker Publishing, pp. 293-324.
- BOOKSTEIN, F. L. 1989. "Size and shape": A comment on semantics. *Syst. Zool.*, 38: 173-180.
- BOOKSTEIN, F. L. 1982. Size and shape spaces for landmark data in two dimentons. *Statis, Sci.*, 1(2): 181 – 242.
- BOOKSTEIN, F. L., B. CHERNOFF, R. ELDER, J. HUMPHRIES, G. SMITH Y R. STRAUSS. 1985. *Morphometrics in evolutionary biology*. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Michigan, 277 pp.
- HAMMER, D. A. T. HARPER Y P. D. RYAN. 2001. Past. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Pal. Elec.* Vol. 4. Issue 1. art. 4. pp. 2 – 10.
- HUBBS, C. L. Y K. F. LAGLER. 1958. *Fishes of the Great Lakes Region*. University of Michigan Press, Ann Arbor, 213 pp.
- HUMPHRIES J. M., F. L. BOOKSTEIN, B. CHERNOFF, G. R. SMITH, R. L. ELDER Y S. G. POSS. 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Syst. Zool.* 30 (3): 291 – 308.
- JOLICOEUR, P. 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics.*, 19: 497 – 499.
- KOSSOWSKI, L., J. R. VALDES Y N. R. PRADA. 1980. Ensayo sobre hibridación artificial entre cachama (♀♀), *Colossoma macropomun* (Cuvier) 1.818 y palometa carachica (♂♂), *Mylossoma duriventris* (Cuvier) 1818. Dirección de Extensión Universitaria, Escuela de Agronomía, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Estación Piscicultura rural, serié I, N° 3: 1 – 30.
- KOWALEWSKI, M., E. DYRESON, J. D. MARCOT, J. A. VARGAS, K.W. FLESSA Y D. P. HALLMANN. 1997. Phenetic discrimination of biometric simpletons: paleobiological implications of morphospecies in the lingulide brachiopod *Glottidia*. *Paleobiology* 23:444-469.
- LAGLER, R. P., P. E. BARDACH Y R. R. MILLER. 1962. *Ichthyology: the study of fishes*. Wiley International Edition. New York, 404 – 406 pp.
- LISSO, A., D. LEW, D. TAPHORN, C. DONASCIMIENTO, O. LISSO, F. PROVENZANO Y A. MACHADO – ALLISON. 2004. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. *Men, Fund. La Salle de Cs. Nat.* 159 – 160: 105 – 195.

- LEÓN, J. Y H. URDANETA. 2001. Técnicas de inducción al desove del Bocachico *Prochilodus reticulatus* (Valenciennes 1849) (Cypriniformes; Prochilodontidae). Bol. Centro Invest. Biológicas. 35(1): 25 - 41.
- MAGO, F. 1972. Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Ostichthyes, Cypriniformes), con una sinopsis de las especies de Venezuela. Acta Biol. Venez. 8(1): 35 - 96.
- MAGO, F. 1978. Los peces de agua dulce de Venezuela. Cuadernos LAGOVEN, Caracas, 35 pp.
- MATEO, F. Y H. LÓPEZ ROJAS. 2005. Comparación alométrica entre los híbridos yaque pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius mamoratus*) y chorrosco (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Pimelodus blochi*) (Siluriformes: Pimelodidae). Rev. Fac. de Ciencias Veterinarias. 46 (2): 87 - 98.
- PURDOM, C. (1993). Genetics and fish breeding. Chapman and Hall. 270 pp.
- SHIPUNOV A. B., R. M. BATEMAN. 2005. Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. Biological Journal of the Linnean Society 85 (1): 1-12.
- SMITH, G. 1973. Analysis of several hybrid cyprinid fishes from western North America. Copeia. No 3: 395-410.
- SOMERS, K. M. 1986. Multivariate allometry and removal of size with principal components analysis. Syst. Zool., 35(3): 359 - 368.
- STEINITZ, A., A. BEN-TUVIA. 1957. The Irbid of *Barbus longiceps* C. V. and *Varicorhinus damascinus* C. V. (Cyprinidae, Teleostei). Bulletin of the Research Council of Israel. 6B (3-4): 176 - 188.
- STRAUSS, R. 1987. On allometry and relative growth in evolutionary studies. Syst. Zool. 36 (1): 72 - 75.
- STRAUSS, R. Y F. BOOKSTEIN. 1982. The truss: body form reconstructions in morphometrics. Syst. Zool. 31(2): 113 - 135.
- STRAUSS, R. E. Y L. A. FUIMAN. 1985. Quantitative comparisons of body form and allometry in larval and adult Pacific sculpins (Teleostei: Cottidae). Can. J. Zool. (63): 1582 - 1589.
- TRAPANI, J. 2003. Geometric morphometric analysis of body - form variability in *Cichlasoma minckleyi*, the Cuatro Ciénagas cichlid. Environmental Biology of Fishes 68: 357 - 369.
- THORPE, R. Y L. LEAMY. 1983. Morphometric studies in inbred and hybrid house mice (*Mus sp.*): multivariate analysis of size and shape. J. Zool. 199: 421-432.
- TURNER, T. F., M. V. MCPHEE, P. CAMPRELL Y K. O. WINERMILLER. 2004. Phylogeography and intraspecific genetic variation of prochilodontid fishes endemic to rivers of northern South America. J. of Fish Biol, (64): 186 - 201.
- VILORIA, M. 2003. Morfología del híbrido de *Prochilodus reticulatus* (macho) Valenciennes 1849 x *Prochilodus mariae* (hembra) Eigenmann 1922. Estudio

preliminar. Trabajo de Ascenso. Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia, Maracaibo, 38 pp.

ZELDITCH M. L., H. D. SHEETS Y W. L. FINK. 2000. Spatiotemporal reorganization of growth rates in the evolution of ontogeny. *Evolution* 54 (4): 1363 – 1371.