

Comparación y Caracterización Morfométrica del Híbrido (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) y sus Parentales (Siluriformes: Pimelodidae)

Morphometric Comparison and Characterization of the Hybrid (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) and its Parental Lines (Siluriformes: Pimelodidae)

Geraldine Porras-Rivera¹ & José A. Rodríguez-Pulido²

PORRAS-RIVERA, G. & RODRÍGUEZ-PULIDO, J. A. Comparación y caracterización morfométrica del híbrido (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) y sus parentales (Siluriformes: Pimelodidae). *Int. J. Morphol.*, 37(4):1409-1415, 2019.

RESUMEN: La diversificación en la oferta de la piscicultura, ha llevado a la hibridación de especies de alto valor comercial, como los grandes bagres de la familia Pimelodidae, en busca del mejoramiento de características relevantes. Sin embargo, uno de los principales problemas de ésta práctica, es que morfológicamente los híbridos son similares a los parentales o con formas intermedias difíciles de diferenciar. Las nuevas herramientas morfométricas como la geometría han logrado evaluar cuantitativamente los cambios morfológicos, coadyuvando a esclarecer problemas de diferenciación morfológica. Con el fin de evaluar las relaciones morfométricas y establecer si, las características analizadas son intermedias en el híbrido con respecto a los parentales, se realizó la caracterización morfométrica de 20 ejemplares adultos de *Pseudoplatystoma metaense*, 21 de *Leiarius marmoratus* y 12 del híbrido *Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*, para un total de 53 individuos evaluados. Se realizaron análisis de morfometría lineal, utilizando medidas corporales y craneales, sustentadas en los análisis de componentes principales y discriminantes, como una forma de evaluar el contorno de los ejemplares. Para el análisis osteológico, se utilizó el neurocráneo, obtenido mediante el protocolo de maceración; con fotografías, éstos fueron analizados mediante morfometría geométrica con los programas de la serie IMP. De esta forma, se encontró que las similitudes observadas a simple vista en el híbrido respecto a sus parentales, no son representativas y por lo tanto, estadísticamente se evidenciaron tres grupos morfológicos definidos que separan a las especies parentales y el híbrido, obteniendo así, una herramienta de fácil identificación. En el análisis osteológico, se encontraron similitudes entre los neurocráneos del híbrido y de *Pseudoplatystoma metaense*, lo que plantea un patrón de herencia en el que se pueden evaluar posibles convergencias y divergencias como consecuencia de la hibridación.

PALABRAS CLAVE: Morfometría geométrica; Acuicultura; Orinoquia; Osteología; Piscicultura.

INTRODUCCIÓN

La familia Pimelodidae cuenta con especies de alto valor comercial como *Pseudoplatystoma metaense* (rayado) o *Leiarius marmoratus* (yaque). La cría de estas especies para producción no es sencilla puesto que sus hábitos carnívoros no permiten un levante eficiente de alevines (Rodríguez-Pulido *et al.*, 2016). Frente a esta problemática ha surgido la hibridación intergenérica en busca de vigor híbrido y bajos costos de producción. Sin embargo, el aprovechamiento de estos nuevos organismos no obedece a una necesidad del mercado, por el contrario muchas veces son el resultado de prácticas erróneas y poco reguladas.

Uno de los principales problemas que se presenta en la hibridación es que morfológicamente los híbridos son si-

milares a las especies parentales o con morfo-tipos intermedios, por lo que la identificación a simple vista con caracteres externos no es posible (Miranda-Marín & González-Acosta, 2012).

Actualmente las técnicas que involucran el uso de datos morfológicos y externos de los individuos, no son ampliamente usadas, puesto que la plasticidad fenotípica hace que los caracteres evaluados no siempre puedan ser generalizados para la identificación y diferenciación de especies, variedades e híbridos (Pardo *et al.*, 2005; Miranda-Marín & González-Acosta). Es claro que los caracteres morfológicos son evidencia física de la expresión del genotipo. Por lo tanto, las diferencias entre características específicas corpora-

¹ Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio-Meta, Colombia.

² Grupo de investigación sobre Reproducción y Toxicología en Organismos acuáticos – GRITOX, Instituto de Acuicultura, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio-Meta, Colombia.

les pueden llegar a ser de suma importancia para establecer patrones de diferenciación y herencia (Mateo *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2012).

El híbrido intergenérico *Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*, presenta características comerciales y de levante superiores a las especies parentales, por lo que ha tomado una papel protagónico en la piscicultura de la región Orinoquia de Colombia (Rodríguez-Pulido *et al.*). Sin embargo, su similitud morfológica con las especies parentales puede generar problemas en la comercialización y en el escenario hipotético de posibles fugas al medio natural, puesto que puede ser confundido con alguna de las especies parentales.

Con el fin de diferenciar morfológicamente el híbrido de las especies parentales, el objetivo de este trabajo fue evaluar las relaciones morfométricas, semejanzas y diferencias morfológicas entre el híbrido (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) y sus parentales.

MATERIAL Y MÉTODO

Se trabajó con cincuenta y tres (53) ejemplares adultos: doce (12) individuos híbridos *Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus* (entre 33,44 cm y 53,11 cm de longitud estándar), veinte (20) de la especie *Pseudoplatystoma metaense* (entre 42,5 cm y 65,08 cm de longitud estándar) y veintiún (21) correspondientes a *Leiarius marmoratus* (entre 33,64 cm y 54,32 cm de longitud estándar).

Los híbridos fueron donados por la Finca Acuicultura Primavera. Los ejemplares de las especies parentales fueron comprados en la plaza de mercado San Isidro de la ciudad de Villavicencio, Meta.

Se tomaron dieciocho (18) medidas, según lo establecido por Maldonado-Ocampo *et al.* (2005) y Arce-Zúñiga *et al.* (2014) para peces gato y el género *Pseudoplatystoma* respectivamente. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) como método exploratorio y análisis de discriminantes como técnica estadística multivariada. Esto, para establecer los patrones de variación morfológica considerando los caracteres ya enunciados, entre los ejemplares e identificar aquellas medidas que contribuyen a la distinción en grupos dentro del espacio multivariado

Para el análisis osteológico, se utilizó el neurocráneo de cada uno de los ejemplares. Los ejemplares se preser-

varon en alcohol por dos (2) días para facilitar la acción de la enzima pancreatina. Se trabajó con dos (2) capsulas de pancreatina y treinta y cinco (35) gramos de bórax por cada litro de agua, se utilizaron dos (2) litros de agua para la obtención de seis (6) neurocráneos. Los huesos se tiñeron con una solución de alizarina red e hidróxido de potasio y con otra, de colorante de fibra y alcohol.

Las fotografías de los neurocráneos fueron tomadas sobre un fondo blanco con una regla de lado para la referencia de tamaño. Se utilizó una cámara Canon PowerShot SX530 HS con trípode con las mismas condiciones de enfoque fijo, ángulo de la cámara y relación de ampliación. Se utilizó morfometría geométrica de dos dimensiones (2D) para la recolección de datos de la forma en la vista dorsal del neurocráneo. Con el programa MakeFan8 se ubicaron las plantillas para la ubicación de las referencias anatómicas (Sheets, 2010a). Con los programas TPSEdit y TPSUtil se ubicaron 24 puntos de referencia, 14 landmarks tipo 3 (Guerrero-Arenas *et al.*, 2018) (puntos del 1 al 14) y 12 semilandmarks (puntos del 15 al 24) (Fig. 1).

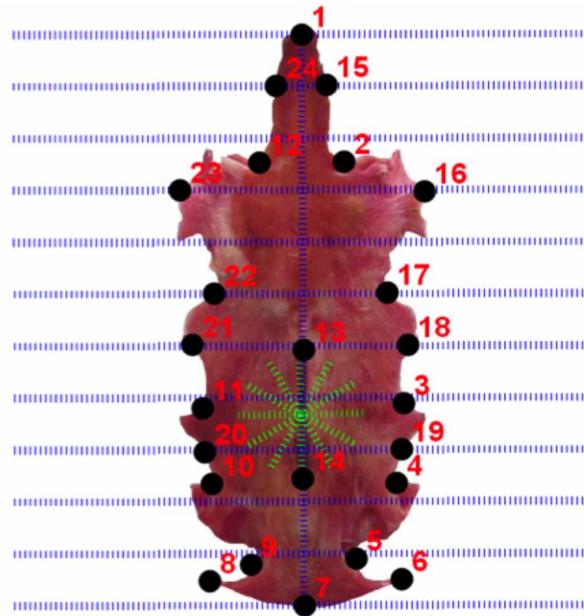


Fig. 1. Ubicación en el neurocráneo de las marcas y semi-marcas realizadas en el programa MakeFan8.

Posteriormente, se importaron las coordenadas obtenidas en TPSUtil a CoordGen8 (Sheets, 2014) para proceder a la superposición de Procrustes, seguido del protocolo de alineación semilandmark con SemiLand8 (Sheets, 2010b): un protocolo de alineamiento con corrección de tamaño, rotación y traslación. Con el progra-

ma Regress 8, se verificó la presencia de alometría en los datos mediante un análisis de regresión; como se encontró alometría, se utilizaron los valores estandarizados, también se realizó un remuestreo Bootstrap de 100 permutaciones. Con estos datos se realizó un análisis de variables canónicas y MANOVA con el programa CVAGen8, para separar estos grupos en función de las variables tomadas (Sheets, 2010c). En este programa también se calcularon las distancias de procrustes, la matriz obtenida se exportó a PAST, en donde se realizó un clúster de agrupamiento con distancias euclidianas mediante el método UPGMA (Guerrero-Arenas *et al.*).

RESULTADOS

El híbrido *P. metaense* x *L. marmoratus* tiene la cabeza corta y estrecha. Presencia de manchas y barras negras distribuidas en la parte dorsal y ventral del cuerpo. Fondo del cuerpo con tonos gris o café en la parte superior del dorso y rosa pálido hacia la parte ventral y aletas. Aletas cubiertas de manchas circulares, sin ningún tipo de manchas sobre la región de la cabeza. Barbillos mentonianos cortos y maxilares que pueden llegar hasta la parte media entre las aletas pectorales y pélvicas. Longitud de la base de la aleta adiposa más grande que la base de la aleta anal (Fig. 2).

Los caracteres evaluados en los tres grupos, las dos especies parentales y el híbrido mostraron evidencia estadística relevante que permite la diferenciación morfológica. En las medidas de contorno, se encontró que en su mayoría el híbrido presenta características intermedias entre las dos especies parentales. En la Tabla I, se observa que variables como la profundidad de la cabeza (PCA), longitud

Tabla I. Media, desviación estándar (DE) y valores mínimo - máximo de las variables tomadas en los tres grupos evaluados.

Var.	Medidas	<i>P. metaense</i>	<i>L. marmoratus</i>	<i>P. metaense</i> x <i>L. marmoratus</i>
LC	Media ± DE	17,80 ± 3,19	9,62 ± 1,28	10,78 ± 1,34
	(min. - máx.)	(13,69- 25,01)	(7,98- 12,98)	(9,14 - 14,35)
PCA	Media ± DE	6,22 ± 0,84	6,86 ± 1,07	5,37 ± 0,76
	(min. - máx.)	(4,82- 8,46)	(5,39- 9,56)	(4,41 - 7,51)
PPC	Media ± DE	3,28 ± 0,54	3,75 ± 0,75	2,90 ± 0,32
	(min. - máx.)	(2,5- 4,14)	(2,82- 6,17)	(2,68 - 3,8)
LPO	Media ± DE	8,47 ± 1,38	4,72 ± 0,62	4,99 ± 0,63
	(min. - máx.)	(6,68- 11,72)	(4,12- 6,41)	(4,52 - 6,72)
LPD	Media ± DE	21,81 ± 2,92	13,34 ± 1,89	13,58 ± 1,72
	(min. - máx.)	(17,82- 28,02)	(10,48- 17,13)	(12,31- 18,35)
LPV	Media ± DE	27,33 ± 3,01	19,69 ± 2,63	18,55 ± 2,46
	(min. - máx.)	(23,1- 31,12)	(14,78- 23,15)	(16,02 - 22,24)
LPA	Media ± DE	32,94 ± 44,65	30,26 ± 3,75	27,28 ± 3,90
	(min. - máx.)	(6,68- 11,72)	(22,61- 40,02)	(24,26 - 38,37)
LRD	Media ± DE	7,40 ± 0,46	9,79 ± 1,66	6,69 ± 1,72
	(min. - máx.)	(6,71- 8,51)	(4,12- 11,65)	(5,42 - 11,5)
LBAD	Media ± DE	4,74 ± 0,71	7,41 ± 1,40	5,12 ± 0,64
	(min. - máx.)	(3,63- 5,89)	(5,61- 11,47)	(4,44 - 6,81)
LAD	Media ± DE	4,31 ± 0,42	12,57 ± 1,66	7,48 ± 0,89
	(min. - máx.)	(3,76- 5,05)	(9,89- 11,65)	(6,42 - 9,1)
LBM	Media ± DE	18,18 ± 4,09	34,77 ± 4,59	19,22 ± 2,63
	(min. - máx.)	(14,53- 32,04)	(25,78- 40,85)	(16,11 - 24,13)
HOP	Media ± DE	14,88 ± 2,98	7,90 ± 1,35	8,90 ± 0,85
	(min. - máx.)	(10,44- 19,65)	(6,36- 12,37)	(8,01 - 10,89)
OO	Media ± DE	8,94 ± 1,24	7,70 ± 1,14	6,73 ± 0,81
	(min. - máx.)	(6,69- 10,91)	(7,3- 10,88)	(6,22 - 9,24)
OOV	Media ± DE	9,73 ± 1,76	9,07 ± 1,59	7,34 ± 1,18
	(min. - máx.)	(7,39- 15,18)	(7,12- 12,72)	(6,43 - 10,19)
ORA	Media ± DE	16,52 ± 2,12	11,24 ± 1,72	10,21 ± 2,48
	(min. - máx.)	(12,7- 21,76)	(8,52- 14,56)	(8,54- 17,68)
UAD	Media ± DE	18,23 ± 2,09	17,43 ± 2,54	14,04 ± 2,35
	(min. - máx.)	(15,51- 23,02)	(12,45- 22,01)	(12,21- 20,08)
OFA	Media ± DE	17,77 ± 2,43	19,07 ± 3,04	15,21 ± 2,14
	(min. - máx.)	(14,71- 23,75)	(15,32- 24,94)	(13,31- 20,65)

LC: longitud de la cabeza, PCA: profundidad de la cabeza, PPC: profundidad del pedúnculo caudal, LPO: longitud postorbital, LPD: longitud predorsal, LPV: longitud preventral, LPA: longitud preanal, LRD: longitud de los radios dorsales, LPC: longitud del pedúnculo caudal, LBAD: longitud base de la aleta dorsal, LAD: longitud de la aleta adiposa, LBM: longitud de los barbicelos mentonianos, HOP: distancia hocico - origen de la aleta pectoral, OO: distancia origen de la aleta dorsal - origen de la aleta pectoral, OOV: distancia origen de la aleta dorsal - origen de la aleta pectoral, ORA: distancia ultimo radio aleta dorsal - origen aleta anal, UAD: distancia último radio aleta dorsal - fin aleta adiposa. OFA: distancia origen de la aleta ventral - fin aleta adiposa.



Fig. 2. Fotografía del híbrido *P. metaense* x *L. marmoratus*. Tomada por: Laura Solarte-Murillo.

preanal (LPA) y longitud de la base de la aleta dorsal (LBAD) muestran que el híbrido tiene un intervalo intermedio entre las dos especies parentales, que le dan características únicas que pueden ser fácilmente diferenciadas. Sin embargo, en casos como la longitud postorbital (LPO) o la longitud de los radios dorsales (LRD) el híbrido presenta mayor similitud con alguno de los parentales, *Leiarius marmoratus* y *Pseudoplatystoma metaense*, respectivamente para los casos anteriores.



Fig. 5. Comparación de los neurocráneos tomados de individuos entre los 35 y 40 cm de longitud estándar. De izquierda a derecha los neurocráneos de: *P. metaense*, *L. marmoratus* y *P. metaense* x *L. marmoratus*.

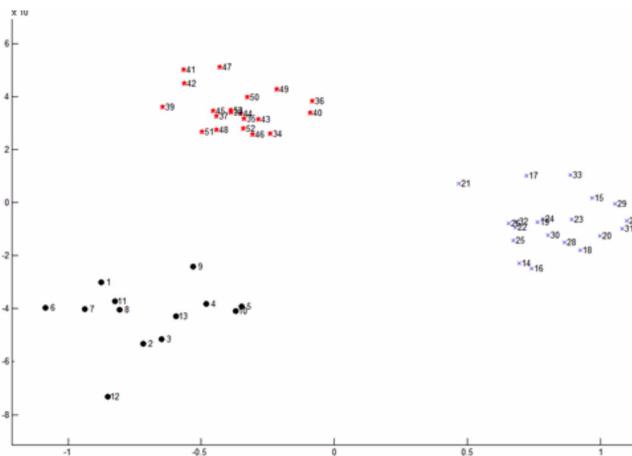


Fig. 6. Gráfico de dispersión del análisis de variables canónicas. Híbrido (1-12, puntos de color negro), *L. marmoratus* (32-53, puntos de color rojo) *P. metaense* (13-31, puntos de color azul).

par a los individuos en los tres grupos, corresponden a cambios en esta zona, donde se encuentran los huesos: mesetmoides, etmoides lateral, parte anterior de los frontales y parte anterior de la fontanela.

Variable	Suma de cuadrados	DF	MC	F
Grupo	0,021842	2	0,0010921	11.89
Error	0,0213846	50	0,000627	
Total	0,0432266	52		

Valor p = 0,003636 basada en 100 permutaciones

La agrupación explicó 79,7827% de la varianza total

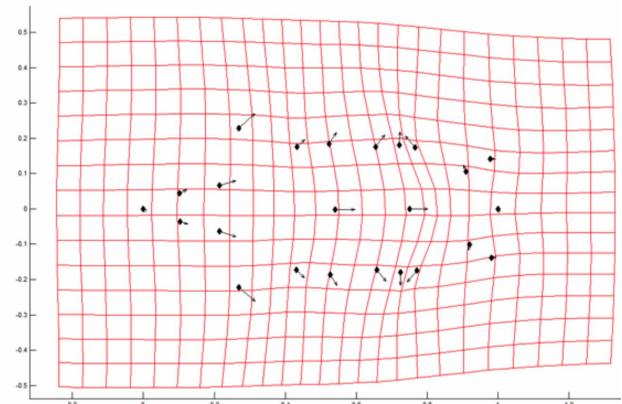


Fig. 7. Grilla de deformación del neurocráneo, la parte antero-dorsal mostró la mayor variación.

Tabla III. Resultados estadísticos de dos ejes significativos en el análisis de variables canónicas.

Comp.	D.E.	Proporción de varianza	Proporción acumulativa
1	0,1806	0,8630	0,8630
2	0,04512	0,05386	0,91686
3	0,03166	0,02652	0,94338

Tabla IV. Datos correspondientes al análisis MANOVA.

Eje	Lambda	Chi cuadrado	DF	p
1	0,0054	148, 7886	88	5.55024e-05
2	0,0847	70, 3537	43	0.00530357

Se calcularon las distancias procrustes para poder establecer la cercanía que tenían los grupos evaluados respecto a los puntos de referencia escogidos para el análisis. En la Figura 8, se observa que los puntos de referencia escogidos para el análisis de la variación del neurocráneo agrupan a *P. metaense* con el híbrido, como se infería en la comparación descrita anteriormente.

DISCUSIÓN

La morfología externa no siempre es fiable cuando se utiliza como único medio de identificación, particularmente para individuos híbridos más allá de la primera generación (Conte-Grand *et al.*, 2015). En casos tanto de híbridos

antropogénicos (Mateo *et al.*) como híbridos naturales (Conte-Grand *et al.*) los análisis morfométricos han podido discriminar efectivamente especies e híbridos, pese a las diferencias morfológicas muy pequeñas.

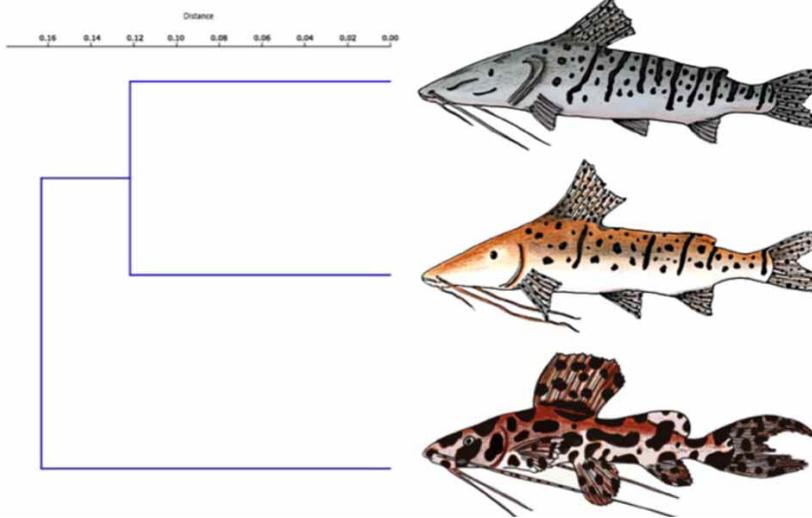


Fig. 8. Dendrograma por UPGMA utilizando el individuo consenso de la morfometría geométrica de las especies analizadas en este estudio.

Las aparentes similitudes entre el híbrido y las especies parentales quedan dilucidadas y diferenciadas con los resultados de este trabajo. Los intervalos y medias de las variables presentadas en la Tabla I exponen la diferenciación de los datos en los que se pueden separar los tres grupos y caracterizar al híbrido en cuestión. En la Tabla I y Figura 2, se observa que el híbrido tiene la cabeza corta similar a la de *L. marmoratus* pero estrecha, con el hocico característico de *P. metaense* (Buitrago-Suárez & Burr, 2007), la longitud predorsal es corta, similar a la encontrada en *L. marmoratus*. Así mismo, tiene aleta dorsal y radios dorsales cortos, de tamaño similar a los de *P. metaense*.

Esta combinación de caracteres crean una configuración distintiva bajo la cual es sencilla la identificación del híbrido, sumado a esto, presenta características intermedias que realzan su diferencia como la aleta adiposa, que tiene tamaños diferentes en los parentales (*P. metaense*: 4,31 cm \pm 0,42 y *L. marmoratus*: 12,57 cm \pm 1,66) y en el híbrido se encuentra con un tamaño intermedio (7,48 cm \pm 0,89), al igual que los barbillones maxilares que no llegan a sobrepasar la aleta adiposa como en *L. marmoratus* (Ramírez-Gil & Ajiaco-Martínez, 2011) pero son más largos que los observados en *P. metaense*, llegando a hasta la parte media de las aletas pectorales y las pélvicas (Buitrago-Suárez & Burr).

En el análisis de componentes principales, la distribución y ubicación de los datos en el morfo-espacio permite apoyar la hipótesis inicial de características intermedias en el híbrido, puesto que según la Tabla I los caracteres considerados se promedian y es por ello que en las Figuras 3 y 4, se observan los puntos correspondientes al híbrido en posición intermedia con respecto a los parentales.

Las diferencias observadas en el análisis osteológico en la Figura 5, se concentran en la longitud del frontal: en *P. metaense*, es más largo lo que le da un aspecto de mayor longitud al neurocráneo, en comparación con el observado en *L. marmoratus*, en donde el frontal es corto y ancho; mientras que, en el híbrido se presenta de nuevo una combinación de caracteres, no hay frontal largo como el encontrado en *P. metaense*, ni ancho como el de *L. marmoratus*, obteniendo así un neurocráneo corto pero delgado. Estas diferencias permiten discriminar las especies parentales y el híbrido con soporte estadístico (Fig. 6).

En la Figura 7, la grilla de deformación señala como puntos de variación significativa la parte anterior del neurocráneo, en donde se encuentra la parte final del frontal y fontanela, etmoides lateral y mesetmoides, lo que concuerda con las diferencias observadas en la Figura 5.

Se encontró en el híbrido mayor porcentaje de similitud con la especie donante de óvulos, *P. metaense* (Fig. 8). Resultados similares han sido encontrados en otros trabajos, en Mateo *et al.* la similitud del híbrido con *P. fasciatus* (especie donante de óvulos) es clara y comparte un gran número de caracteres de contorno, si bien ellos no infieren explicaciones al respecto resaltan que esta similitud sea con la especie de mayor demanda comercial *P. fasciatus*. En este trabajo se infiere que la similitud con la especie donante de óvulos *P. metaense* responde a patrones de herencia, donde además de donar su ADN nuclear también dona el ADN mitocondrial; sin embargo, es necesario orientar futuras investigaciones a evaluar el retrocruce (*Leiarius marmoratus* x *Pseudoplatystoma metaense*) para observar la morfología de este híbrido, observar los patrones de similitud y poder verificar esta hipótesis.

Con los resultados de este trabajo, se puede establecer que la morfometría geométrica sumada de la morfometría lineal puede ser una herramienta útil, para diferenciar especies o híbridos en peces, por lo que los resultados presentados en este trabajo responden a una recomendación para facilitar la identificación de especies e híbridos, tanto en campo como en laboratorio.

AGRADECIMIENTOS. A la finca Acuicultura Primavera por la financiación dada al subvencionar los híbridos para la realización de este proyecto. Y al biólogo Yecid Rojas-Molina por su guía y colaboración durante la ejecución de este proyecto.

PORRAS-RIVERA, G. & RODRÍGUEZ-PULIDO, J. A. Morphometric comparison and characterization of the hybrid (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) and its parental lines (Siluriformes: Pimelodidae). *Int. J. Morphol.*, 37(4):1409-1415, 2019.

SUMMARY: Diversification in the supply of fish farming has led to the hybridization of high commercial value species, such as the large catfish of the Pimelodidae family, in search of the improvement of relevant characteristics. However, one of the main problems of this practice is that morphologically the hybrids are similar to the parental lines or with intermediate forms difficult to differentiate. The new morphometric tools as geometry have managed to quantitatively evaluate the morphological changes, contributing to clarify problems of morphological differentiation. In order to evaluate the morphometric relationships and establish whether, the analyzed characteristics are intermediate in the hybrid with respect to the parental lines, the morphometric characterization of 20 adult specimens of *Pseudoplatystoma metaense*, was performed 21 of *Leiarius marmoratus* and 12 of the hybrid *Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*, for a total of 53 individuals evaluated. Linear morphometry analyses were performed, using body and cranial measurements, sustained in the analysis of principal and discriminating components, as a way of evaluating the contour of the specimens. For the osteological analysis, the neurocranium was used, obtained by means of the maceration protocol; with photographs; these were analyzed using geometric morphometry with the programs of the IMP series. Thus, it was found that the similarities observed at first sight in the hybrid with respect to their parentals, are not representative and therefore, statistically, three defined morphological groups that separate the parental species and the hybrid, thus obtaining an easy-to-identify tool. In the osteological analysis, similarities were found between the neurocraniums of the hybrid and *Pseudoplatystoma metaense*, which raises a pattern of inheritance in which possible convergences and divergences can be evaluated, as a result of hybridization.

KEY WORDS: Geometric morphometry; Aquaculture; Orinoco basin; Osteology; Pisciculture.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce-Zúñiga, J. W.; Alonso-González, J. C.; Hernández-Barrero, S. & Valderrama-Barco, M. 2014. Determinación del tipo de desove y nivel de fecundidad del bagre rayado del Magdalena, *Pseudoplatystoma magdaleniatum* BuitragoSuárez y Burr, 2007 (Siluriformes: Pimelodidae). *Biota Colomb.*, 15 Supl. 1:70-82, 2014.
- Buitrago-Suárez, U. A. & Burr, B. M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512(1):1-38, 2007.
- Conte-Grand, C.; Sommer, J.; Ortí, G. & Cussac, V. Populations of Odontesthes (Teleostei: Atheriniformes) in the Andean region of Southern South America: body shape and hybrid individuals. *Neotrop. Ichthyol.*, 13(1):137-50, 2015.
- Guerrero-Arenas, R.; Zúñiga-Marroquin, T. & Jiménez-Hidalgo, E. How much variation is in the shape of fossil pupation chambers? An exploratory geometric morphometric analysis of *Fictovichnus gobiensis* from the Late Eocene of Oaxaca, southern Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mex.*, 70(2):361-8, 2018.
- Maldonado-Ocampo, J. A.; Ortega-Lara, A.; Usma, J. S.; Galvis, V.; Villa-Navarro, F. A.; Vásquez, G. L.; Prada-Pedrerros, S. & Ardila, R. C. *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", 2005.
- Mateo, J. F.; Delgado, N. & López, H. Caracterización morfométrica del híbrido yaque pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) y sus progenitores (Siluriformes: Pimelodidae). *Rev. Fac. Cienc. Vet. U. C. V.*, 49(1):47-60, 2008.
- Miranda-Marín, M. I. & González-Acosta, A. F. *Inferencias Filogenéticas del Género Eugerres Jordan y Evermann, 1927, mediante la Aplicación de Morfometría Geométrica*. En: Del Moral Flores, L. F.; Martínez, J. A.; López, J. F. & Tello, J. L. (Eds.). *Investigación Ictiológica en México*. Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. pp.97-106.
- Pardo, R.; Scott, S. & Vila, I. Análisis de formas en especies chilenas del género *Trichomycterus* (Osteichthyes: Siluriformes) utilizando morfometría geométrica. *Gayana*, 69(1):180-3, 2005.
- Ramírez-Gil, H. & Ajiaco-Martínez, R. E. *Leiarius Marmoratus* (Siluriformes, Pimelodidae). En: Lasso, C. A.; Agudelo Córdoba, E.; Jiménez-Segura, L. F.; Ramírez-Gil, H.; Morales-Betancourt, M.; Ajiaco-Martínez, R. E.; de Paula Gutiérrez, F.; Usma-Oviedo, J. S.; Muñoz-Torres, S. E. & Sanabria Ochoa, A. I. (Eds.). *I Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia*. Bogotá, Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales, 2011. pp.449-53.
- Rodríguez-Pulido, J. A.; Cruz-Casallas, P. E. & Góngora-Orjuela, A. Hibridación de silúridos: una alternativa para la piscicultura con alto riesgo para la conservación de las especies nativas. *Orinoquia*, 20(1):62-8, 2016.
- Salas, D.; Véliz, D. & Scott, S. Diferenciación morfológica en especies del género *Cheirodon* (Ostariophysi: Characidae) mediante morfometría tradicional y geométrica. *Gayana*, 76(2):142-52, 2012.
- Sheets, H. D. *CoordGen 8*. Buffalo, Department of Physics, Canisius College, 2014. Available from: <https://www.canisius.edu/academics/programs/physics>
- Sheets, H. D. *CVAGen 8*. Buffalo, Department of Physics, Canisius College, 2010c. Available from: <https://www.canisius.edu/academics/programs/physics>
- Sheets, H. D. *MakeFan 1*. Buffalo, Department of Physics, Canisius College, 2010a. Available from: <https://www.canisius.edu/academics/programs/physics>
- Sheets, H. D. *Semiland 8*. Buffalo, Department of Physics, Canisius College, 2010b. Available from: <https://www.canisius.edu/academics/programs/physics>
- Dirección para correspondencia:
Geraldine Porras-Rivera
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad de los Llanos
Villavicencio-Meta
Km 12 Vía Puerto López
COLOMBIA
- Email: Leydi.porras@unillanos.edu.co

Received: 04-04-2019
Accepted: 21-06-2019