INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
079 /	/ 10	27 NOV 2019

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DE INVERTEBRADOS, PECES PELAGICOS Y AMBIENTE MARINO

Programa / Gabinete: Gabinete de Biología Molecular y Microbiología

Actividad: GBMM_7

ANÁLISIS DEL STATUS TAXONÓMICO DE LA RAYA PICUDA DEL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL: *Zearaja brevicaudata* (MARINI, 1933) COMO CONSENSO COMÚN

El status taxonómico de la raya denominada *Z. chilensis* ha presentado controversias desde que se describió. En los últimos años estudios morfométricos y moleculares concordaron en que la raya picuda proveniente del Atlántico Sudoccidental presenta diferencias con las rayas provenientes del mar de Chile y se concuerda en nombrar a las rayas del Pacífico como *Zearaja chilensis*, pero aún no se llega a un consenso para la clasificación de la del Atlántico. En el presente trabajo se realizó una comparación de secuencias *COI* de ejemplares clasificados como *Z. chilensis*, *Z. flavirostris*, *Z. brevicaudata* y *Dipturus lamillai*, con el objetivo de esclarecer el status taxonómico de la raya picuda proveniente del Atlántico sudoccidental. Se tomaron las secuencias de las bases de datos, se llevó a cabo un análisis filogenético por Neighbor-Joining (NJ) y se determinaron las distancias K2P. A partir del agrupamiento resultante en el NJ y las distancias K2P obtenidas dentro del grupo de las rayas picudas del Atlántico Sudoccidental (0,2%) se pudo determinar que las tres especies de Zearaja definidas para el Atlántico (*Z. flavirostris*, *Z. brevicaudata* y *D. lamillai*) pertenecen a la misma especie. Según la revisión de la clasificación de estas rayas se considera correcto denominarlas *Zearaja brevicaudata* con base sobre la descripción de Marini (1933) quien fue el primero en describir la especie con ejemplares del Mar Argentino y se sugiere pasar a sinonimia a *Z. flavirostris*, *Z. brevicaudata* y *D. lamillai*.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR

Institución	Cargo
Jorge Colonello	Jefe condrictios

PREPARADO POR

Firma:

Nombre: IZZO, SILVINA ANDREA

Firma:

Nombre: ANDREOLI, HEBE GABRIELA

Firma:

Nombre: TRUCCO, MARIA INES

APROBADO POR

Jefe de Programa / Gabinete

Dr. MARCELO PAJARO
A/C DIRECCION
Pesquerías de Invertebrados, Peces Pelágicos y Ambiente Marino
Director de área

Director Nacional de Investigación

Dra. CLAUDIA RAQUEL CAROZZA
Dirección Nacional Investigación
INIDEP

CL (RE) HÉCTOR MARCELO LOBBOSCO
Director Técnico
INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

ANÁLISIS DEL STATUS TAXONÓMICO DE LA RAYA PICUDA DEL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL: *Zearaja brevicaudata* (Marini, 1933) COMO CONSENSO COMÚN

Izzo, Silvina Andrea; Andreoli, Gabriela y Trucco, María Inés

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

INTRODUCCIÓN

La raya hocicuda-picuda, *Zearaja chilensis* es endémica de las agua templadas de América del Sur (Licandeo y Cerna, 2007). En el Atlántico Sudoccidental la especie ha sido citada desde Rio Grande del Sur en Brasil hasta Tierra del Fuego en Argentina (Menni y Stehmann, 2000; Gomes y Picado, 2001) y en el Océano Pacífico se encuentra hasta los 31° S en el Pacífico Suroriental (Chile) (Leible, 1987). En Argentina, integra la fauna acompañante de las principales pesquerías, entre ellas la merluza *Merluccius hubbsi*, la corvina *Micropogonias furnieri* y el langostino *Pleoticus muelleri* (Colonello y Cortés, 2014) y debido a que se comercializa al mercado asiático y europeo es una de las rayas con mayor valor económico dentro de las rayas desembarcadas (Massa *et al*., 2004, 2011). De manera similar, en Chile constituye una de las principales especies desembarcadas por las flotas artesanal e industrial (Céspedes *et al*., 2005; Quiroz *et al*., 2008) siendo una especie capturada en todo su rango de distribución. Hasta hace unas décadas *Z. chilensis* era descripta como una única especie para todo el rango de distribución, tanto para las aguas del Atlántico sudoccidental como para las del Pacífico. Sin embargo estudios a nivel morfométrico y molecular (Naylor *et al*., 2012; Izzo *et al*., 2017; Gabanelli, *et al*., 2018) evidenciaron la existencia de dos especies diferentes para estas aguas.

El status taxonómico de la raya denominada *Z. chilensis* ha presentado controversias desde que se describió y ha traído confusión a la comunidad científica y el sector pesquero desde entonces. El primer nombre otorgado a la especie fue *Raia chilensis* sobre la base de una descripción de un ejemplar macho capturado en la Bahía Quinteros de Chile por Guichenot en 1848. Posteriormente, Phillipi (1892) la nombró como *Raia flavirostris* basándose en una descripción realizada sobre dos ejemplares hembra de la misma región. Luego de la descripción de Phillipi (1892) varios autores consideraron a *R*. *chilensis* (De Buen, 1959; Pequeño, 1989; Pequeño y Lamilla, 1985; 1993; Lloris y Rucabado, 1991; Saéz y Lamilla, 1997) como nombre original y otros se inclinaron por *R. flavirostris* (Menni y Stehmann, 2000; Stehmann, 1970; Menni, 1973; Menni *et al*., 1984; Lòpez *et al.,* 1989). En el 2007, Last y Gledhill reasignaron estas especies al género *Zearaja*, y sinonimizan *Z. flavirostris* con Z. *chilensis*, al igual que Vargas Caro *et al*. (2015). Hasta ese momento no había estudios que compararan ejemplares del Pacífico con los del Atlántico, y se creían una única especie. Sin embargo, Naylor *et al.* (2012) a partir de un estudio filogenético con secuencias $NADH_2$ de ejemplares de *Z. chilensis* provenientes de Chile y de las Islas Malvinas, determinaron distancias génicas mayores a las que se esperan para una única especie, concluyendo que ambas especies nominales (*Z. chilensis* y Z. *flavirostris*) eran diferentes. Finalmente Izzo *et al*. (2017) compararon secuencias *COI* de ejemplares denominados como *Z. chilensis* de Chile y de la Plataforma Argentina y encontraron, al igual que Naylor *et al.* (2012), que dentro de la denominación de *Z. chilensis* se encontraban representadas dos especies. En estos dos últimos trabajos los autores sugirieron nombrar a la especie del Atlántico como *Z*. *flavirostris* y *Z. chilensis* a la del Pacífico. Un estudio realizado por Gabbanelli *et al.* (2018) con ejemplares de Argentina y Chile, reafirmó que las *Z. chilensis* del Pacífico pertenecen a otra especie distinta de las del Atlántico. Sin embargo, en el mencionado estudio, se consideró que las rayas del Atlántico Sudoccidental deben ser nombradas como *Z. brevicaudata*, basados en una descripción de Marini (1933), quien fue el primero en realizar una descripción de estas rayas con ejemplares colectados en el Mar Argentino.

Por último, Concha *et al*. (2019), realizaron un estudio donde compararon datos morfométricos y moleculares con el marcador $NADH_2$, entre ejemplares de Chile y de las Islas Malvinas, y reportaron una nueva especie críptica (especies indistiguibles morfológicamente pero con diferencias genéticas) en las Islas a la cual nombran como *Dipturus lamillai*. Sin embargo, en

COMERCIALIZADO

el mencionado trabajo sólo se consideraron ejemplares del Atlántico Sudoccidental sin tener en cuenta que los ejemplares que quedan bajo la denominación de *Z. flavirostris* (Izzo *et al*., 2017) o *Z. brevicaudata* (Gabbanelli *et al.,* 2018) tienen una distribución que abarca posiblemente las Islas Malvinas. Por lo tanto, la denominación de *D. lamillai* como nueva especie críptica con *Z. chilensis* es cuestionable. Está claro que estos últimos tres autores coinciden en la existencia de dos especies de rayas distintas para las aguas del Pacífico y del Atlántico, pero la denominación de la raya del Atlántico aún está en discusión.

El objetivo de este trabajo fue realizar una comparación entre las secuencias *COI* utilizadas en los tres trabajos mencionados para esclarecer las controversias del status taxonómico de la raya picuda del Atlántico Sudoccidental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una comparación de secuencias *COI* de ejemplares clasificados como *Z. chilensis*, *Z. flavirostris*, *Z. brevicaudata* y *D. lamillai*. Estas secuencias fueron seleccionadas debido a que se utilizaron en los análisis filogenéticos de los estudios de Izzo *et al*. (2017), Gabbanelli *et al*. (2018) y Concha *et al*. (2019). Se analizaron un total de 49 secuencias provenientes de ejemplares capturados tanto en el Atlántico Sudoccidental como en el Pacífico Sudoriental, y se utilizaron secuencias *COI* de *D. kwantungensis*, *D. laevis* y *D. gudgeri* como extragrupo (Anexo 1).

Una vez obtenidas las secuencias (alrededor de 600 pb) de las bases de datos BOLD y Gen Bank, se corroboró su calidad con el programa Bioedit Sequence Alignment Editor (Hall, 1999) y se realizó un alineamiento múltiple con el software MEGA 5.2 (Tamura *et al*., 2011). Se calcularon las distancias genéticas intra e interespecíficas usando el modelo de distancias K2P (Kimura, 1980), se generó una matriz de distancias de a pares con todas las secuencias obtenidas y se realizó una representación gráfica mediante Neighbor-Joining (NJ) con 5000 réplicas de *bootstraps* para evaluar la topología en el MEGA 5.2.

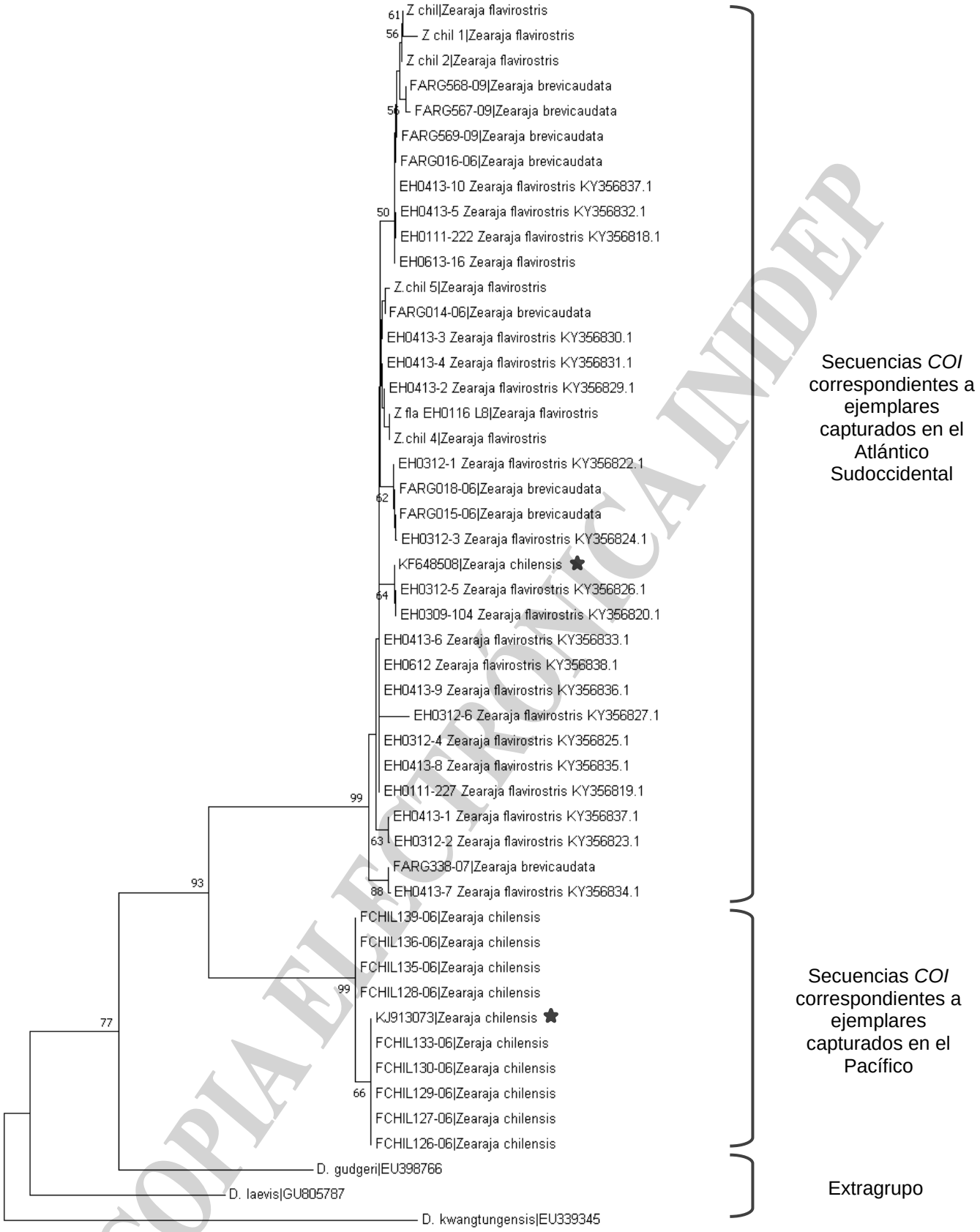
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los últimos años estudios morfométricos y moleculares (Izzo *et al*., 2017; Gabbanelli *et al*., 2018; Concha *et al*., 2019) estuvieron de acuerdo en que los ejemplares de *Zearaja chilensis* provenientes del Atlántico sudoccidental presentan diferencias con las rayas provenientes del Pacífico como para ser designada una única especie. En los mencionados trabajos se obtuvieron marcadores que llevaron a concluir que la raya del Pacífico es una especie distinta de la del Atlántico y concuerdan en nombrar a la primera como *Zearaja chilensis,* pero se encuentran controversias para la clasificación de la segunda. Por lo tanto, en el presente trabajo se buscaron puntos de comparación comunes a estos tres estudios con el fin de esclarecer el status taxonómico de la raya hocicuda-picuda proveniente del Atlántico sudoccidental.

Debido a que el trabajo de Concha *et al*. (2019) se llevó a cabo con el marcador $NADH_2$, no había puntos en común de comparación a nivel molecular con los otros estudios que se realizaron con el gen mitocondrial *COI*. Sin embargo, se encontró que estos autores incluyeron en sus análisis filogenéticos dos secuencias $NADH_2$ provenientes de dos genomas mitocondriales completos registrados en Genbank bajo los accesos KJ913073 (Vargas-Caro *et al*., 2014) y KF648508 (Jeong y Lee, 2014). Estos genomas que provienen según sus autores de ejemplares de *Z. chilensis*, se utilizaron en este trabajo para tomar sus secuencias *COI* y poder de esta manera comparar todos los estudios.

En el análisis NJ realizado por Concha *et al.* (2019) la secuencia $NADH_2$ KJ913073 agrupó junto con las secuencias provenientes de ejemplares a los que ellos se refieren como *D. chilensis* (provenientes del Pacífico) y la secuencia $NADH_2$ KF648508, agrupó junto con las secuencias correspondientes a ejemplares denominados *D. lamillai* de las islas Malvinas. Debido a ese resultado, los autores propusieron que el ejemplar de donde provenía dicho genoma (identificado como *Z. chilensis* por Jeon y Lee, 2014) debía en realidad identificarse como *D. lamillai*.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP



COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Figura 1. Árbol Neighbor-Joining generado a partir de las distancias K2P entre las secuencias *COI* de *Z. chilensis* del Pacífico y, *Z. brevicaudata* y *Z. flavirostris* del Atlántico. Las secuencias destacadas provienen de genomas mitocondriales registrados en Genbank que coinciden con los utilizados por Concha *et al*. (2019) para $NADH_2$.

En el análisis NJ (Figura 1) del presente trabajo se observó que las secuencias correspondientes a las rayas capturadas en el Atlántico y el Pacífico formaron dos clados monofiléticos soportados por un 93% de *bootstraps*. Por un lado, se encuentra un taxón que agrupa las secuencias pertenecientes a *Z. chilensis* capturadas en Chile (99% *bootstrap*) que incluye la secuencia *COI* KJ913073, y por otro, se encuentran las secuencias correspondientes a *Z. brevicaudata* (Gabbanelli *et al*., 2018), *Z. flavirostris* (Izzo *et al*., 2017) y también la secuencia *COI* proveniente del genoma mitocondrial KF648508 (Jeong y Lee, 2014). Este agrupamiento resultante, en un solo cluster, para las secuencias correspondientes a ejemplares denominados como *Z. flavirostris*, *Z. brevicaudata* y *D. lamillai*, sugiere que deba considerarse la sinonimia de estas tres especies.

Las distancias K2P dentro de cada grupo fueron de 0,2% para las rayas del Atlántico y del 0,1% para las del Pacífico (Tabla 1A). A su vez, ambos grupos mostraron una divergencia K2P 3,5% entre sí (Tabla 1B). Con el fin de analizar las divergencias entre *Z. flavirostris, Z. brevicaudata* y *D. lamillai* se realizó un cálculo de distancias de a pares K2P (Tabla 1C) de once secuencias específicas. A partir de estos datos se pudo observar que estas secuencias, incluida KF648508 denominada como *D. lamillai* en el trabajo de Concha *et al.* (2019), divergen en promedio un 0,29% ente sí; y con las secuencias de Chile, un 3,5%. Distancia que supera a la anterior en más de un orden de magnitud.

Tabla 1. Distancias K2P expresadas en porcentajes para cada grupo (A), entre grupos (B) y medidas de a pares entre secuencias específicas (C).

A

	% K2P intraespecífica
Atlántico Sudoccidental	0,2
Pacífico	0,1
Extragrupo	0,63

B

	% K2P interespecífica		
Secuencias	1	2	3
1 Atlántico Sudoccidental			
2 Pacífico	3,5		
3 Extragrupo	6,3	5,8	

C

		%K2P de a pares										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	EH0413-7|*Zearaja flavirostris*|KY356834.1											
2	Z_fla_EH0116_L8|*Zearaja flavirostris*	0,5										
3	FARG014-06|*Zearaja brevicaudata*	0,3	0,0									
4	FARG016-06|*Zearaja brevicaudata*	0,5	0,2	0,2								
5	KF648508|*Zearaja chilensis*	0,5	0,2	0,2	0,3							
6	KJ913073|*Zearaja chilensis*	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6						
7	FCHIL133-06|*Zeraja chilensis*	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	0,0					
8	FCHIL128-06|*Zearaja chilensis*	3,2	3,2	3,2	3,4	3,4	0,2	0,2				
9	*D. gudgeri*|EU398766	5,0	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,7			
10	*D. laevis*|GU805787	5,6	5,6	5,6	5,8	5,8	4,9	4,9	5,1	5,6		
11	*D. kwangtungensis*|EU339345	8,2	8,2	8,2	8,2	8,4	7,6	7,6	7,6	6,6	6,5	

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

De acuerdo con las referencias de Ward (2009) designadas para la identificación de especies por secuencias COI, cuando dos ejemplares presentan una distancia K2P ≤0,5%, la probabilidad de que sean la misma especie es mayor al 95%. Cuando la distancia K2P es mayor al 2%, la probabilidad de que sean especies distintas es mayor al 95%. Los resultados de distancias obtenidos en este trabajo confirman que las secuencias del Atlántico tienen una alta probabilidad de pertenecer a la misma especie y ser una distinta respecto de las de Chile. Estos resultados son esclarecedores para confirmar que las tres denominaciones para la raya hocicuda-picuda del Atlántico deben considerarse en sinonimia y que la aparición de una nueva especie críptica en las islas Malvinas es al menos cuestionable.

La revisión de la clasificación de la raya picuda está bien descripta en varios trabajos (Vargas-Caro *et al*., 2015; Gabbanelli *et al*., 2018) y queda claro que *Z. chilensis* y *Z. flavirostris* fueron los primeros nombres usados para describir especímenes chilenos por Guichenot (1848) y Philippi (1892), respectivamente. Por lo tanto, en coincidencia con Gabbanelli *et al*. (2018), consideramos que sería correcto denominar a la raya picuda del Atlántico sudoccidental como *Zearaja brevicaudata* (Marini, 1933), ya que fue el primer nombre dado para describir a las rayas de estas aguas.

CONCLUSIONES

- Los agrupamientos de las secuencias analizadas por NJ y los datos de distancias K2P permitieron concluir que los ejemplares correspondientes a la raya hocicuda-picuda del Atlántico Sudoccidental que queda bajo la denominación de *Zearaja flavirostris*, *Zearaja brevicaudata* y *Dipturus lamillai* son la misma especie.

- Los análisis realizados permiten ratificar la diferenciación de la raya hocicuda-picuda del Atlántico Sudoccidental con *Zearaja chilensis* de Chile como distintas especies.

- A partir de una revisión sobre la clasificación de estas rayas se considera correcto nombrar a la raya picuda del Atlántico Sudoccidental como *Zearaja brevicaudata* (Marini, 1933)

- Para generar un orden en la denominación de la especie del Atlántico sudoccidental se sugiere pasar a sinonimia a *Z. flavirostris, Z. brevicaudata* y *D. lamillai*.

- Se evidencia la necesidad de esclarecer el status taxonómico a nivel de género para *Dipturus* y *Zearaja*. Se llevaran a cabo estudios filogenéticos con distintos marcadores moleculares para dilucidar las controversias para estos géneros.

BIBLIOGRAFIA

CÉSPEDES, R., LICANDEO, R., TOLEDO, C., CERNA, F. & DONOSO, M. 2005. Estudio biológico pesquero y estado de situación del recurso raya volantín, en aguas interiores de la X a XII Regiones. Informe técnico FIP 2003–12. IFOP, Concepción. Retrieved September 25 2014 *Online document.*

COLONELLO, J. & CORTÉS, F. 2014. Parámetros reproductivos de la raya Dipturus chilensis en el Atlántico Sudoccidental (34ºS-48ºS). INIDEP Inf. Tec. 92.

CONCHA, F.J., CAIRA, J.N., EBERT, D.A. & POMPERT, J.H. 2019. Redescription and taxonomic statusa of *Dipturus chilensis* (guichenot, 1848), and description of *Dipturus lamillai* sp. Nov. (Rajiformes: Rajidae), a new species of long-snout skate from Falkland Island. Zootaxa 5:501-524.

DE BUEN, F. 1959. Tiburones, rayas y quimeras en la Estación de Biología Marina de Montemar, Chile, Rev. Biol. Mar. 10: 1–50.

GABBANELLI, V., DÍAZ DE ASTARLOA, J., GONZÁLEZ-CASTRO, M., VÁZQUEZ, D. & MABRAGAÑA, E. 2018. Almost a century of oblivion: Integrative taxonomy allows the resurrection of the longnose skate

COPIA ELECTRONICA INIDEP

Zearaja brevicaudata (Marini, 1933) (Rajiformes; Rajidae). Comptes Rendus Biologies, 341 (9–10), 454–470. https://doi.org/10.1016/j.crvi.2018.10.002.

GOMES, U.L. & PICADO, S.S. 2001. Distribution of the species of Dipturus Rafinesque (Rajidae, Rajinae, Rajini) off Brazil and first record of the Caribbean skate D. teevani (Bigelow & Schroeder), in the Western South Atlantic. Revista Brasileira de Zoología, 18:171–185.

GUICHENOT, A.1848. Fauna Chilena, Peces. In: Gay C (ed) Historia física y política de Chile II. Museo de Historia Natural de Chile, Santiago, pp 137−370.

HALL, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucl. Acids. Symp. Ser. 41:95-98.

IZZO, S.A., ANDREOLI, G. FIGUEROA, D.E. & COSTAGLIOLA, M. 2017. Molecular characterization of sympatric skates of the Dipturus and Zearaja genera of the Argentine Sea with DNA Barcode, Rev. Invest. Desarr. Pesq. 31: 55–74.

JEONG, D. & LEE, Y.H. 2014. Complete mitochondrial genome of the Yellownose skate: Zearaja chilensis (Rajiformes, Rajidae). Mitochondrial DNA.

KIMURA, M. 1980. A simple method of estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. J. Mol. Evol. 16:111-120.

LAST, P.R. & GLEDHILL, D. 2007. The Maugean skate, *Zearaja maugeana sp*. nov. (Rajiformes: Rajidae)–a micro endemic Gondwanan relict from Tasmanian estuaries. Zootaxa 1494:45–65

LICANDEO, R. & CERNA, FT. 2007. Geographic variation in life history traits of the endemic kite skate *Dipturus chilensis* (Batoidea: Rajidae), along its distribution in the fjords and channels of southern Chile. Journal of Fish Biology 71:421-440 doi: 10.1111/j.1095-8649.2007.01499.x.

LEIBLE, M.D. 1987. Descripción taxonómica de juveniles y adultos de Raja (*Dipturus*) flavirostris Philippi 1892 (Rajiformes, Rajidae), capturados frente a la costa de Chile central. Gayana, 51:131–176.

LLORIS. D. & RUCABADO, J. 1991. Ictiofauna del Canal Beagle (Tierra de Fuego): aspectos ecológicos y análisis biogeográfico, Pub Esp IEO. 8. 1– 182.

LÓPEZ, H.L, GARCÍA, N.A. & SAN ROMÁN, N.A. 1989. Ictiofauna del Canal Beagle (Sector Argentino), Neotropica 35: 1–50.

MARINI T.L. 1933. Rectificando errores ictiológicos, Physis 11: 328–332.

MASSA, A.M., HOZBOR, N. & PATRUCCO, M. 2011. Denominación común de la raya *Dipturus chilensis*. Inf. Ases. Tranf. INIDEP Nº 79/2011, 3pp.

MASSA, A.M., LUCÍFORA, L.O. & HOZBOR, N. 2004. Condrictios de las regiones costeras bonaerense y uruguaya. In. SÁNCHEZ, R., VEIS, S. (Eds). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Biología y evaluación del estado de explotación. Pub .Esp. INIDEP, pp 85-99.

MENNI, R.C. 1973. Rajidae del litoral bonaerense. I Especies de los géneros Raja. *Bathyraja* y *Sympterygia* (Chondrichthyes), Physis 32: 413–439.

MENNI, R.C.; RINGUELET, R.A & ARÁMBURU, R.H. 1984 Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Reseña histórica. Clave de familias, géneros y especies, Catálogo crítico, Hemisferio Sur, Buenos Aires, 1984.

MENNI, R.C. & STEHMANN. M.F.W. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s., 2:69–109.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

NAYLOR, G.J.P.; CAIRA, J.N.; JENSEN, K.; ROSANA, K.A.M.; WHITE, W.T. & LAST, P.R. 2012. A DNA sequence-based approach to the identification of sharks and ray species and its implications for global elasmobranch diversity and parasitology. B. Am. Mus. Nat. Hist., 367:1-262.

PEQUEÑO, G. 1989. Peces de Chile, Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 24 1–132.

PEQUEÑO, G. & LAMILLA, J. 1985. Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile (Chondrichthyes, Rajidae), Rev. Biol. Mar. 21:225–271.

PEQUEÑO, G. & LAMILLA, J. 1993. Batoideos comunes a las costas de Chile y Argentina-Uruguay (Pisces: Chondrichthyes), Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 28: 203–217.

PHILLIPPI, R.A. 1892. Algunos peces de Chile: Las rayas, Callorhynchusi Orthagoriscus chilenos. Anales del Museo Nacional de Chile, 3:1-16.

QUIROZ, J.C., WIFF, R., GATICA, C. & LEAL, E. 2008. Composición de especies, tasas de captura y estructura de tamaño de peces capturados en la pesquería espinelera artesanal de rayas en la zona sur-austral de Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 36:15–24.

SAÉZ, S. & LAMILLA, J. 1997. Morfología y disposición de los dientes en una especie con heterodontía sexual: Raja (*Dipturus*) *chilensis* Guichenot, 1848, Biol. Pesq. 26: 25–41.

STEHMANN, M. 1970. Vergleichend morphologische und anatomische untersuchungen zur Neuordnung der Systematik der nordostatlantischen Rajidae (Chondrichthyes, Batoidei), Arch. Fischereiwiss. 21: 73–164.

TAMURA, K., PETERSON, D., PETERSON, N., STECHER, G., NEI, M. & KUMAR, S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. Molecular Biology and Evolution 28: 2731-2739.

VARGAS-CARO, C., BUSTAMANTE, C., BENNETT, M.B. & OVENDEN, J. 2014. The complete validated mitochondrial genome of the yellownose skate Zearaja chilensis (Guichenot 1848) (Rajiformes, Rajidae). Mitochondrial DNA.

VARGAS-CARO, C., BUSTAMANTE, C., LAMILLA, J. & BENNETT, M.B. 2015. A review of longnose skates *Zearaja chilensis* and *Dipturus trachyderma* (Rajiformes: Rajidae) Univ. Sci. 20 (3):321-359.

WARD R. 2009. DNA barcode divergence among species and genera of birds and fishes. Molec. Ecol. Res. 9:1077-1085.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

ANEXO 1.

Referencias geográficas de captura para las secuencias usadas en los análisis del presente estudio.

Secuencia	Región de captura del ejemplar	Referencia
KY356818.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356819.1| *Zearaja flavirostris*	Norte de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356820.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356821.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356822.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356823.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356824.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356825.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356826.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356827.1| *Zearaja flavirostris*	Bahía Grande, Sur de la Patagonia, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356828.1| *Zearaja flavirostris*	Costa de Chubut, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356829.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356830.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356831.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356832.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356833.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356834.1| *Zearaja flavirostris*	Costa de Chubut, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356835.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356836.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
KY356837.1| *Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Izzo et al., 2017
Zchil_*Zearaja flavirostris*	Norte Golfo San Jorge, Mar Argentino	Este trabajo
Zchil1_*Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Este trabajo
Zchil2_*Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Este trabajo
Zchil4_*Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Este trabajo
Zchil5_*Zearaja flavirostris*	Costa Bonaerense, Mar Argentino.	Este trabajo
EH0613-16_*Zearaja flavirostris*	Norte de la Patagonia, Mar Argentino.	Este trabajo
FARG567-09|*Z. brevicaudata*	Costa bonaerense, Mar argentino	Gabbanelli et al., 2018
FARG568-09|*Z. brevicaudata*	Costa bonaerense, Mar argentino	Gabbanelli et al., 2018
FARG569-09|*Z. brevicaudata*	Norte de la Patagonia, Mar argentino	Gabbanelli et al., 2018
FARG016-06| *Z. brevicaudata*	Patagonia Argentina	Gabbanelli et al., 2018
FARG014-06| *Z. brevicaudata*	Patagonia Argentina	Gabbanelli et al., 2018
FARG015-06| *Z. brevicaudata*	Patagonia Argentina	Gabbanelli et al., 2018

COPIA ELECTRONICA INIDEP

FARG018-06| *Z. brevicaudata*	Patagonia Argentina	Gabbanelli et al., 2018
FARG338-07| *Z. brevicaudata*	Uruguay, Atlántico	Gabbanelli et al., 2018
KF648508| *Z. chilensis*	Sin datos	Jeong y Lee, 2014
FCHIL131-06|*Z. chilensis*	Canal Bárbara, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL134-06|*Z. chilensis*	Canal Bárbara, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL136-06|*Z. chilensis*	Canal Lyell, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL135-06|*Z. chilensis*	Canal Lyell, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL139-06|*Z. chilensis*	Canal Lyell, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL133-06|*Z. chilensis*	Canal Lyell, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL128-06|*Z. chilensis*	Canal Lyell, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL127-06|*Z. chilensis*	Canal Molinas, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL126-06|*Z. chilensis*	Canal Molinas, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL130-06|*Z. chilensis*	Canal Molinas, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
FCHIL129-06|*Z. chilensis*	Canal Molinas, Estrecho de Magallanes, Chile	No publicado
KJ913073| *Z. chilensis*	San Antonio, Chile	Vargas-Caro et al., 2014

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP