



Nota científica

Corroboración taxonómica y genética de la presencia del ballesta enmascarado *Sufflamen fraenatum* (Balistidae) para la costa de México

Taxonomic and genetic corroboration of the presence of bridled triggered fish *Sufflamen fraenatum* (Balistidae) for the coast of Mexico

Georgina Palacios-Morales, Eloísa Torres-Hernández, Antonio Campos-Mendoza y Omar Domínguez-Domínguez[✉]

Laboratorio de Biología Acuática, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio "R" planta baja, Ciudad Universitaria 58030, Morelia, Michoacán, México.

✉ goodeido@yahoo.com.mx

Resumen. Se recolectó en la costa del estado de Michoacán, México, un ejemplar de la familia Balistidae, que mediante el uso de caracteres taxonómicos y genéticos se identificó como *Sufflamen fraenatum* (Balistidae). Se corrobora la presencia de esta especie en la costa del Pacífico mexicano, la cual no había sido recolectada desde 1897 y cuyo registro y distribución en las costas de México había sido puesto en duda por diversos autores.

Palabras clave: Michoacán, citocromo oxidasa subunidad 1, taxonómica, biología molecular.

Abstract. A fish from the Balistidae family was collected off Michoacán, Mexico. The fish was identified as *Sufflamen fraenatum* (Balistidae) based on its taxonomic and genetic traits. This finding confirms the presence of this species in the Mexican Pacific. The species has not been collected since 1897; for this reason, its record and distribution in the Mexican coast has been considered as in doubt by several authors.

Key words: Michoacán, cytochrome oxidase subunit 1, taxonomic, Molecular Biology.

El ballesta enmascarado *Sufflamen fraenatum* (Latreille, 1804) es una especie cuya distribución original se encuentra establecida en el océano Índico hacia el este de África y en el Pacífico alrededor de Micronesia hacia las islas Pitcairn y Hawai. En el Pacífico su distribución al norte y al sur está delimitada desde Japón a la isla Lord Howe, Australia (Froese y Pauly, 2013).

Los únicos registros que se tienen documentados de *S. fraenatum* para la costa del Pacífico Oriental Tropical (POT) fueron publicados por Jordan y Evermann (1896-1900) en su obra "The fishes of North and Middle America", siendo mencionados para las islas Venados y Crestón, Mazatlán; La Paz en México e isla Chatham (San Cristóbal), Archipiélago de las Galápagos, Ecuador. Mientras que Jordan y McGregor (1899) publican otro registro para las islas Revillagigedo.

Desde los registros antes mencionados, *S. fraenatum* no se había vuelto a documentar para las costas de México,

sólo fue nombrado por Abitia-Cárdenas et al. (1994) y Martínez-Guevara (2008). El primero menciona que el registro de Jordan y Evermann (1896-1900) podría tratarse de una identificación taxonómica errónea, mientras que el segundo considera que la distribución de la especie en costas mexicanas es incierta, ambos autores deciden invalidar dichos registros, por lo que no se ha considerado la presencia de esta especie para las costas del Pacífico mexicano. El libro de la FAO (1995), la obra de Allen y Robertson (1998) y Robertson y Allen (2008) para los peces del Pacífico Tropical Oriental tampoco consideran la presencia de esta especie para la región.

El 11 de diciembre del 2010 se recolectó un ejemplar en las costas del estado de Michoacán, frente al estero de Mexcalhuacán, municipio de Lázaro Cárdenas; latitud 18°02'48.51" N, longitud-102°40'26.37" O (Fig. 1). El ejemplar fue capturado con una red de arrastre de un barco camarero que faenaba en el área. Se le tomó una muestra de tejido, la cual se depositó en el banco de tejidos del módulo de Biología Evolutiva y Conservación con el número 13 257 para posteriores análisis genéticos.

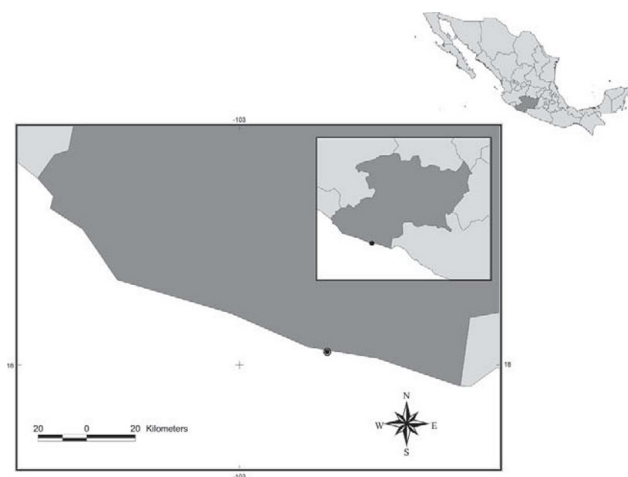


Figura 1. Ubicación del sitio de recolecta del ejemplar de *Sufflamen fraenatum* en la costa de Michoacán.

El espécimen recolectado se fijó con formaldehído al 10% neutralizado con borato de sodio y se preservó en alcohol etílico al 70%, para posteriormente ser depositado en la Colección de Peces del Laboratorio de Biología Acuática, de la facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Registro MICH-PEC-227-07-09), con número de catálogo CPUM-5 680 (Fig. 2).

Para su identificación taxonómica se revisaron las descripciones originales de Shaw (1803) y Latreille (1804), en las cuales no se especifican caracteres merísticos, únicamente mencionan patrones de coloración que se presentan en la etapa adulta. Debido a que el ejemplar recolectado se encuentra en etapa juvenil, estas descripciones no fueron de utilidad para la determinación del ejemplar, por lo que se prosiguió a utilizar otras obras

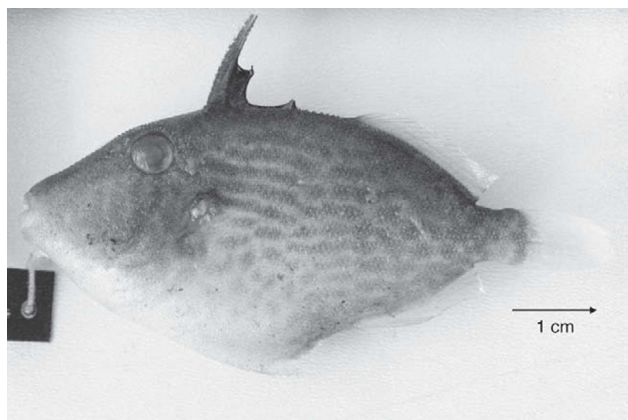


Figura 2. Ejemplar juvenil de *Sufflamen fraenatum*, recolectado en la costa de Michoacán. CPUM 5 680.

donde se presenta un mayor número de caracteres para juveniles y adultos que diagnostican a la especie. Con respecto a lo mencionado en Jordan y Evermann (1896-1900), los conteos merísticos de las aletas dorsal y anal (Cuadro 1) fueron concordantes. En Froese y Pauly (2013) concordó el patrón de coloración descrito para juveniles, color arena con numerosas rayas negras. De acuerdo con la clave de identificación de la FAO (2001) para las especies del Pacífico Central Occidental, los caracteres diagnósticos que llevaron a la asignación del ejemplar como *S. fraenatum* fueron: las escamas por encima de la base de la aleta pectoral y justo detrás de la abertura branquial ampliadas y formando un tímpano flexible; un surco prominente delante del ojo; dientes blancos no muy prominentes; la boca completamente cubierta con escamas; perfiles superior e inferior de la cabeza ligeramente convexo; cuerpo con líneas; escamas formando crestas longitudinales, por lo menos hasta la mitad del cuerpo; sin marcas longitudinales próximas a la abertura branquial y aleta caudal sin bandas.

Debido a la exclusión de esta especie como parte de la fauna del Pacífico Tropical Oriental en obras publicadas en los últimos años, y a pesar de la inequívoca asignación del espécimen a *S. fraenatum* mediante caracteres merísticos y morfológicos, se decidió corroborar la decisión taxonómica con caracteres moleculares. Para los análisis genéticos se realizó la extracción del ADN con el método convencional de extracción proteinasa K/fenol/cloroformo (Hillis et al., 1996), posteriormente se realizó la amplificación del gen mitocondrial Citocromo Oxidasa Sub-unidad I (COI) mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) usando los *primers* FISH 1F y FISH 1R (Ivanova et al., 2007). Se obtuvo un fragmento de 650 pb, el cual se comparó con todas aquellas secuencias de la especie presentes en el banco de genes (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) y en el sistema bold (<http://www.boldsystems.org/>). Esta comparación arrojó entre 98.5 y 99.1% de similitud con organismos de *S. fraenatum* recolectados en el oeste de Opunoho, bahía Mid, islas Moorea, Polinesia Francesa, Pacífico Sur (Cuadro 2), mientras que, cuando se compara con organismos de esta especie recolectados en el sur de África, la similitud se encuentra alrededor del 96.7 a 96.8%.

El análisis filogenético se realizó mediante el método del vecino más cercano con el modelo Jukes y Cantor como modelo evolutivo utilizando el programa MEGA 5 (Tamura et al., 2011). Se incluyeron 7 secuencias registradas en el banco de genes y sistema bold para *S. fraenatum* y la obtenida para el espécimen recolectado en Michoacán, usando como grupo externo a *Sufflamen bursa* y *Sufflamen chrysopterum*. Los resultados muestran la formación de 2 clados, 1 conformado por los organismos del sur de África

Cuadro 1. Caracteres morfométricos y merísticos del ejemplar de *S. fraenatum* recolectado en la costa de Michoacán

Caracteres	Medidas
Longitud total (mm)	65.7
Longitud patrón (mm)	57.5
Altura del cuerpo (mm)	30.6
Longitud cefálica (mm)	21
Diámetro orbital (mm)	5.4
Radio dorsales	III, 31
Radio anales	29
Radio pectorales	14

y otro por los de México y la Polinesia Francesa (Fig. 3). El análisis de distancias *p* no-correctadas (Nei y Kumar, 2000), es decir, la proporción de sitios nucleotídicos totales entre 2 secuencias, arrojó una divergencia media de 2.8% y desviación estándar de 0.6%. Los análisis morfológicos y genéticos corroboran la presencia de *S. fraenatum* en las costas de México, por lo que esta especie debe ser considerada como parte de la ictiofauna marina de las costas del Pacífico Tropical Oriental y del Pacífico mexicano.

El Pacífico Central (PC) y Pacífico Oriental Tropical (POT) son 2 regiones biogeográficas que están separadas por una extensión de océano abierto y profundo de entre 5 000 y 7 000 km, denominada la Barrera del Pacífico Este (BPE) (Ekman, 1953), siendo ésta una barrera biogeográfica para muchos organismos marinos, en la que existen pocas especies que se presentan a ambos lados de la BPE, llamadas especies transpacíficas. Se cree que la mayoría de estas especies y el subsecuente flujo de migrantes a través de la BPE, se logran gracias al transporte de las larvas pelágicas por las corrientes marinas (Lessios y Robertson, 2006), o bien, que han sido taxonómicamente mal asignadas debido a la similitud morfológica, por lo que existe la posibilidad de que éstas se hayan separado

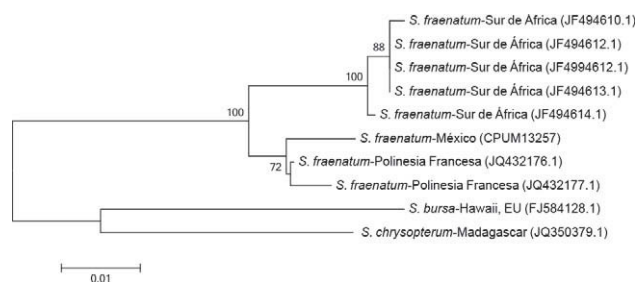


Figura 3. Reconstrucción filogenética de *Sufflamen fraenatum*, a partir del gen mitocondrial COI obtenido por Neighbour-Joining. En cada organismo se señala entre paréntesis el número de acceso en la colección de tejidos CPUM y en el GenBank. Se usaron como grupos externos 2 especies: *Sufflamen bursa* y *Sufflamen chrysopterus*.

históricamente y, por lo tanto, deban ser consideradas especies crípticas (Rowe, 1985). A pesar de que *S. fraenatum* es una especie considerada bentopelágica y que presenta un desove elaborado que incluye la preparación de un nido en el cual se depositan los huevos demersales y adhesivos, del que poco se sabe del estadio larvario (Kawabe, 1984; Ishirata y Kuwamura, 1996), lo que podría suponer una reducida vagilidad de los diferentes estadios. El presente estudio demuestra que *S. fraenatum* es una especie capaz de sortear la BPE; ya que es una especie originaria del PC y océano Índico (OI) (Froese y Pauly, 2013), y presenta poblaciones genéticamente cercanas en el POT (Cuadro 2; Fig. 3). Estos eventos de dispersión a lo largo de la BPE han sido documentados en equinoideos (Lessios et al., 2003) y peces (Rosenblatt y Waples, 1986; Lessios et al., 1998; Bowen et al., 2001; Lessios y Robertson, 2006). Incluso, las distancias genéticas encontradas entre organismos de *S. fraenatum* distribuidos en el OI y el PC presentan divergencias genéticas mayores que aquellas poblaciones que se encuentran separadas por

Cuadro 2. Secuencias analizadas: estimando las distancias *p* no-correctadas. Los valores arriba de la diagonal muestran los porcentajes de similitud entre las secuencias, y los valores por debajo de la diagonal representan la distancia genética en porcentaje

Secuencias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 <i>S. fraenatum</i> -Sur de África (JF494613.1)		99.6	99.8	100	100	97.8	97.2	96.8	90.2	90.9
2 <i>S. fraenatum</i> -Sur de África (JF494614.1)	0.4		99.4	99.6	99.6	97.8	97.2	96.8	90.5	91.3
3 <i>S. fraenatum</i> -Sur de África (JF494610.1)	0.2	0.6		99.8	99.8	97.6	97	96.7	90	90.7
4 <i>S. fraenatum</i> -Sur de África (JF4994612.1)	0.0	0.4	0.2		100	97.8	97.2	96.8	90.9	90.9
5 <i>S. fraenatum</i> -Sur de África (JF494612.1)	0.0	0.4	0.2	0.0		97.8	97.2	96.8	90.2	90.9
6 <i>S. fraenatum</i> -Polinesia Francesa (JQ432176.1)	2.2	2.2	2.4	2.2	2.2		99.4	99.1	90.9	91.7
7 <i>S. fraenatum</i> -Polinesia Francesa (JQ432177.1)	2.8	2.8	3.0	2.8	2.8	0.6		98.5	91.1	91.5
8 <i>S. fraenatum</i> -México (CPUM13257)	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	0.9	1.5		91.1	91.5
9 <i>S. bursa</i> -Hawai, EUA (FJ584128.1)	9.8	9.5	10	9.8	9.8	9.1	8.9	8.9		92.9
10 <i>S. chrysopterus</i> -Madagascar (JQ350379.1)	9.1	8.7	9.3	9.1	9.1	8.3	8.5	8.5	7.1	

la BPE, por lo que al parecer la BPE es menos eficiente para la conectividad entre poblaciones de lo que pudiera representar la barrera del océano Índico, donde al parecer las masas de tierra formada por islas y archipiélagos limitan el movimiento de organismos entre el PC y el OI, patrón que ha sido registrado para otras especies de peces, principalmente especies demersales que presentan poca vagilidad en estadios adultos (Lu et al., 2006; Menezes et al., 2006; Craig et al., 2007).

El financiamiento para este proyecto HJ021 fue otorgado por la Conabio y la Coordinación de la Investigación Científica CIC-2010. Se agradece a todas las personas que colaboraron e integraron el equipo de trabajo.

Literatura citada

- Abitia-Cárdenas, L. A., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. De la Cruz-Agüero y H. Chávez-Ramos. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 20:159-181.
- Bowen, B. W., A. L. Bass, L. A. Rocha, W. S. Grant y D. R. Robertson. 2001. Phylogeography of the trumpetfishes (*Aulostomus*): ring species complex on a global scale. *Evolution* 55:1029-1039.
- Craig, M. T., J. A. Eble, B. W. Bowen y D. Robertson. 2007. High genetic connectivity across the Indian and Pacific Oceans in the reef fish *Myripristis berndti* (Holocentridae). *Marine Ecology Progress Series* 334:245-254.
- Ekman, S. 1953. Zoogeography of the sea. Sidgwick and Jackson. London. 417 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles, sea turtles, sea snakes and marine mammals. Rome. p. 3381-4218.
- Froese, R. y D. Pauly. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org; última consulta: 14.I.2013.
- Hillis, D. M., C. Moritz y B. K. Mable. 1996. Molecular systematics. Segunda edición. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 651 p.
- Ishihara, M. y T. Kuwamura. 1996. Bigamy or monogamy with maternal egg care in the triggerfish, *Sufflamen chrysopterus*. *Ichthyological Research* 43:307-313.
- Ivanova, N. V., T. S. Zemlak, R. H. Hanner y P. D. N. Hebert. 2007. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. *Molecular Ecology* 7:535-716.
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and Middle America. *Bulletin United States National Museum* 47:1-3313.
- Jordan, D. S. y R. C. McGregor 1899. A list of fishes collected at the Revillagigedo Archipiélago and neighboring islands. Report. U. S. Fish Commission for 1898 (1899) 24:271-284.
- Kawabe, R. 1984. Spawning behavior of the bridled triggerfish, *Sufflamen fraenatus*, in the aquarium. *Japanese Journal of Ichthyology* 31:193-197.
- Latreille, P. A. 1804. Tableaux methodiques des poissons. In *Nouveau Dictionnaire d'Histoire Naturelle*. Vol. 24. Deterville Libraire, Paris. p. 71-105.
- Lessios, H. A., B. D. Kessing y D. R. Robertson. 1998. Massive gene flow across the world's most potent marine biogeographic barrier. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 265:583-588.
- Lessios, H. A., J. Kane y D. R. Robertson. 2003. Phylogeography of the pantropical sea urchin *Tripneustes*: contrasting patterns of population structure between oceans. *Evolution* 57:2026-2036.
- Lessios, H. A. y D. R. Robertson. 2006. Crossing the impassable: genetic connections in 20 reef fishes across the eastern Pacific barrier. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273:2201-2208.
- Lu, C. P., C. A. Chen, C. F. Hui, T. D. Tzeng y S. Y. Yeh. 2006. Population genetic structure of the swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758), in the Indian Ocean and West Pacific inferred from the complete DNA sequence of the mitochondrial control region. *Zoological Studies* 45:269-279.
- Martínez-Guevara, A. 2008. Análisis de la ictiodiversidad y patrones biogeográficos en los sistemas costeros de Baja California Sur, México. Tesis maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz. 154 p.
- Menezes, M. R., M. Ikeda y N. Taniguchi. 2006. Genetic variation in skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* (L.) using PCR-RFLP analysis of the mitochondrial DNA D-loop region. *Journal of Fish Biology* 68:156-161.
- Rosenblatt, R. H. y R. S. Waples. 1986. A genetic comparison of allopatric populations of shore fish species from the Eastern and central Pacific Ocean: dispersal or vicariance? *Copeia* 1986:275-284.
- Rowe, F. W. E. 1985. Six new species of *Asterodiscides* A. M. Clark (Echinodermata, Asteroidea), with a discussion of the origin and distribution of the Asterodiscididae and other "amphi-Pacific" echinoderms. *Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle* 7:531-577.
- Shaw, G. 1803. General zoology or systematic natural history. Pisces, vol. 4 (1803). Series in 14 vols. London 1800-1826.
- Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei y S. Kumar. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution* 28:2731-2739.