



First records and expansion of the geographic distribution of the oceanic puffer, *Lagocephalus lagocephalus* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae), in the Gulf of Mexico

Primeros registros y ampliación de distribución geográfica del botete oceánico, *Lagocephalus lagocephalus* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae), en el golfo de México

Luis Fernando Del Moral-Flores^{1*}, Leticia Huidobro-Campos²

¹ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 54090 Tlalnepantla, State of Mexico, Mexico.

² Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 04100 Mexico City, Mexico.

* Corresponding author. E-mail: delmoralfer@gmail.com

ABSTRACT. In the northwestern Atlantic the genus *Lagocephalus* is represented by 2 species: *Lagocephalus lagocephalus*, with an oceanic distribution, and *Lagocephalus laevigatus*, of coastal habits. In the present work the first records of the species in the Gulf of Mexico and Caribbean waters off Mexico are presented, with 18 adult and juvenile specimens being captured. The adults reached sizes of 360–484 mm standard length (SL) and weighed between 845 and 1,900 g, and the sizes of the juveniles ranged between 24 and 30 mm SL, with weight ranging between 1 and 10 g. Specimens were caught using a mid-water net (NMWT 25/25), a surface longline, and a bottom longline in neritic and oceanic waters of the exclusive economic zone in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea off Mexico, at depths ranging from 30 to 312 m. The presence of *L. lagocephalus* may be associated with the climatic conditions of the nortes season, when strong winds blow towards the coastal region, and with the reproductive phase of the species.

Key words: western Atlantic, Campeche Bank, Mexican coast, new record, Tetraodontidae.

RESUMEN. En el Atlántico noroccidental, el género *Lagocephalus* está representado por 2 especies: *Lagocephalus lagocephalus*, con distribución oceánica, y *Lagocephalus laevigatus*, de hábitos costeros. En el presente trabajo se documentan los primeros registros de *L. lagocephalus* en el golfo de México y aguas del Caribe frente a México, con la captura de 18 ejemplares adultos y juveniles. Los adultos alcanzaron tallas de 360-484 mm de longitud estándar (LE) y peso de 845-1,900 g, y las tallas de los juveniles fueron de entre 24 y 30 mm LE, con un peso de 1 a 10 g. Los ejemplares fueron capturados con red de media agua tipo NMWT 25/25, palangre de superficie y palangre de fondo en aguas neríticas y oceánicas de la zona económica exclusiva del golfo de México, a profundidades desde 30 m hasta 312 m. Su captura puede estar asociada con las condiciones climáticas de la época de nortes, que ocasionan vientos fuertes con dirección a la región costera, y con la fase reproductiva de la especie.

Palabras clave: Atlántico occidental, banco de Campeche, costa mexicana, nuevo registro, Tetraodontidae.



INTRODUCTION

The family Tetraodontidae comprises 193 species in 28 genera (Fricke et al. 2021). The fishes in this family are characterized by having intestines with a distensible ventral diverticulum, a modified mandible with 4 dental plates (2 upper and 2 lower), and dorsal and anal fins supported by rays (McEachran and Fechhelm 2005). They inhabit tropical and temperate seas around the world; some species are oceanic, others are coastal, and others can foray into estuaries, whereas some are strictly freshwater species (Shipp 2002). In various parts of the world, tetraodontids are commercially important and support coastal fisheries. Culturally, they are highly valued in Asian cuisine. However, some species have a toxin called tetrodotoxin, which is a potent neurotoxin found mainly in the liver, gonads, stomach, and skin (Smith-Vaniz et al. 1999).

Within the Tetraodontidae, the genus *Lagocephalus* Swainson, 1839 is made up of 9 valid species, but there is evidence of a greater number of species yet to be described (Matssura 2015), which indicates that a taxonomic review of the genus is needed. *Lagocephalus* species are characterized by the presence of a ventrolateral skinfold along the body; a broad silvery-white band on the sides, at eye level, running from snout to caudal peduncle; a divided lateral line, with ventral and lateral extensions; and 2 openings in the nasal organ (Matssura 2010).

In the western Atlantic Ocean, the genus *Lagocephalus* is represented by 3 species: *Lagocephalus laevigatus*, with an amphiatlantic distribution; *Lagocephalus guentheri*, with sporadic records in northeastern Brazil; and *Lagocephalus lagocephalus*, with a broader distribution, in both Atlantic coasts and along the Indo-Pacific coast (Aguilera et al. 2018). Records of *L. lagocephalus* in the western Atlantic Ocean are scarce and sporadic (Shipp 1974, Smith-Vaniz et al. 1999); to date, there is no evidence of its presence within the Gulf of Mexico (McEachran and Fechhelm 2005, McEachran 2009). This study documents the first records of *L. lagocephalus* in the Gulf of Mexico and contributes to a better understanding of the ichthyofaunistic diversity in Mexico.

MATERIALS AND METHODS

The Gulf of Mexico is a partially isolated body of water, with a surface area of 1,138,980 km². It is connected to the Atlantic Ocean and the Caribbean Sea and delimited by an imaginary line from Key West (USA) to Cape Catoche (Mexico) (McEachran and Fechhelm 1998).

Specimens of the oceanic puffer, *L. lagocephalus*, were caught in 2018, 2020, and 2021. In 2018, catches came from 4 mid-water fishing sets, made with a 25/25 NMWT-type net on 28 May, 28 July, and 1–2 August in oceanic waters of the exclusive economic zone of the Gulf of Mexico (Fig. 1), at depths between 30 and 126 m (119°35'45.68"N, 87°15'19.00"W; 22°50'29.23"N, 95°09'37.14"W; 21°50'30.64"N,

INTRODUCCIÓN

La familia Tetraodontidae contiene 193 especies en 28 géneros (Fricke et al. 2021). Los peces de esta familia se caracterizan por tener un intestino con un divertículo ventral distensible, mandíbula modificada con 4 placas dentales (2 superiores y 2 inferiores) y aletas dorsal y anal soportadas por radios (McEachran y Fechhelm 2005). Habitan en los mares tropicales y templados de todo el mundo; algunas especies son oceánicas, otras costeras y otras pueden hacer incursiones en estuarios, mientras que algunas especies son estrictamente dulceacuícolas (Shipp 2002). En diversas partes del mundo, los tetraodóntidos tienen importancia comercial y soportan pesquerías costeras. Culturalmente, son muy apreciados en la gastronomía asiática. Sin embargo, algunas especies tienen una toxina denominada tetrodotoxina, que es un potente neurotóxico que se encuentra principalmente en hígado, gónadas, estómago y piel (Smith-Vaniz et al. 1999).

Dentro de los tetraodóntidos, el género *Lagocephalus* Swainson, 1839 está integrado por 9 especies válidas, pero se han encontrado evidencias de un mayor número de especies aún por describir (Matssura 2015), lo cual indica la necesidad de una revisión taxonómica del género. Las especies de *Lagocephalus* se caracterizan por la presencia de un pliegue cutáneo ventrolateral a lo largo del cuerpo; una banda ancha de color blanco-plateado en los costados, a nivel de los ojos, que va desde el hocico hasta el pedúnculo caudal; una línea lateral dividida, con extensiones ventrales y laterales; y 2 aberturas en el órgano nasal (Matssura 2010).

En el Atlántico occidental, el género *Lagocephalus* está representado por 3 especies, *Lagocephalus laevigatus*, con distribución anfiatlántica, *Lagocephalus guentheri*, con registros esporádicos al nordeste de Brasil, y *Lagocephalus lagocephalus*, con una distribución más amplia, en ambas costas del Atlántico y a lo largo del Indo-Pacífico (Aguilera et al. 2018). Los registros de *L. lagocephalus* en el Atlántico occidental son escasos y esporádicos (Shipp 1974, Smith-Vaniz et al. 1999), y hasta el momento, no se tiene evidencia de su presencia dentro del golfo de México (McEachran y Fechhelm 2005, McEachran 2009). El presente trabajo documenta los primeros registros de *L. lagocephalus* en el golfo de México y contribuye a un mejor conocimiento de la diversidad ictiofaunística de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El golfo de México es una masa de agua parcialmente aislada, con una superficie de 1,138,980 km². Se conecta con el Atlántico y el mar Caribe, y se delimita por una línea imaginaria desde cayo Hueso (EE.UU.) hasta cabo Catoche (México) (McEachran y Fechhelm 1998).

Los ejemplares del botete oceánico, *L. lagocephalus*, se capturaron en 2018, 2020 y 2021. En 2018, las capturas provinieron de 4 lances de pesca de media agua, con una red tipo NMWT 25/25, realizados el 28 de mayo, el 28 de julio

94°57'43.69" W; 21°00'41.29" N, 94°19'09.50" W), during the research cruises JCFINP1805 and JCFINP1807 aboard the R/V *Dr. Jorge Carranza* Fraser of the National Institute of Fisheries and Aquaculture. Another adult specimen was caught on 13 August 2018 at the edge of the continental shelf and the slope of the Yucatán Peninsula (23°40'28.56" N, 88°55'9.48" W), at approximately 312 m depth, during the cruise JCFINP1807, with a surface longline and a circle hook baited with the vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*. The specimens are in the process of being deposited in the Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología of the National Autonomous University of Mexico (UNAM, for its acronym in Spanish). In 2020 and 2021, 8 specimens were caught with a bottom longline with No. 6–10 hooks (Del Moral-Flores et al. 2020) on 12 and 27 December 2020, 10 and 21 April 2021, 24 June 2021, and 17 December 2021, in the southwestern Gulf of Mexico, Tuxtlas region, Veracruz. The catch area corresponds to depths of 250, 280, and 180 m (Fig. 1). Specimens were deposited in the Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (CIFI). Taxonomic determination was made using taxonomic keys (Shipp 2002, McEachran and Fechheman 2005). Weight (Wt), biometric measurements, and meristic features were based on Jribi and Bradai (2012). We examined 3 specimens to extract and weigh the gonads (gonad weight, Wg) and obtained the gonadosomatic index (GSI), which was calculated as a percentage of the Wg/(Wt – Wg) ratio (Devlaming et al. 1982).

y el 1 y 2 de agosto en aguas oceánicas de la zona económica exclusiva del golfo de México (Fig. 1), a profundidades comprendidas entre 30 y 126 m (19°35'45.68" N, 87°15'19.00" W; 22°50'29.23" N, 95°09'37.14" W; 21°50'30.64" N, 94°57'43.69" W; 21°00'41.29" N, 94°19'09.50" W), durante los cruceros de investigación JCFINP1805 y JCFINP1807 a bordo del B/I *Dr. Jorge Carranza Fraser* del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Otro ejemplar adulto se capturó el 13 de agosto de 2018 en el borde de la plataforma continental y el talud de la península de Yucatán (23°40'28.56" N, 88°55'9.48" W), aproximadamente a 312 m de profundidad, durante el crucero JCFINP1807, con palangre de superficie y anzuelo tipo circular cebado con el besugo *Rhomboplites aurorubens*. Los ejemplares se encuentran en proceso de ser depositados en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En 2020 y 2021, se capturaron 8 ejemplares con un palangre de fondo armado con anzuelos del No. 6-10 (Del Moral-Flores et al. 2020) el 12 y 27 de diciembre de 2020, el 10 y 21 de abril de 2021, el 24 de junio de 2021 y el 17 de diciembre de 2021, en el suroeste del golfo de México, región de los Tuxtlas, Veracruz. La zona de captura corresponde a profundidades de 250, 280 y 180 m (Fig. 1). Los ejemplares se depositaron en la Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (CIFI). La determinación taxonómica se realizó mediante claves taxonómicas (Shipp 2002, McEachran y Fechheman

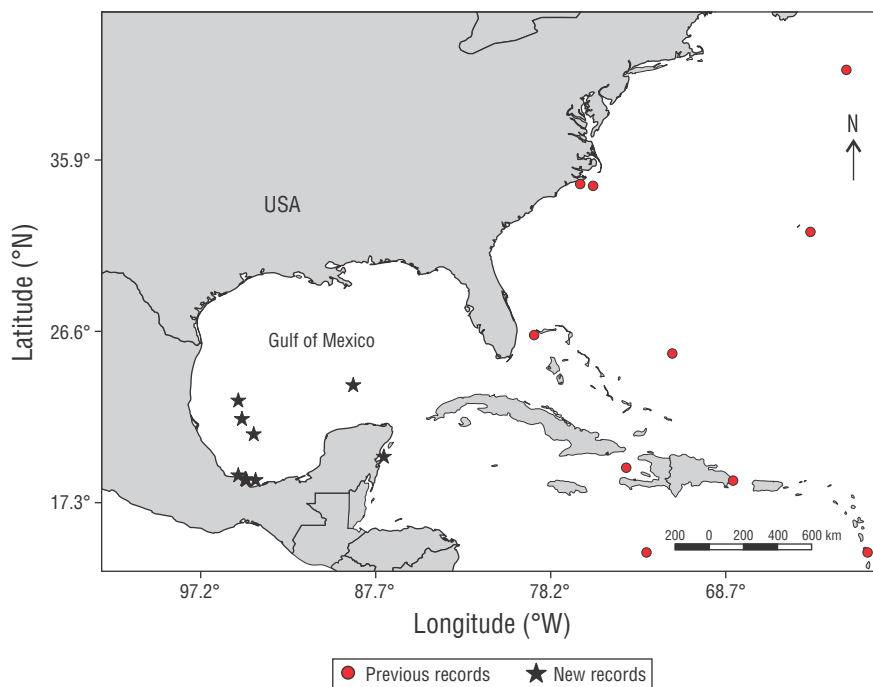


Figure 1. Location of previous records of *Lagocephalus lagocephalus* in the northwest Atlantic Ocean (GBFI 2021) and location of new records in the Gulf of Mexico and Caribbean waters off Mexico.

Figura 1. Localidad de los registros previos de *Lagocephalus lagocephalus* en el Atlántico noroccidental (GBFI 2021) y ubicación de los nuevos registros en el golfo de México y aguas del Caribe frente a México.

RESULTS

The collected specimens were determined as follows:

Class: Actinopterygii

Order: Tetraodontiformes Regan 1929

Family: Tetraodontidae Bonaparte, 1832

Species: *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) (Figs. 2–3, Table 1).

Meristic and morphometric data of the examined non-inflated specimens are shown in Table 1. The body is elongated, fusiform, and narrow; its height, between 2.8 and 4.2 times the standard length (SL). The interorbital distance is equal to or less than the length of the snout. The mouth is terminal, with 2 strong dental plates in each jaw. The snout is blunt and its length is between 2.2 and 2.6 times the cephalic length. The eye is round and its diameter is 15.0 to 19.0 times in SL; it comprises between 18% and 22% of the cephalic length. The nostrils are located in the middle part of the snout. The dorsal fin and anal fin are falcate; the insertion of the first precedes the second. The caudal fin is black and emarginate; the ventral lobe is longer than the dorsal lobe. Pelvic fins are absent.

Dorsolateral coloration is dark and delimited ventrally at the upper margin of the eye. The sides have a wide, whitish-to-greyish, iridescent stripe that runs from the snout to the base of the caudal fin; ventrally, it is white, mainly in the abdominal area where the stomach distends when inflated. The dorsal, anal, and caudal fins are black.

During the catch and handling of the 3 specimens (CIFI registration No. 1925) caught on 17 December 2021, 2 males and 1 female, we observed the release of gametes. The GSI was high in each case: 3.63, 4.39, and 5.68. Testicles



Figure 2. *Lagocephalus lagocephalus* specimens caught in the southwestern Gulf of Mexico (CIFI record No. 1780, 360–398 mm standard length), Veracruz, Mexico.

Figura 2. Ejemplares de *Lagocephalus lagocephalus* capturados en el suroeste del golfo de México (No. de registro CIFI 1780, 360–398 mm de longitud estándar), Veracruz, México.

2005). El peso (Pt), las medidas biométricas y la merística estuvieron basados en Jribi y Bradai (2012). Tres ejemplares fueron examinados para extraer y pesar las gónadas (peso gonadal, Pg), y se obtuvo el índice gonadosomático (IGS), calculado como porcentaje de la relación $Pg/(Pt - Pg)$ (Devlaming et al. 1982).

RESULTADOS

Los ejemplares recolectados fueron determinados como sigue:

Clase: Actinopterygii

Orden: Tetraodontiformes Regan 1929

Familia: Tetraodontidae Bonaparte, 1832

Especie: *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) (Figs. 2-3, Tabla 1).

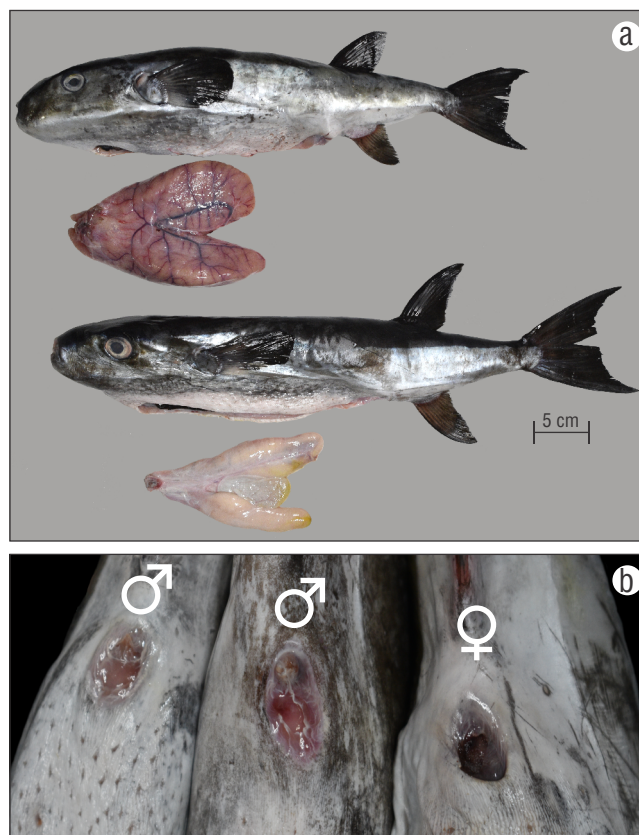


Figure 3. Sexual dimorphism of *Lagocephalus lagocephalus* caught in the southwestern Gulf of Mexico. (a) Specimens in reproductive phase, female (top) and male (bottom), with their respective gonads; (b) ventral region showing the urogenital area for each sex.

Figura 3. Dimorfismo sexual de *Lagocephalus lagocephalus* capturada en el suroeste del golfo de México. (a) Ejemplares en fase reproductiva, hembra (superior) y macho (inferior), con sus respectivas gónadas; (b) región ventral que muestra el área urogenital para cada sexo.

Table 1. Morphometric and meristic data of *Lagocephalus lagocephalus* specimens caught in the Gulf of Mexico. The corresponding registration numbers (CIFI) are shown.

Tabla 1. Datos morfométricos y merísticos de los especímenes de *Lagocephalus lagocephalus* capturados en el golfo de México. Se señalan los números de registro correspondientes (CIFI).

Morphometric data	CIFI 1780	CIFI 1780	CIFI 1781	CIFI 1850	CIFI 1900
Total length (mm)	478	432	486	587	570
Standard length (mm)	398	360	396	484	462
Fork length (mm)	440	405	441	537	519
Head length (mm)	105	104	114	126	134
Maximum body height (mm)	140	101	98	133	109
Eye diameter (mm)	21	23	22	27	24
Pre-dorsal length (mm)	279	262	283	310	312
Preanal length (mm)	285	261	294	352	318
Snout length (mm)	42	40	52	56	54
Postorbital length (mm)	39	39	44	46	56
Interorbital length (mm)	43	40	48	50	49
Caudal fin length (mm)	101	86	104	128	127
Pectoral fin length (mm)	78	67	78	98	94
Peduncle caudal height (mm)	27	24	34	28	27
Dorsal fin height (mm)	60	55	55	78	81
Anal fin height (mm)	58	48	60	70	75
Weight (g)	845	1,080	955	1,900	1,655
Meristic data					
Dorsal fin	14	14	14	14	14
Anal fin	14	13	13	13	13
Pectoral fin	15	16	15	16	16
Caudal fin	10	11	10	11	11

are elongated, consistent, and cream-colored. Ovaries are larger and more robust, vascularized, yellowish in color, and creamy, and oocytes are visible to the naked eye and occupy the entire gonad (Fig. 3a). Externally, males show a conical genital papilla, whereas females have a distended oviductal pore (Fig. 3b).

In total, 18 *L. lagocephalus* specimens were caught. Nine of these specimens were juveniles (21–30 mm SL and 1–2 g) caught in the oceanic part of the Gulf of Mexico and Caribbean waters off Mexico: one of them (30 mm SL and 2 g) at 30 m depth (JCFINP1805) and the remaining 8 (24–30 mm SL and 2–3 g) between 67 and 126 m depth (JCFINP1807). One specimen was an adult (500 mm SL and 1,400 g) caught with longline in the oceanic part at 312 m

Con base en los ejemplares examinados no inflados, los datos merísticos y morfométricos se presentan en la Tabla 1. El cuerpo es alargado, fusiforme y estrecho; su altura está comprendida de 2.8 a 4.2 veces en la longitud estándar (LE). La distancia interorbital es similar o inferior a la longitud del hocico. La boca es terminal, con 2 fuertes placas dentales en cada mandíbula. Hocico romo, su longitud está comprendida de 2.2 a 2.6 veces en la longitud cefálica. El ojo es redondo y su diámetro es de 15.0 a 19.0 veces en la LE, y comprende entre el 18% y el 22% de la longitud cefálica. Las narinas están situadas en la parte media del hocico. La aleta dorsal y la aleta anal son falcadas; la inserción de la primera antecede a la segunda. La aleta caudal es negra y emarginada; el lóbulo ventral es más largo que el dorsal. Las aletas pélvicas son ausentes.

depth (JCFINP1807). Eight specimens were adults caught in the coastal region of Veracruz, southwestern Gulf of Mexico, during bottom fishing: 2 specimens (360–398 mm SL, CIFI 1780) on 12 December 2020, near the town of Zapotitlán, at a depth close to 280 m (18°46'56.70"N, 95°09'40.20"W); 1 specimen (396 mm SL, CIFI 1781) on 27 December 2020, near the town of Zapotitlán, at a depth close to 280 m (18°32'19.99"N, 94°43'42.38"W); 1 specimen (484 mm SL, CIFI 1850) on 21 April 2021, near the town of Zapotitlán, at a depth close to 180 m (18°32'19.99"N, 94°43'42.38"W); 1 specimen (462 mm SL, CIFI 1900) on 24 June 2021, at a depth between 160 and 300 m (18°34'32.10"N, 94°46'58.32"W); and 3 specimens (CIFI 1925) on 17 December 2021, at a depth close to 180 m (18°34'32.10"N, 94°46'58.32"W). Specimens from the Veracruz coast were caught between 160 and 300 m depth, where the dominant substratum is rocky with sand patches. Oceanic specimens were part of the catch of fishing sets made in mid-water, which was dominated by species of the Myctophidae family; juvenile stages of species of Bothidae, Acanthuridae, and Congridae; and invertebrates such as *Pyrosoma* sp.

DISCUSSION

Records of *L. lagocephalus* in the western Atlantic Ocean are sparse. There are records of the species in Canada (Scott and Scott 1988), Florida (USA) and Curaçao (Shipp 1974), North Carolina (USA) (Rohde et al. 1995), Bermuda (Templeman 1962), and Brazil (Santos-Sampaio et al. 2001). There is a record in the northeastern part of Yucatán that must be verified (GIBF 2021), as it could have resulted from a misperception of *L. laevigatus*, whose frequency is predominant in the coastal region. Schmitter-Soto et al. (2000) had not recorded the presence of *L. lagocephalus* in Caribbean waters off Mexico until the year 2000.

There is good knowledge of ichthyofaunistic diversity in the Gulf of Mexico (Hoese and Moore 1998; McEachran and Feckhelm 1998, 2005). In the last review, 1,541 fish species were recorded (McEachran 2009). Within this diversity, the Tetraodontidae family is represented by 9 species (McEachran 2009), but the present record would increase the number of known species in said sea. Shipp (2002) noted that *L. lagocephalus* is present in the Gulf of Mexico, without detailing any records, probably based on the area of distribution of the species. The presence of *L. lagocephalus* could have been obviated due to its habits, as it is frequently present in oceanic waters, which makes its catch and study difficult. Oceanographic anomalies could influence the distribution of the species, since adult specimens were caught after norte events, which could have displaced the specimens towards the coastal zone. Juvenile catches in the oceanic part possibly resulted from the gyres and meanders of the Yucatan Current (Carrillo et al. 2017), which introduce water from the Caribbean Sea into the Gulf of Mexico (Muhling et al. 2013). An example of this is the presence of a juvenile in

La coloración dorsolateral es oscura y se delimita ventralmente en el margen superior del ojo. Los costados presentan una franja ancha blanquecina a grisácea, e iridiscente, que va desde el hocico hasta la base de la aleta caudal; ventralmente, es de color blanco, principalmente en el área abdominal en donde se distiende el estómago al inflarse. Las aletas dorsal, anal y caudal son de color negro.

Durante la captura y la manipulación de los 3 ejemplares (No. de registro CIFI 1925) capturados el 17 de diciembre de 2021, 2 machos y 1 hembra, se observó la liberación de gametos. El IGS fue alto en cada caso: 3.63, 4.39 y 5.68. Los testículos son alargados, consistentes y de color crema. Los ovarios son más grandes y robustos, vascularizados, de color amarillento y cremosos, y los ovocitos son visibles a simple vista y ocupan toda la gónada (Fig. 3a). Externamente, los machos presentan papila genital cónica, mientras que las hembras tienen un poro oviductal distendido (Fig. 3b).

En total, se capturaron 18 especímenes de *L. lagocephalus*. Nueve de estos especímenes fueron juveniles (21-30 mm LE y 1-2 g) capturados en la parte oceánica del golfo de México y aguas del Caribe frente a México: uno de ellos (30 mm LE y 2 g) a 30 m de profundidad (JCFINP1805) y los 8 restantes (24-30 mm LE y 2-3 g) entre 67 y 126 m de profundidad (JCFINP1807). Un espécimen fue un adulto (500 mm LE y 1,400 g) capturado con palangre en la parte oceánica a 312 m de profundidad (JCFINP1807). Ocho especímenes fueron adultos capturados en la región costera de Veracruz, suroeste del golfo de México, durante la pesca de fondo: 2 especímenes (360-398 mm LE, CIFI 1780) el 12 de diciembre de 2020, cerca de la localidad de Zapotitlán, a una profundidad cercana a los 280 m (18°46'56.70"N, 95°09'40.20"W); 1 espécimen (396 mm LE, CIFI 1781) el 27 de diciembre de 2020, cerca de la localidad de Zapotitlán, a una profundidad cercana a los 280 m (18°32'19.99"N, 94°43'42.38"W); 1 espécimen (484 mm LE, CIFI 1850) el 21 de abril de 2021, cerca de la localidad de Zapotitlán, a una profundidad cercana a los 180 m (18°32'19.99"N, 94°43'42.38"W); 1 espécimen (462 mm LE, CIFI 1900) el 24 de junio de 2021, a una profundidad de entre 160 y 300 m (18°34'32.10"N, 94°46'58.32"W); y 3 especímenes (CIFI 1925) el 17 de diciembre de 2021, a una profundidad cercana a los 180 m (18°34'32.10"N, 94°46'58.32"W). Los ejemplares de la costa de Veracruz fueron capturados entre los 160 y 300 m de profundidad, en donde el sustrato dominante es rocoso con parches de arena. Los ejemplares oceánicos formaron parte de la captura de lances de pesca de media agua, donde dominaron especies de la familia Myctophidae; estadios juveniles de especies de Bothidae, Acanthuridae y Congridae; e invertebrados como *Pyrosoma* sp.

DISCUSIÓN

Los registros de *L. lagocephalus* en el Atlántico occidental son escasos. Existen registros de la especie en Canadá (Scott

the Caribbean Sea off the coast of Quintana Roo, Mexico. In addition, the reproduction of *L. lagocephalus* in the Gulf of Mexico was evidenced based on the high values of the GSI and the state of maturity of gonads (in reproductive state) (Sánchez-Cárdenas et al. 2007).

The depth at which the specimens were caught coincides with the great depth at which a specimen was caught in the northeastern part of Brazil (Santos-Sampaio et al. 2001). Records indicate that in addition to being strictly pelagic, *L. lagocephalus* can reach depths close to 1,000 m.

In Mexican waters, the first record of *L. lagocephalus* corresponds to the description of the subspecies *Lagocephalus lagocephalus nigradorsum* by Fowler (1944) based on several small specimens that were caught north of the Islas Marias, in the eastern Pacific (Castro-Aguirre and Lachica-Bonilla 1973). Further studies are needed to understand the validity of the extant subspecies in Mexican coasts.

Recently, as a result of their medical relevance when poisonous species are consumed erroneously, the impact of invasive species, and the management and conservation of puffer fish, genetic studies have been done to try to recognize and clarify intra- and interspecific relationships within the family Tetraodontidae (Turan et al. 2017, Giusti et al. 2019).

ACKNOWLEDGMENTS

This study was funded by the PAPIIT IA207820 project. The authors thank the Sistema Nacional de Investigadores-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Mexico) for the support granted; Armando Campos Pérez and Esbiel Campos Pérez, local fishermen, for providing the specimens from Veracruz; and Emilio Alejandro Reyes Morales for the elaboration of the map. We also thank the National Institute of Fisheries and Aquaculture for the support with the R/V *Dr. Jorge Carranza Fraser*. We thank the anonymous reviewers for their insightful comments, which enriched this work.

English translation by Claudia Michel-Villalobos.

REFERENCES

- Aguilera O, Rodriguez F, Moretti T, Bello M, Lopes RT, Machado AS, dos Santos TM, Béarez P. 2018. First Neogene Proto-Caribbean pufferfish: new evidence for Tetraodontidae radiation. *JS Am Earth Sci.* 85:57-67. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.04.017>
- Carrillo L, Lamkin JT, Johns EM, Vásquez-Yeomans L, Sosa-Cordero F, Malca E, Smith RH, Gerard T. 2017. Linking oceanographic processes and marine resources in the western Caribbean Sea Large Marine Ecosystem subarea. *Environ Dev.* 22:84-96. <http://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.01.004>
- Castro-Aguirre JL, Lachica-Bonilla F. 1973. Nuevos registros de peces marinos en la costa del Pacífico mexicano [New records of marine fish in the Mexican Pacific coast]. *Rev Soc Mex Hist Nat.* 34:147-182.
- Del Moral-Flores LF, Sotelo-Sánchez LA, Ortiz M. 2020. *Nerocila acuminata* (Isopoda: Cymothoidae) como parásito de cápsulas y Scott 1988), Florida (EE. UU.) y Curazao (Shipp 1974), Carolina del Norte (EE. UU) (Rohde et al. 1995), Bermudas (Templeman 1962) y Brasil (Santos-Sampaio et al. 2001). Hay un registro en la zona nororiental de Yucatán que debe ser verificado (GIBF 2021), ya que puede tratarse de una confusión con *L. laevigatus*, cuya frecuencia es predominante en la región costera. Schmitter-Soto et al. (2000) no habían registrado la presencia de *L. lagocephalus* en aguas del Caribe frente a México hasta el año 2000.
- En el golfo de México hay buen conocimiento de la diversidad ictiofaunística (Hoese y Moore 1998; McEachran y Feckhelm 1998, 2005). En la última revisión, se contabilizaron 1,541 especies ícticas (McEachran 2009). Dentro de dicha diversidad, la familia Tetraodontidae está representada por 9 especies (McEachran 2009), pero el presente registro, aumentaría el número de especies conocidas en dicho mar. Shipp (2002) señaló que *L. lagocephalus* está presente en el golfo de México, sin detallar algún registro, probablemente basándose en el área de distribución de la especie. Puede ser que la presencia de *L. lagocephalus* haya sido obviada a causa de sus hábitos, al estar frecuentemente en aguas oceánicas, lo que dificulta su captura y estudio. Las anomalías oceanográficas pueden influir en la distribución de la especie, ya que los ejemplares adultos se capturaron después de eventos de nortes, lo que pudo desplazar a los ejemplares hacia la zona costera. De los juveniles capturados en la parte oceánica, posiblemente se trata de un resultado de los giros y los meandros de la corriente de Yucatán (Carrillo et al. 2017), que introducen agua del Caribe al golfo de México (Muhling et al. 2013). Un ejemplo de ello es la presencia de un juvenil en el Caribe frente a las costas de Quintana Roo, México. Además, se evidenció la reproducción de *L. lagocephalus* en el golfo de México con base en los altos valores del IGS y el estado de madurez de las gónadas (en estado reproductivo) (Sánchez-Cárdenas et al. 2007).
- La profundidad a la que fueron capturados los ejemplares coincide con la gran profundidad donde se capturó un ejemplar en la parte nordeste de Brasil (Santos-Sampaio et al. 2001). Se ha registrado que además de ser estrictamente pelágica, *L. lagocephalus* puede alcanzar profundidades cercanas a los 1,000 m.
- En las aguas mexicanas, el primer registro de *L. lagocephalus* corresponde a la descripción de la subespecie *Lagocephalus lagocephalus nigradorsum* por Fowler (1944), con base en varios ejemplares de tamaño pequeño, que fueron capturados al norte de las islas Marias, en el Pacífico oriental (Castro-Aguirre y Lachica-Bonilla 1973). Es necesario realizar mayores estudios para poder comprender la validez de las subespecies presentes en los litorales mexicanos.
- Recientemente, debido a su importancia médica al consumir de manera equivocada especies venenosas, al impacto de las especies invasoras y al manejo y la conservación de los peces globo, se han realizado estudios genéticos

- ovígeras de *Rostroraja texana*: lista de hospederos conocidos = *Nerocila acuminata* (Isopoda: Cymothoidae) as an egg capsule parasite of *Rostroraja texana*: list of known hosts. *Rev Mar Cost.* 12(1):99-115.
<https://doi.org/10.15359/revmar.12-1.5>
- Devlaming V, Grossman GD, Chapman F. 1982. On the use of the gonadosomatic index. *Comp Biochem Physiol Part A Physiol.* 73(1):31-39.
- Fowler HW. 1944. The fishes. In: Vanderbilt G (ed.), Results of the Fifth George Vanderbilt Expedition (1941) (Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galápagos Archipelago and Mexican Pacific Islands). *Monogr Acad Nat Sci Phila.* 6:57-529.
- Fricke R, Eschmeyer WN, Fong JD. 2021. Eschmeyer's catalog of fishes: genera/species by family/subfamily. San Francisco (CA): California Academy of Sciences; accessed 2021 May 10. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>.
- [GIBF] Global Biodiversity Information Facility. 2021. *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758), GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Copenhagen (Denmark): GBIF Secretariat.
<https://doi.org/10.15468/39omei>
- Giusti A, Guarducci M, Stern N, Davidovich N, Golani D, Armani A. 2019. The importance of distinguishing pufferfish species (*Lagocephalus* spp.) in the Mediterranean Sea for ensuring public health: Evaluation of the genetic databases reliability in supporting species identification. *Fish Res.* 2010:14-21.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.10.003>
- Hoesel HD, Moore RH. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico: Texas, Louisiana, and adjacent waters. College Station (TX): Texas A&M University Press. 422 p.
- Jribi I, Bradai MN. 2012. First record of the Lessepsian migrant species *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) (Actinopterygii: Tetraodontidae) in the Central Mediterranean. *Bioinvasions Rec.* 1(1):49-52.
<http://doi.org/10.3391/bir.2012.1.1.11>
- Matsumura K. 2010. *Lagocephalus wheeleri* Abe, Tabeta & Kitahama, 1984, a junior synonym of *Tetrodon spadiceus* Richardson, 1845 (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). *Mem Natl Mus Sci Tokyo.* 46:39-46.
- Matsumura K. 2015. Taxonomy and systematics of tetraodontiform fishes: a review focusing primarily on progress in the period from 1980 to 2014. *Ichthyol Res.* 62(1):72-113.
<https://doi.org/10.1007/s10228-014-0444-5>
- McEachran JD. 2009. Fishes (Vertebrata: Pisces) of the Gulf of Mexico. In: Felder DL, Camp DK (eds.), *Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota*. College Station (TX): Texas A & M University Press. p. 1223-1316.
- McEachran JD, Fechhelm JD. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico Volume 1: Myxiniiformes to Gasterosteiformes. Austin (TX): University of Texas Press. 1112 p.
- McEachran JD, Fechhelm JD. 2005. Fishes of the Gulf of Mexico. Volume 2: Scorpaeniformes to Tetraodontiformes. Austin (TX): University of Texas Press. 1004 p.
- Muhling BA, Smith RH, Vásquez-Yeomans L, Lamkin JT, Johns EM, Carrillo L, Sosa-Cordero E, Malca E. 2013. Larval fish assemblages and mesoscale oceanographic structure along the Mesoamerican Barrier Reef System. *Fish Oceanogr.* 22(5):409-428.
<https://doi.org/10.1111/fog.12031>
- Rohde FC, Ross SW, Epperly SP, Burgess GH. 1995. Fishes new or rare on the Atlantic seaboard of the United States. *Brimleyana.* 23:53-64.
- para tratar de reconocer y aclarar las relaciones intra e interespecíficas dentro de la familia Tetraodontidae (Turan et al. 2017, Giusti et al. 2019).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el proyecto PAPITT IA207820. Los autores agradecemos al Sistema Nacional de Investigadores-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México) el apoyo otorgado; a Armando Campos Pérez y Esbiel Campos Pérez, pescadores locales, quienes nos proporcionaron los ejemplares de Veracruz; y a Emilio Alejandro Reyes Morales la elaboración del mapa. Nuestro agradecimiento es también para el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura por el apoyo con el B/I *Dr. Jorge Carranza Fraser*. Agradecemos a los revisores anónimos sus acertados comentarios que enriquecieron el presente trabajo.

- Sánchez-Cárdenas R, Ceballos-Vázquez BP, Arellano-Martínez M, Valdez-Pineda MC, Morán-Angulo RE. 2007. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlan coast, Sinaloa, Mexico = Aspectos reproductivos de *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) en la costa de Mazatlán, Sinaloa, México. *Rev Biol Mar Ocean.* 42(3):385-392.
<http://doi.org/10.4067/S0718-19572007000300018>
- Santos-Sampaio CL, Duarte Lopez PR, Olavo G. 2001. Registros de *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) e *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) (Actinopterygii: Tetraodontidae) para o litoral da Bahia, nordeste do Brasil [Records of *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) and *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) (Actinopterygii: Tetraodontidae) for the coast of Bahia, northeast Brazil]. *Interciencia.* 26(4):157-160.
- Schmitter-Soto JJ, Vázquez-Yeomans L, Aguilar-Perera A, Curiel-Mondragón C, Caballero-Vázquez JA. 2000. Lista de peces marinos del Caribe mexicano. *An Inst Biol Univ Nac Autón Méx Ser Zool.* 71(2):143-177.
- Scott WB, Scott MG. 1998. Atlantic fishes of Canada. *Can Bull Fish Aquat Sci.* 219:1-731.
- Shipp RL. 1974. The pufferfishes (Tetraodontidae) of the Atlantic Ocean. *Publ Gulf Coast Res Lab Mus.* 4:1-162.
- Shipp RL. 2002. Tetraodontidae. In: Carpenter KE (ed.), *The living marine resource of the Western Central Atlantic*. Vol. 2: Bony fishes part 2 (Ophistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Rome (Italy): FAO. p. 1988-2013.
- Smith-Vaniz WF, Collette BB, Luckhurst BB. 1999. Fishes of Bermuda: history, zoogeography, annotated checklist, and identification keys. Lawrence (KS): American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 424 p.
- Templeman W. 1962. Record of the Oceanic puffer, *Lagocephalus lagocephalus* (L.), Family Tetraodontidae, from Newfoundland. *J Fish Res Bd Can.* 19(5):811-814.
<https://doi.org/10.1139/f62-050>
- Turan C, Gürlek M, Ergüden D, Uyan A, Karan S, Dođdu SA. 2017. Assessing DNA Barcodes for identification of pufferfish species (Tetraodontidae) in Turkish marine waters. *Nat Eng Sci.* 2(3):48-59.
<http://doi.org/10.28978/nesciences.369538>