



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
División Académica de Ciencias Biológicas



**MORFOLOGÍA CEFÁLICA DEL CAZÓN *Rhizoprionodon terraenovae*
(RICHARDSON 1836) CON ATENCIÓN A LOS POROS SENSORIALES
(ELASMOBRANCHII: CARCHARHINIFORMES)**

Trabajo recepcional, en la modalidad de:

Tesis

Para obtener el título de:

Licenciatura en Biología

Presenta:

Diana Ríos Hernández

Director:

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

MORFOLOGÍA CEFÁLICA DEL CAZÓN
Rhizoprionodon terraenovae
(RICHARDSON 1836) CON ATENCIÓN A
LOS POROS SENSORIALES
(ELASMOBRANCHII:
CARCHARHINIFORMES)

Por Diana Ríos Hernández

CANTIDAD DE PALABRAS 10746

HORA DE ENTREGA

26-JUN-2025 02:34P.M.

NÚMERO DE
IDENTIFICACIÓN DEL
TRABAJO

116937683

MORFOLOGÍA CEFÁLICA DEL CAZÓN *Rhizoprionodon terraenovae* (RICHARDSON 1836) CON ATENCIÓN A LOS POROS SENSORIALES (ELASMOBRANCHII: CARCHARHINIFORMES)

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	dgip.unach.mx Internet	218 palabras — 3%
2	www.coursehero.com Internet	130 palabras — 2%
3	www.researchgate.net Internet	94 palabras — 1%
4	www.gob.mx Internet	48 palabras — 1%
5	inba.info Internet	33 palabras — < 1%
6	cites.org Internet	32 palabras — < 1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Internet	30 palabras — < 1%
8	doczz.es Internet	26 palabras — < 1%
9	link.springer.com Internet	24 palabras — < 1%

10	www.oceandocs.org Internet	24 palabras — < 1%
11	www.zobodat.at Internet	20 palabras — < 1%
12	somepec.org Internet	19 palabras — < 1%
13	cbs1.xoc.uam.mx Internet	18 palabras — < 1%
14	mafiadoc.com Internet	18 palabras — < 1%
15	repositoriodigital.ipn.mx Internet	15 palabras — < 1%
16	Raquel Marquez, Rafael Tavares, Luis Alejandro Ariza. "Elasmobranch species in the artisanal fishery of Sucre State, Venezuela", Ciencias Marinas, 2019 Crossref	13 palabras — < 1%
17	doi.org Internet	10 palabras — < 1%
18	ia801905.us.archive.org Internet	10 palabras — < 1%
19	www.iccat.int Internet	10 palabras — < 1%
20	E Escobar-Briones, M Signoret, D Hernández. "Variation of the macrobenthic infaunal density in a bathymetric gradient: western gulf of mexico", Ciencias Marinas, 1999 Crossref	9 palabras — < 1%

21	comunicacion-cientifica.com Internet	9 palabras — < 1%
22	Luis Fernando Del Moral-Flores, Emmanuel Ramírez-Antonio, Arturo Angulo, Gerardo Pérez-Ponce de León. "Ginglymostoma unami sp. nov. (Chondrichthyes: Orectolobiformes: Ginglymostomatidae): una especie nueva de tiburón gata del Pacífico oriental tropical", <i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i> , 2015 Crossref	8 palabras — < 1%
23	Mariana Haueisen Pinheiro, Roberto E. Reis. "High resolution in turbid waters: Ampullae of Lorenzini in the Daggernose Shark (Valenciennes, 1839) (Elasmobranchii: Carcharhinidae) ", <i>Journal of Fish Biology</i> , 2023 Crossref	8 palabras — < 1%
24	c.coek.info Internet	8 palabras — < 1%
25	dgsa.uaeh.edu.mx:8080 Internet	8 palabras — < 1%
26	hdl.handle.net Internet	8 palabras — < 1%
27	ilustrados.com Internet	8 palabras — < 1%
28	qdoc.tips Internet	8 palabras — < 1%
29	ri.ujat.mx Internet	8 palabras — < 1%
30	s6250e2cbcd1c88c4.jimcontent.com Internet	8 palabras — < 1%

-
- 31 vsip.info
Internet 8 palabras — < 1%
-
- 32 www.car.gov.co
Internet 8 palabras — < 1%
-
- 33 François Poisson, Francisco Abascal Crespo, Jim R. Ellis, Pierre Chavance et al. "Technical mitigation measures for sharks and rays in fisheries for tuna and tuna-like species: turning possibility into reality", Aquatic Living Resources, 2016
Crossref 7 palabras — < 1%
-
- 34 Luis Fernando Del Moral-Flores, María Belén González-Pérez, A.T. Wakida-Kusunoki, Adriana Martínez-Guevara et al. "New records of elasmobranchs (Vertebrata: Elasmobranchii) from the southwestern Gulf of Mexico", Latin American Journal of Aquatic Research, 2022
Crossref 7 palabras — < 1%
-
- 35 idoc.pub
Internet 7 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

DESACTIVADO



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



NOVIEMBRE 09 DE 2020

**C. DIANA RÍOS HERNÁNDEZ
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se les autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"MORFOLOGÍA CEFÁLICA DEL CAZÓN *Rhizoprionodon terraenovae* (RICHARDSON 1836) CON ATENCIÓN A LOS POROS SENSORIALES (ELASMOBRANCHII: CARCHARHINIFORMES)"**, asesorado por el Dr. Nicolás Álvarez Pliego sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez, Dr. Arturo Garrido Mora, Dr. Nicolás Álvarez Pliego, Dr. Miguel Ángel Salcedo Meza y M. en C. Rosa Amanda Florido Araujo.

**A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.

KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400 y 6401, 337-9611, 337-9706, Fax (993) 354-4308 y 358-1579

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y desplifarro de agua y ayuda a conservar los bosques

www.ujat.mx

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Licenciatura denominado: **“MORFOLOGÍA CEFÁLICA DEL CAZÓN *Rhizoprionodon terraenovae* (RICHARDSON 1836) CON ATENCIÓN A LOS POROS SENSORIALES (ELASMOBRANCHII: CARCHARHINIFORMES)”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 09 de Noviembre de Dos Mil Veinte.

AUTORIZO



DIANA RÍOS HERNÁNDEZ

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi mamá por todo tu apoyo, amor y sacrificio en todos estos años. Gracias a ti hemos logrado llegar hasta aquí y lo que aún nos falta recorrer.

A ti papá, aunque nuestra relación no sea tan buena, te agradezco el apoyo que ofreciste durante mi carrera, lo valoro mucho.

A ustedes hermanos, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A ti, mi perrita Mayka por tu compañía cuando me desvelaba.

A ti, Samuel. Por brindarme tu apoyo al inicio de mi carrera, por tus ánimos y por estar siempre pendiente en la elaboración de este trabajo.

Tropita morita: A ustedes, Miranda, Don negro, Mónica, Kristell, Carlos, Lorenzo y Yuni. Por sus ánimos y apoyo para que esta tesis se concluyera. Por esas risas, bromas, cariño, sus molletes y por la amistad que se formó dentro del laboratorio. Gracias.

A mis amigos, por su apoyo, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad gracias: Lalito, Elizabeth, Yuliana. Carlos, Jessica, Huguito, Isela, Jorge.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Esta tesis también va dedicada todos los que compartan el amor y la pasión por los tiburones, y a los que no, también.



Agradecimientos

Agradezco a mi alma mater y a la División Académica de Ciencias Biológicas por haberme permitido formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos. Gracias.

De igual forma agradezco al Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativas (PFCE) por permitirme realizar una estancia en el Centro Disciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), en el departamento de pesquerías y biología marina bajo la asesoría del Dr. Adrián Felipe González Acosta. Con motivo de obtener conocimientos y experiencias en la elaboración de la etapa final de mi tesis.

Al Laboratorio de Humedales por la aceptación y apoyo académico de alto nivel para la elaboración de la tesis.

A los profesores que forman parte de mi comité: MC. Rosa Amanda Florido, Dr. Alberto Sánchez, Dr. Nicolás Álvarez, Dr. Miguel Salcedo, Dr. Garrido Mora. Por la orientación y ayuda que me brindaron para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad. Gracias.

Al Dr. Nicolás Álvarez, por ser más que un profesor, un amigo. Por ser parte de este bonito trabajo, por brindarme su apoyo y de las herramientas necesarias para crecer académicamente. Gracias por compartirme de sus experiencias y sus consejos.

A los profesores de la CICIMAR: Dr. José Luis Ortiz, Dr. Adrián González Acosta y Mc. Víctor, por compartirme de sus experiencias y conocimientos sobre el mundo de los tiburones. Por esa linda amistad que se formó y por su apoyo. Gracias.

A ti Marcela y Magui por su apoyo durante mi estancia en la paz, que sin duda la hicieron muy agradable y por enseñarme a que la paz es un lugar maravilloso.



Tabla Contenido

RESUMEN	vi
ABSTRACTO	vii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
ANTECEDENTES	4
Diagnosis de <i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	5
Ampollas de Lorenzini	6
HIPÓTESIS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
MATERIAL Y MÉTODO	9
Descripción del área de estudio	9
Morfología cefálica	10
Disección cefálica	10
Morfología del condrocráneo y mandíbulas	11
Resultados	12
Morfología cefálica	12
Conteo de los poros electro-sensoriales	12
Descripción de condrocráneo	13
Descripción de las mandíbulas	14
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	20
LITERATURA CITADA	21
FIGURAS Y TABLAS	27



Índice de figuras y tablas

- Figura 1. Medidas morfométricas de la región cefálica de *R. terraenovae*. Vista frontal: LAP: Longitud de la aleta pre-pectoral; LC; Longitud cefálica; LPB: Longitud prebranquial; LP: Longitud preorbital; LPO: Longitud preoral; LPN: Longitud prearinal; LIB: Longitud interbranquial; DO: Diámetro ocular y AO: Ancho del ojo. Vista dorsal: EIO: Espacio inter-orbital; AC: Ancho de la cabeza. Vista ventral: EI: Espacio internarinal; AB: Ancho de la boca; LB: Longitud de la boca; LAN: Longitud del apéndice nasal; AN: Ancho del nostrilo; LSS: Longitud del surco superior; LSI: Longitud del surco superior. Imagen modificada de Compagno et al (2005). 27
- Figura 2. Medidas morfométricas del condrocáneo de *R. terraenovae*. Vista lateral: Cartílagos rostrales laterales (CRL), cartílago medio rostral (CMR), eje mayor (EMA) y eje menor (EM) de las aberturas nasales y altura máxima (AM). Vista dorsal: Longitud total del condrocáneo (LTC), espacio orbital (EO), ancho de la región óptica (AROP) y ancho de la región ótica (AROT). 28
- Figura 3. Conteo de poros electro sensoriales en *R. terraenovae*. Superficie dorsal: MR: Margen rostral; SA: Supraorbitales anteriores (Izq. /Der); SP: Supraorbitales posteriores (Izq. / Der). Superficie ventral: VA: ventral anteriores; N: Nasales; SM: Supramandibulares; PtM: Post- mandibulares; AN: Anteriores nasales; O: Orbitales 29
- Figura 4. Relación de la longitud de la región cefálica (en mm) y la cantidad de poros electro-sensoriales en los 11 ejemplares de *R. terraenovae*. 30
- Figura 5. Regiones del condrocáneo, etmoides, orbital y otico-occipital. Abreviaciones: Basibranquial (Bh); Ceratohial (Ch); Ceratobranquial (CBr); Epibranquial (EBr); Faringobranquial (FBr); Homandibular (Hy); Cartílago de Meckel (Mk) y palatoc cuadrado (Pq). Imagen modificada Kardong (2013). 31
- Figura 6. Regiones del condrocáneo de *R. terraenovae*. (A) vista dorsal: Nódulo rostral (NR), capsulas nasales (CN), fontanela anterior (FA), procesos preorbitales (PR), procesos post-orbitales (PT), techo craneal (TC), canales semicirculares anteriores (CSA), canales semicirculares posteriores (CSP), foramen perilinfático (FP), foramen endolinfático (FE), foramen perilinfático (FP), capsula ótica (CT) y foramen magno (FM). (B) Vista ventral: Fontanela nasal 32



(FN), cóndilos etmoidales (CE), foramen medio etmoidal (FME), placa basal (PB), bordes suborbitales (BS), fenestra estapedial (FS) y cóndilo occipital (CO), hipercalcificación.

Tabla 1. Registro de las 18 medidas morfológicas (en mm) de la región cefálica en 19 ejemplares de *R.terraenovae*. La abreviación de las medidas pueden verse en la Figura 1. ND: Sin datos, M: Mancho H: Hembra. 33

Tabla 2. Cuantificación de los poros electro sensoriales en *R. terraenovae*. Superficie dorsal: MR: Margen Rostral; SA: Supraorbitales Anteriores (Izq/Der); SP: Supraorbitales Posteriores (Izq/Der). Superficie ventral: VA: Ventral Anteriores; N: Nasaes; SM: Supra-mandibulares; PM: Post-mandibulares; AN: Anterior Nasaes (Der/Izq); O: Orbitales (Der/Izq). ND: Sin datos.* Incompleta 34

Tabla 3. Cuantificación de los poros electro sensoriales de los órganos de Lorenzini, en *R. terraenovae*, en la superficie dorsal, regiones: MR: Margen Rostral; SA: Supraorbitales Anteriores (Izq/Der); SP: Supraorbitales Posteriores (Izq/Der). En superficie ventral, regiones: VA: Ventral Anteriores; N: Nasaes; SM: Supra-mandibulares; PM: Post-mandibulares; AN: Anterior Nasaes (Der/Izq); O: Orbitales (Der/Izq). 35

Tabla 4. Medidas del condrocáneo y su longitud cefálica en milímetros (mm) en *R. terraenovae*, estas con respecto a la longitud total del condrocáneo (LTC). Cada una con un ID para su identificación *: sin datos. 36



RESUMEN

Se realizó la descripción de la región cefálica del tiburón cazón *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson), con énfasis en la cantidad de poros electro sensoriales de las ampollas de Lorenzini con el propósito de asociar estas características con la ecología de esta especie y contribuir en su biología. Se obtuvieron 18 medidas morfométricas de la región cefálica, de 19 ejemplares para describir la anatomía de la cabeza de la especie. Se disectó la piel de las cabezas en 11 organismos, se separó la superficie dorsal y la ventral para la cuantificación de poros. Posteriormente se describió la anatomía del condrocráneo. Los ejemplares presentaron un morro ancho, ligeramente redondeado y los surcos labiales son largos y bien desarrollados. El condrocráneo presentó un rostrum largo, algunos con presencia de fenestra rostral, las cápsulas óticas son más amplias que el condrocráneo y se observó la presencia de hipercalcificaciones en el rostrum y procesos post-orbitales. En relación a los poros electro sensoriales, los conteos mostraron que *R. terraenovae* presenta un intervalo total de 1714 a 1773 poros, de los cuales del 56 a 58 % está presente en la superficie dorsal y 41 a 43 % en la superficie ventral. Los resultados muestran que las características morfológicas cefálicas corresponden con el morfotipo general de la familia Carcharinidae, aunque a diferencia de otras especies de *Rhizoprionodon*, el morro de *R. terraenovae* es más redondeado y ensanchado (vs. angosto y puntiagudo). La presencia de hipercalcificaciones en el condrocráneo, probablemente está asociado a los ambientes marinos carbonatados de la península de Yucatán. La composición de poros electro sensoriales de *R. terraenovae* corresponden con la de una especie demersal nerítica, así mismo la cantidad de poros no tiene relación con la talla de los organismos. La falta de una metodología estandarizada para el conteo de los poros genera imprecisiones en los resultados publicados y entre los individuos de la misma especie.



ABSTRACT

The description of the cephalic region of the Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson) with emphasis on the number of electro-sensory pores of Ampullae of Lorenzini was made. The purpose are associate these characteristics with the ecology of this species and contribute with shark biology. The 18 morphometric parameters were obtained of cephalic region from 19 specimens to describe the head anatomy of the species. Head skin dissection was performed in 11 organisms, the dorsal and ventral surfaces were separated for pore quantification. The anatomy of the chondrocranium was subsequently described. The specimens had a wide, slightly rounded snout and the labial furrows are long and well developed. The chondrocranium presented a long rostrum, some with the presence of a rostral fenestra, the otic capsules are wider than the chondrocranium and the presence of hypercalcifications in the rostrum and post-orbital processes were observed. The counts of electro-sensory pores, showed that *R. terraenovae* presents a total range from 1714 to 1773 pores; 56 to 58% are located on the dorsal surface and 41 to 43% on the ventral surface. The results show that the cephalic morphological characteristics correspond to the general morphotype of Carcharinidae, although unlike other species of *Rhizoprionodon*, the snout of *R. terraenovae* is more rounded and width (vs narrow and pointed). The presence of hypercalcifications in the chondrocranium is probably associated with the carbonate marine environments of the Yucatan peninsula platform or shelf. The composition of sensory pores of *R. terraenovae* corresponds to that of a demersal neritic species, and the number of pores is not related to the size of the organisms. The lack of a standardized methodology for counting pores leads to inaccuracies in the published results and between individuals of the same species



INTRODUCCIÓN.

Los elasmobranquios, son un grupo de peces cartilagosos que agrupan a los tiburones y rayas. La mayoría de las especies son de ambientes marinos, donde son reguladores de poblaciones de invertebrados y peces ya que al ser depredadores tope mantienen un equilibrio de la biodiversidad acuática (Helfman et al., 2009).

Este grupo de vertebrados ha sido asociado con peces óseos, pero en realidad presentan varias características que los hacen diferentes. Por ejemplo, el tipo de escamas (dentículos dérmicos); la presencia de hendiduras branquiales en lugar de una apertura opercular; la ausencia de una vejiga natatoria que es reemplazada por un hígado graso; su esqueleto cartilaginoso y sus órganos sensoriales especializados (Helfman et al., 2009).

En este contexto, el sistema electrosensorial asociado a la región cefálica y de gran importancia para los condriictios, son las Ampollas de Lorenzini. Esta estructura es un órgano capaz de detectar campos eléctricos para la localización de sus presas del bentos, evitar depredadores, para la orientación y navegación (Bleckman y Hofmann, 1999; Gallus et al., 2003; Lisney, 2010; Newton et al., 2019). El órgano se compone de una serie de canales y estructuras internas que se comunican con el medio externo a través de poros dérmicos que pueden distinguirse como puntos negros. En los tiburones, estos poros se localizan en la superficie dorsal de la cabeza, sobre la región frontal, rostral y preorbital del condrocráneo y en la parte ventral debajo del rostrum, las cápsulas nasales y las mandíbulas (Fishelson y Baranes, 1998).

La cantidad de los poros electro sensoriales, pueden llegar a reflejar algunas de las características ecológicas en los elasmobranquios. Por ejemplo, las especies neríticas tienen una mayor cantidad de poros si se compara con especies de elasmobranquios oceánicos, lo anterior está asociado con la búsqueda y captura de presas asociadas al fondo (Gallus et al., 2003; Kempster et al., 2012). Kempster et al. (2012) sugiere que los patrones de distribución de los poros podrían estar



fuertemente relacionados con la filogenia de las especies. Otros autores señalan que un mayor conocimiento de este sistema permitiría establecer acciones de conservación y manejo de las especies, por ejemplo la inclusión de repelentes electromagnéticos en las redes de pesca o redes protectoras de playa (Kaimmer y Stoner, 2008; O'Connell et al., 2010; 2011; 2014; Jordan et al., 2013).

No obstante, la atención que se ha prestado al estudio de este sistema electro sensorial y su relación con la biología y ecología de los elasmobranquios es escasa. En México no es la excepción. Sin embargo, las investigaciones enfocadas al estudio de estas estructuras sensoriales es relevante si consideramos que en las costas de nuestro país, se tiene registrado casi el 18 % del total de las especies vivientes de los condríctios del mundo, con una diversidad de aproximadamente 214 especies, de las cuales 111 son tiburones (Del Moral-Flores et al., 2016).

En este sentido, el presente trabajo tiene la finalidad de llevar a cabo el conteo de poros electro sensoriales y su distribución en la anatomía cefálica de la especie endémica del atlántico noroccidental *Rhizoprionodon terraenovae* (Espinosa-Pérez et al., 2004). La especie pertenece al orden de los Carcharhiniformes, el cual se ha registrado como uno de los taxones con un mayor número de poros electro sensoriales (Kempster et al., 2012). Sobre el sistema electrosensorial de esta especie, sólo se conocen aspectos generales sobre la cantidad de poros observados en cinco ejemplares de las costas de Florida, EUA (Cornett, 2006). La información obtenida nos permitirá comparar y entender la composición de estas estructuras en relación con otras especies que comparten las mismas características ecológicas, además de contribuir al conocimiento biológico de la especie.



JUSTIFICACIÓN

Las ampollas de Lorenzini son un sistema electrosensorial en elasmobranquios, compuesto por varias estructuras, entre ellas se distinguen los poros cefálicos que comunican a este sistema con el medio externo. Se ha estudiado que la disposición y cantidad de estos poros en la región cefálica de los tiburones, está relacionado con sus estrategias de alimentación, tipo de hábitat, orientación, navegación y que pueden ser utilizados para su conservación mediante la implementación de redes de pesca como repelentes. A pesar de la relevancia de esta estructura, poca atención científica ha recibido ya que a pesar de la riqueza de los elasmobranquios (1236 spp), solo en el 10 % de su diversidad se han realizado investigaciones sobre la disposición de los poros, en México por ejemplo, este tema no ha sido abordado. En este contexto la presente propuesta de investigación se abordó la morfología cefálica de *R. terraenovae*, el número y disposición de los poros electro sensoriales de la región cefálica para verificar si estos están asociados a la ecología de la especie.



ANTECEDENTES.

Los tiburones del orden Carcharhiniformes se compone de ocho familias, donde Carcharhinidae destaca por ser la segunda más diversa (después de Scyliorhinidae) con 58 especies en 12 géneros (Nelson et al., 2016). En su mayoría presentan un cuerpo fusiforme el cual en su parte anterior comienza con un gran hocico que puede ser ancho y romo o alargado y cónico, con una boca subterminal. La boca es grande y llega a presentar surcos en la parte superior de los labios. Su dentición está compuesta por dientes grandes, triangulares, aserrados o no; su mandíbula puede ser morfológicamente diferente entre la superior y la inferior. Sus ojos se encuentran en posición lateral y son generalmente redondeados, con una membrana nictitante. Los nostrilos o fosas nasales están ubicadas en la superficie ventral, localizadas por delante de la boca. (Castro Aguirre et al., 1999; Robertson et al., 2019).

En México se tiene registradas alrededor de 25 especies de Carcharhinidae, ordenadas en ocho géneros, uno de ellos es *Rhizoprionodon*, cuya talla máxima de sus especies llegan a rebasar los 110 cm de longitud total (Castro, 2011). El volumen de captura de los tiburones de este género es de gran importancia para las pesquerías locales (Castillo-Géniz et al., 1998; Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011; Martínez-Cruz et al., 2016).

De las tres especies registradas en los ecosistemas acuáticos en México, solamente *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson) endémica del Atlántico Noroccidental, se distribuye en el Golfo de México (Espinosa-Pérez et al., 2004). Las dos restantes, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert) y *R. porosus* (Poey) se han registrado en el Pacífico Oriental y Atlántico Occidental (Espinosa-Pérez et al., 2004). De acuerdo a la literatura publicada, solo se conocen aspectos generales de la cantidad de poros electro sensoriales en *R. terraenovae* observados en cinco ejemplares de Florida, EUA (Cornett, 2006) para asociar a la ecología y filogenia de la especie, pero sin profundizar más sobre la distribución de estos en su anatomía cefálica.



El género *Rhizoprionodon* lo conforman siete especies distribuidas en los mares tropicales y subtropicales del mundo. Springer (1964) sugirió que dichas especies deberían estar ordenadas en dos subgéneros: *Protozygaena* y *Rhizoprionodon*, sin embargo esto no ha sido aceptado (Fricke et al., 2020). Las características que distinguen a las especies de *Rhizoprionodon* son: El hocico puntiagudo y largo casi como el ancho de la boca, fosas nasales pequeñas y muy espaciadas. En la parte posterior del labio superior se presenta un surco largo; sus ojos son grandes y redondos; en ambas mandíbulas presentan dientes con puntas angostas y oblicuos generalmente con aserraciones (Springer, 1964; Compagno, 1988; Espinosa-Pérez et al., 2004; Robertson et al., 2019).

Diagnosis de *Rhizoprionodon terraenovae*: La especie de acuerdo a la literatura, se diferencia de *R. longurio* y *R. porosus* por presentar de 58 a 66 vértebras precaudales (vs. 68-86 en *R. longurio* y 66-75 en *R. porosus*). Así mismo, *R. terraenovae* presenta de 23 a 26 dientes superiores y 24 inferiores en comparación con *R. longurio* que presenta 27 a 29 dientes superiores y 26 inferiores. En relación con el surco labial de la mandíbula superior en *R. terraenovae* es de 1.6 a 2.2 % de su longitud total (LT); mientras que en *R. porosus* es de 1.8 a 2.5 % (Springer, 1964; Compagno, 1988; Castro Aguirre et al., 1999).

La especie *R. terraenovae* es de tamaño pequeño (hasta 110 cm de LT). La talla de madurez en las hembras es de 65-80 cm de LT, mientras que en los machos es de 85-90 cm LT. (Compagno et al., 2005). Son tiburones vivíparos, pueden gestar entre cuatro a seis crías (aunque se ha reportado hasta siete), el tiempo de gestación es de 10 a 11 meses. Las crías nacen de 29 a 37 cm LT (Compagno et al., 2005).

La distribución de *R. terraenovae* se reporta en el Atlántico americano, desde las costas de Canadá hasta Honduras, incluyendo el Golfo de México. Es una especie nerítica- pelágica que habita incluso profundidades de 280 metros, sin embargo por lo general se le encuentra a menos de 10 metros frente a playas arenosas, bahías cerradas, estuarios y desembocaduras de ríos, aunque no tolera bajas salinidades (Compagno et al., 2005). La especie realiza migraciones en verano hacia la costa y



en invierno hacia alta mar. Su alimentación por lo general consta de crustáceos y peces pequeños (Compagno, 2002; Compagno et al., 2005; Robertson et al., 2019).

En relación a la importancia económica de esta especie, el volumen de captura de *R. terraenovae* es relevante en la pesca artesanal que se desarrolla en las comunidades adyacentes al sur del Golfo de México. Castillo-Géniz et al. (1998) reportaron que esta especie fue la de mayor captura para las pesquerías de tiburones entre 1993 y 1994. En cuanto a su conservación, la World Conservation Union tiene catalogada a la especie en “preocupación menor” (Cortés, 2009), mientras que en la NOM 059 (SEMARNAT 2010) no está incluida.

Ampollas de Lorenzini: El sistema electro sensorial en los elasmobranquios está compuesto por una serie de electro-receptores, conocidos como ampollas de Lorenzini (Norris, 1929). Las ampollas están compuestas por una serie de vesículas con seis sacos alveolares cubiertos por células epiteliales sensoriales y células de soporte (Waltman, 1966; Whitehead, 2002); Así mismo, las ampollas están organizadas en distintos grupos subdérmicos que están asociados con ramas del nervio de la línea anterior, conectadas hacia el exterior del cuerpo por un canal compuesto de glucoproteínas de una consistencia gelatinosa (Waltman, 1966; Whitehead, 2002; Newton et al., 2019). En los tiburones estas terminaciones se aprecian de manera externa en forma de poros (con menos de 1 mm de diámetro) ubicados en la superficie dorso-ventral de la cabeza, cuya función es actuar como una barrera eléctrica receptora (Tricas, 2001; Newton et al., 2019).

La cantidad y distribución de poros electro sensoriales reflejan las características ecológicas o hábitos alimenticios de cada especie, el incremento de poros puede aumentar la cantidad de células sensoriales en la superficie y por consiguiente intensificar la electro sensibilidad (Kalmijn, 1974; Gallus et al. 2003; Tricas 2001; Newton et al., 2019). No obstante, aunque el número de poros no varía durante el desarrollo, el espacio que hay entre los poros aumenta de manera que la electro sensibilidad puede disminuir (Kajiura, 2001).



La importancia de estudiar las estructuras sensoriales puede incidir en la conservación de las especies, por ejemplo, la pesca incidental es una de las principales causas de mortalidad de elasmobranquios (Jordan et al., 2013) al ser capturados en las redes. La forma en el que las diversas especies detectan los campos eléctricos puede ser una estrategia para manejar las pesquerías de tiburones y disminuir su captura es la búsqueda al crear redes anti-tiburones (O'Connell et al., 2010; Jordan et al., 2013). El uso de imanes en las redes para crear estímulos eléctricos pueden contrarrestar las capturas de estos organismos (Rigg et al., 2009; O'Connell et al., 2010, 2011), así en *Carcharhinus plumbeus* se comprobó una disminución del 62 % de sus capturas (Kaimmer y Stoner, 2008).

En el orden de los Carcharhiniformes según lo reportado, se observa una mayor cantidad de poros electro sensoriales. Ejemplo de esto es en la especie *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith) de la familia Sphyrnidae con 3067 poros (Kajiura, 2001), aunque *Eridacnis radcliffei* Smith de la familia Proscylliidae solo cuenta con 273 poros (Cornett, 2006; Kempster et al., 2012). De igual forma se reportó la cantidad de poros en seis familias, una de ellas Carcharhinidae donde se obtuvo el registro de 21 especies, el menor número de poros (798) se observó en *Galeocerdo cuvier* (Péron & Lesueur) y con 2317 poros en *Carcharhinus plumbeus* Nardo como máximo. No obstante, algunos de los datos presentados por Kempster et al. (2012) son recopilados de trabajos recepcionales no publicados (por ejemplo Daniels, 1997; Cornett, 2006). En estos datos se reporta a *R. terraenovae* presentó en promedio 1810 ± 70 poros electro sensoriales en cinco ejemplares de la región norte del Golfo de México en Estados Unidos.



HIPÓTESIS.

Rhizoprionodon terraenovae es una especie perteneciente a la familia Carcharinidae, de hábitos neríticos. La anatomía, el comportamiento y los rasgos ecológicos de esta especie son compartidos con otros carcarínidos, en los cuales se ha reportado una alta cantidad de poros electro sensoriales (en promedio 1882.5 ± 295.7), en comparación con otras familias de tiburones. En este sentido, la anatomía cefálica así como la composición y la cantidad de poros electro sensoriales en *R. terraenovae* será similar a las demás especies neríticas de la familia Carcharinidae.

OBJETIVO GENERAL.

Describir la morfología cefálica de *Rhizoprionodon terraenovae* y la disposición de los poros electro sensoriales que componen a las ampollas de Lorenzini.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Describir la anatomía cefálica del *Rhizoprionodon terraenovae* con base en la morfometría y osteología de la especie.
2. Cuantificar el número de poros electro sensoriales presentes en *R. terraenovae* con base en las superficies dorsal y ventral y regiones cefálicas.
3. Comparar la morfología externa, la esquelética y el número de poros electro sensoriales de la cabeza de *R. terraenovae* con el de otras especies de carcarínidos.



MATERIAL Y MÉTODO.

Descripción del área de estudio. *Rhizoprionodon terraenovae* tiene una amplia distribución en el Atlántico noroccidental (Espinosa-Pérez et al., 2004). No obstante, por el posible intervalo de distribución de los ejemplares utilizados, la descripción de su área de estudio es acotada a la ecorregión del sur del Golfo de México, de la parte del sur de Florida, así como los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán, incluidos en esta región (Wilkinson et al., 2009; Mendelsohn et al., 2017).

La morfología de esta ecorregión es muy heterogénea, se pueden encontrar pendientes suaves, escarpes, montículos, cuencas y cañones. La porción oriental de esta región forma una amplia plataforma de entre 170 a 220 km de anchura, principalmente compuesta por arenas y gravas de carbonatos de calcio. La plataforma es somera (50 m en promedio) corresponde con los estados de Campeche y hasta la costa norte de Yucatán. Al oeste, la plataforma es más estrecha de entre 6 a 16 km, aquí se incluyen los estados de Tabasco y parte de Veracruz, con fondos limo-arcillosos y con afloramientos rocosos (Wilkinson et al., 2009; Pech et al., 2010; Love et al., 2013; Mendelsohn et al., 2017).

En la zona nerítica de esta región, se pueden encontrar varios tipos de hábitat: Lagunas costeras, estuarios, dunas, manglares, lechos de pastos marinos, como ejemplos. La presencia de arrecifes de coral en esta zona es escasa, solo algunas estructuras coralinas están presentes en el estado de Veracruz (frente a las ciudades de Tuxpan, Antón Lizardo y Veracruz) y en la porción oriental de la plataforma de Yucatán. Esta diversidad de hábitats es a consecuencia de las grandes descargas de agua dulce y sedimentos de los ríos que drenan hacia el Golfo de México (Wilkinson et al., 2009; Mendelsohn et al., 2017).

La producción primaria del sur del Golfo de México varía desde condiciones eutróficas en aguas costeras hasta oligotróficas (bajas en nutrientes) en las aguas más profundas. Además, los fenómenos meteorológicos temporales pueden influir en las tasas de producción primaria (Wilkinson et al., 2009; Mendelsohn et al., 2017). Así mismo, las corrientes marinas (como la corriente de Yucatán) favorece



las presencia de zonas de surgencia, que aumentan la producción primaria y benefician a una amplia gama de especies asociadas (Wilkinson et al., 2009; Pech et al., 2010; Mendelssohn et al., 2017). En esta ecorregión se ha registrado que las temperaturas superficiales varían entre los 24 y 28.5° C a lo largo del año (Mendelssohn et al., 2017) y la temperatura del aire se mantiene en promedio con 26° C.

Trabajo de laboratorio. En el presente estudio se utilizaron las cabezas de 19 ejemplares de *R. terraenovae*. Los especímenes fueron obtenidos de: 1) La colección de Fauna Acuática del Laboratorio de Humedales de la DACBiól (organismos preservados); 2) especímenes obtenidos de pescaderías de Sánchez Magallanes y Frontera en Tabasco, Ciudad de Campeche y Mérida en Yucatán.

Morfología cefálica. En cada uno de los ejemplares fueron medidas 18 variables de la región cefálica (Figura 1) con un vernier analógico y una cinta métrica, basado en las referencias propuestas por Kajjura (2001) y Compagno et al. (2005). Solamente en nueve ejemplares se obtuvo la LT, pues el resto se encontraban mutilados. Previo a la disección, se distinguieron los poros electro sensoriales de los de la línea lateral utilizando el método de Kempster et al. (2012). Este procedimiento fue realizado con una inyección subcutánea de solución de azul de metileno, seguido de una ligera presión para observar la expulsión fue observada la expulsión de la solución por los poros y aquellos poros por donde se expulsó la tinción se consideraron como parte de la línea lateral.

Disección cefálica. Una vez reconocidos los poros electro sensoriales se separó el tejido epidérmico de la región de la cabeza de 11 ejemplares, para ello se realizó una incisión lateral con ayuda de un bisturí. Posteriormente se continuó con un corte frontal desde la última hendidura branquial hacia la parte anterior de la cabeza. La piel se retiró cuidadosamente del músculo, separando la región dorsal y la ventral, con el uso de un bisturí, tijeras y pinzas de disección. La piel disectada se colocó en una solución de tripsina al 1 % con borato saturado, para eliminar el exceso de tejido blando, por último las pieles fueron preservadas en alcohol al 70 %.



Posteriormente, las cabezas sin piel, se colocaron en una bolsa de cierre (marca ziploc) con agua corriente tratando de cubrir toda la estructura. Se colocaron en un recipiente de plástico y se sometieron a cocción en un horno de microondas entre 2 a 4 minutos con el objetivo de que se pudiera retirar fácilmente el tejido blando del condrocáneo. El resto del tejido fue eliminado sumergiendo la estructura en una solución de borato saturado con tripsina al 1 % durante 24 horas. Finalmente, las pieles fueron retiradas de la solución, se enjuagaron y se dejó secar sobre papel bond a temperatura ambiente.

Morfología del condrocáneo y mandíbulas. Para la descripción esquelética de *R. terraenovae* se consideraron el condrocáneo y las mandíbulas de ocho ejemplares con base en la terminología de Compagno (1999), además se utilizaron como referencia los trabajos de Maisey (2004); Wilga (2005); Mollen et al. (2012). También se registraron las medidas de la longitud total del condrocáneo (LTC), cartílagos rostral lateral (CRL), cartílago medio rostral (CMR), eje mayor (EMA) y eje menor (EM) de las aberturas nasales, altura máxima (AM), espacio orbital (EO), ancho de la región óptica (AROP) y ancho de la región ótica (AROT) y estas mediciones se registraron en milímetros. (Figura 2).

Cuantificación de los poros electro sensoriales: Para el conteo de poros electro sensoriales se revisaron 11 pares de muestras (superficies dorsal y ventral) esto con el empleo de un microscopio estereoscópico. Cada tejido de piel fue colocado entre dos placas de vidrio con dimensiones de 18 x 18 cm y un grosor de 0.3 cm. Sobre las placas se sobrepuso una hoja de acetato de 14 x 11 cm y en esta fueron marcados los poros utilizando un marcador de tinta permanente de punto fino. A la par se realizó el conteo de los poros por: superficie (dorsal y ventral), por regiones (Figura 3) y el número total de poros en la cabeza, de acuerdo a lo propuesto por Fishelson y Baranes (1998) y Kajiura (2001). Una vez obtenido el conteo de los poros se obtuvo el intervalo, moda, mediana, media, desviación estándar y el porcentaje para cada una de las superficies y regiones. Los resultados fueron discutidos con base en la morfología de la cabeza; la distribución y ecología de *R. terraenovae* y su comparación con la literatura disponible para otras especies de Carcariniformes.



RESULTADOS.

Morfología cefálica: Los 19 ejemplares de *R. terraenovae* resultaron con un intervalo de 116 a 200 mm de longitud cefálica (LC). Los nueve individuos no mutilados registraron un intervalo de 590 a 604 mm de LT y de éstos fueron cuatro machos y cinco hembras (Tabla 1).

Los especímenes presentaron un morro ancho y ligeramente redondeado. El ancho de su cabeza (AC) equivale de 42.20 al 50.0 % de LC. La boca presentó surcos labiales bien desarrollados en ambas mandíbulas. La longitud del surco superior (LSS) representó desde 13.7 hasta un 30.0% del ancho de la boca (AB) y del 7.7 al 10.0 % de la LC. La longitud del surco inferior (LSI) correspondió de 16.3 a 20.5 % del AB y 6.0 a 9.0 % de la LC. En los ocho ejemplares enteros (con cuerpo completo), la LSS medida equivalió del 1.65 al 2.04 % de la LT.

Los ejemplares presentaron una boca grande, el AB correspondió de un 55.6 al 64.3 % del AC, mientras que la longitud preoral (LPO) fue de 21.9 a 36.3 % de la LC. El espacio internarinal (EI) es de 39.9 a 40.8 % del AC; el diámetro ocular (DO) equivale a 28.3 a 31.1 % de la longitud preorbital (LP). Su longitud prebranquial equivale de 79.6 a 82.4 % de su LC.

Conteo de los poros electro sensoriales. El conteo de poros electro sensoriales en 11 individuos resultó en un intervalo de 1714 a 1773, con un promedio de 1745 (± 21), para toda la región cefálica. (Tabla 2). Los ejemplares revisados tuvieron un intervalo de longitud cefálica de 122 a 200 mm. De acuerdo a estos estudios, no existe una relación proporcional entre el número de poros y la talla de los organismos (Figura 4).

La mayor cantidad de poros fue contada en la superficie dorsal de 978 a 1028 (57.5 % obtenido del promedio); mientras que en la superficie ventral el intervalo fue de 724 a 754 (42.3 %). En relación a las regiones, las supra-orbitales anteriores concentraron la mayor cantidad de poros con un intervalo de 307 a 354 (39.3%), y



con menos poros fue en las supra-orbitales posteriores de 50 a 81 (8.2 %), ambas en la superficie dorsal. Por su parte en la superficie ventral, la región nasal tuvo una mayor concentración de poros, pues se registró un intervalo de 320 a 338 (18.7 %) y una menor cantidad fue cuantificada en la región anterior nasal debido a que resultó de 19 a 24 poros (2.5%). La cuantificación y porcentajes por regiones, superficies y total se resume en la Tabla 3.

Descripción del condrocáneo. La descripción de esta estructura se realizó con ocho ejemplares de *R. terraenovae*. El condrocáneo corresponde con una forma alargada, su longitud equivalió al 63.0 a 72.3 % de la LPB mientras su AROP resultó de 18.7 a 28.2 % de su misma longitud. (Tabla 4). El condrocáneo está compuesto por tres regiones (figura 5) que a continuación se describen.

Región etmoidal. En la parte anterior del condrocáneo, se distingue un rostrum alargado constituido por tres varillas angostas y largas (cartílagos rostrales), un par en posición dorsal (cartílagos rostrales laterales), y uno en posición media ventral (cartílago medio rostral). La longitud de los cartílagos rostrales equivalen al 30.0 a 35.3 % y a 35.9 a 40.6 % de la LTC respectivamente. El nódulo rostral se encuentra en la parte anterior del rostrum (donde se unen las varillas). Es una estructura aplanada con un margen anterior recto, en algunos casos llega a presentar una fenestra (observada sólo en dos ejemplares). En un individuo de Yucatán de 180 mm de LIB se registró una masa porosa y densa de color blanco, rodeando el nódulo rostral (hipercalcificaciones) (Figura 6). En la parte posterior del rostrum se ubican las cápsulas nasales, las cuales se proyectan y orientan frontalmente, separadas por la fontanela anterior. En posición ventral (parte anterior de la placa basal del condrocáneo) se encuentran ubicadas las fontanelas nasales y se distinguen por tener una forma ovalada. La longitud de su EM equivale de 1.3 a 2.1 veces en la longitud EMA. En la parte posterior se encuentran los cóndilos etmoidales que son muy pronunciados, en posición ventro-lateral de las cápsulas nasales, los cuales se extienden hasta la base del cartílago rostral y los separa una fosa etmoidal de forma rómbica.



Región orbital. En la parte posterior de las cápsulas nasales se encuentran los procesos preorbitales cortos y orientados lateralmente. Se distingue el espacio orbital (EO), donde su longitud equivale de 20.0 a un 26.5 % de la LTC. En el EO se observó una reducción en el ancho de la región óptica, su longitud equivale a 45 a 56 % del ancho de la cápsula óptica (esta última localizada en la región óptica-occipital). Toda la región está cubierta por el techo craneal que se eleva ligeramente hacia su parte central, su altura máxima (AM) es de 22.8 a 28.2 % de la LTC. Ventralmente se encuentra la placa basal, su parte central es plana y a los lados se observan los bordes suborbitales que se extienden hasta más de la mitad de la parte ventral de la cápsula óptica.

Región óptica-occipital. En el techo del condrocraqueo entre las cápsulas ópticas se localiza una depresión que corresponde a la fosa parietal. En esta fosa se encuentran dos fenestras endo-linfáticas y dos fenestras peri-linfáticas. Estas estructuras permiten la conexión de los canales semicirculares del oído interno. En la parte lateral de las cápsulas ópticas se extienden los procesos post-orbitales. En cuatro ejemplares (de la localidad de Yucatán), estos procesos mostraron masas endurecidas de color blanco con textura porosas asociadas a hipercalcificaciones. La región de las cápsulas ópticas se distinguen por ser la región más amplia del condrocraqueo, su ancho equivale a 39.4 a 42.4 % de la LTC. En estas cápsulas se encuentran los canales semicirculares y en la parte posterior se sitúa el foramen magno. Finalmente en la base de esta región se alcanzan a distinguir las fenestras estapediales a manera de concavidades en la superficie.

Descripción de las mandíbulas. La mandíbula superior, está constituida por un par de huesos denominados palatocadrado. En su parte anterior, cerca de la unión de ambos cartílagos (sífnisis) se distinguen los procesos orbitales, mientras que en su extremo posterior están ensanchados. El número de dientes en esta mandíbula varió, pues se registró un ejemplar con 23, uno con 24 y seis con 25 dientes (siempre uno en la sífnisis). Mandíbula inferior, esta estructura se compone por los huesos pares del cartílago de Meckel, el cual es ancho en su parte posterior y angosto hacia la unión de la sífnisis. En todos los ejemplares el número de dientes fue de 24. En ambas mandíbulas se observaron entre cuatro a cinco hileras. Los dientes se



componen de una raíz que presenta aserraciones distales, mientras que en la cúspide principal tienen ligeras aserraciones mesiales.

La fórmula dental obtenida en los ejemplares revisados es la siguiente:

11,12-1-11,12

12,13-11,12

Lo que significa que en la mandíbula superior de izquierda a derecha se encontraron de 11 a 12 dientes, uno en la sínfisis y de 11 a 12 del lado derecho. En la mandíbula inferior de 12 a 13 y del lado derecho de 11 a 12.



DISCUSIÓN.

El grupo más diverso de los tiburones son los Carcharhiniformes con ocho familias, 51 géneros y al menos 284 especies (Nelson et al., 2016). Algunos estudios sugieren que el orden no es monofilético por lo que la composición de sus familias y géneros podrían variar (Iglesias et al., 2005; Naylor et al., 2012).

Las especies de *Rhizoprionodon* se distinguen porque presentan una cabeza cónica que puede ser puntiaguda o redondeada (Espinosa-Pérez et al., 2004). En los 19 ejemplares revisados de *R. terraenovae* se observó un morro ancho y redondeado (su AC = 44.2 a 46.2 % de la LC), en comparación con lo mencionado para *R. longurio* el cual presenta un morro angosto y puntiagudo (Espinosa-Pérez et al., 2004). Una característica reportada como diagnóstico para el género es la presencia de surcos labiales bien desarrollados en la mandíbula superior (Springer, 1964; Castro-Aguirre et al., 1999; Espinosa-Pérez et al., 2004; Compagno et al., 2005). Springer (1964) difundió que la LSS en *R. acutus* equivale a 1.4 a 2.0 % de la LT; en *R. longurio* 2.1 a 2.6 %; en *R. porosus* 1.8 a 2.3 % y *R. terraenovae* 1.6 a 2.2 %. En la presente investigación, los datos obtenidos en los ocho ejemplares son similares a lo reportado por Castro et al. (1999 [1.7 a 1.9%]). Adicionalmente, la LSS de los 19 ejemplares presentó un intervalo de 7.7 a 10.0 % de la LC.

En los 19 ejemplares revisados la boca es grande, su AB equivale a más del 70 % de su AC. Lo anterior corresponde con lo diagnosticado para otras especies de la familia Carcharhinidae (Compagno et al., 2004). En relación al hocico, se ha reportado que la LPO es mayor al EI y al AB en las especies de *Rhizoprionodon* (Compagno, 1984). En este sentido, los resultados obtenidos en esta investigación confirman lo anteriormente señalado.

En relación a los órganos de Lorenzini, las especies que componen al orden Carcharhiniformes, se registran como las que tienen un mayor número de poros electro sensoriales (hasta 3067 poros, Kempster et al., 2012). Sin embargo, el intervalo que se ha reportado (273 - 3067) entre sus especies es muy amplio (Daniels, 1967, Kajjura, 2001; Cornett, 2006; Kempster et al., 2012). Lo anterior ha



sido explicado y asociado con el hábitat preferencial de sus especies: En ambientes neríticos pelágicos de 778 a 3067 poros; costeros bentónicos de 639 a 1468; océano pelágicos 772 a 907; especies bentónicas de aguas profundas de 273 a 1371; y pelágicas de aguas profundas 2241 (Kempster et al., 2012).

Rhizoprionodon terraenovae está documentado para ambientes neríticos pelágicos (Compagno, 2005). El número de poros electro sensoriales cuantificados en el presente trabajo es de 1714 a 1773, lo que lo ubica dentro del intervalo de especies reportadas por Kempster et al., (2012) para este tipo de ambientes. Sumado a lo anterior, los resultados obtenidos por Cornett (2006) para esta misma especie (1810 poros) y por Kempster et al., (2012) para *R. acutus* (1901 poros) validan su afinidad con como una especie demersal-nerítica.

En relación a la talla de los organismos, la variación encontrada en el número de poros electro sensoriales vs la LC muestra que no existe una relación entre ambas variables ver figura 4. Con esto se confirma lo que Kempster et al. (2012) señalaron sobre que no existe un incremento de poros durante la ontogenia de los elasmobranquios. Sin embargo, Kajjura (2001) señala que con el incremento de tamaño, la distancia entre los poros aumenta afectando la electro sensibilidad de las especies.

Con respecto a la disposición de los poros electro sensoriales en la cabeza de los tiburones, algunos trabajos (Fishelson y Baranes, 1998; Kajjura, 2001; Jordan 2008), han reportado que posiblemente la disposición y número de poros esté relacionada con las estrategias para la captura de sus presas. Por ejemplo *Carcharhinus plumbeus*, es una especie piscívora que se distribuye en la columna de agua, la mayoría de sus presas las localiza en el bentos (Nardo, 1827). En esta especie la cantidad de poros es muy similar en ambas superficies (dorsal 50.4 % y ventral 49.5 ventral). En *R. terraenovae* tiene una mayor cantidad de poros electro sensoriales en la superficie dorsal (57.5 %) que en la ventral (42.3 %), no obstante ambas especies tienen una misma estrategia de alimentación (Tyler et al. 2016). En comparación, *Orectolobus maculatus* especie bentónica que acecha a sus presas desde el fondo, la mayoría de sus poros se encuentran en la superficie dorsal (91.20



%), solo en la parte ventral se encuentra menos del 10 % (8.80%). (Newton et al., 2019). En la superficie dorsal de *R. terraenovae*, se presenta una mayor densidad en las regiones supraorbitales anteriores con 39.3% y 18.7 % en la región nasal de la superficie ventral. Tomando los datos obtenidos en este trabajo se puede comparar el trabajo de Kajiuura (2001), donde menciona para *Carcharhinus plumbeus* la mayor cantidad de poros en las regiones supraorbitales anteriores y posteriores (38.1%) de la superficie dorsal y en la región nasal (19.5 %) de la superficie ventral.

Finalmente, al realizar una comparación de la cantidad de poros por superficie dorsal y ventral en las especies de tiburones neríticos pelágicos, se observó que existe una amplia variación entre ambas superficies de una misma especie. Lo anterior podría estar asociado a la condición de los ejemplares (fresco vs preservado); a los métodos utilizados en la investigación o a los criterios del investigador. Por ejemplo en aquellas especies con dos o más registros en el número de poros electro sensoriales, la variación entre la superficie dorsal y ventral puede ser contrastante: *Carcharhinus brevipinna* (112 [Cornett, 2006] vs 182 [Kempster et al., 2012]); *C. leucas* (28 [Cornett, 2006] vs 364 [Collin y Whitehead, 2004]); *C. limbatus* (19 [Kajiuura, 2001] vs 142 [Rashi et al., 2001]) y *Rhizoprionodon terraenovae* (64 [Cornett 2006] vs 268 [datos obtenidos en el presente trabajo])

En contexto con el esqueleto cefálico de los tiburones, el condrocráneo de la familia Carcharhinidae donde se encuentra *R. terraenovae*, se caracteriza por la presencia de cartílagos rostrales dispuestos a manera de trípode como lo comenta Compagno (1999) (figura 2). De acuerdo a Compagno (1973), *Rhizoprionodon* llega a diferenciarse de otros géneros como el de *Mustelus* por carecer de una cresta supraorbital en la región óptica y forámenes oftálmicos en la parte superior del techo craneal. Los procesos pre y post orbitales del condrocráneo en *Rhizoprionodon* son más alargados que en *Mustelus*. (Compagno 1973). Así mismo, Compagno (1973) detalla que *R. acutus*, *R. lalandei*, *R. terraenovae* y *R. oligolinx* presentan una fenestra rostral en la base del rostrum. En este trabajo dos ejemplares de *R. terraenovae* de la localidad de Yucatán, presentaron una fenestra rostral. Además



se registraron hipercalcificaciones en el rostrum y los procesos post orbitales del condrocraáneo en los ejemplares de la localidad de Yucatán, La presencia de estas hipercalcificaciones podría estar asociado al tipo de ambiente en el que se encuentran, pues Wilkinson et al., (2009) y Mendelssohn et al., (2017), mencionan que estos ambientes están compuestos por arenas y gravas de carbonato de calcio. En comparación a lo registrado en el trabajo de Compagno (1973), estas hipercalcificaciones solo son encontradas en la especie de *R. acutus* en la región rostral y los procesos pre y post orbitales del condrocraáneo (aunque se ignora la localidad de estos ejemplares revisados) mientras que en *R. terraenovae* no se habían reportado.



CONCLUSIONES.

De acuerdo los resultados:

1. La anatomía cefálica de *R. terraenovae* en general es muy similar con otras especies de *Rhizoprionodon*, sin embargo se llega a distinguir por presentar un morro ancho y redondeado (vs angosto y puntiagudo).
2. El número de poros electro sensoriales de *R. terraenovae*, al menos en los organismos revisados, no presentan una relación por el incremento del tamaño de los organismos.
3. El número y distribución de los poros electro sensoriales en la cabeza de *R. terraenovae*, corresponden a un organismo nerítico demersal que se alimenta de animales asociados al bentos.
4. La alta variación en el número de poros electro sensoriales entre individuos de una misma especie y registrado en las publicaciones se debe a la falta de una metodología estandarizada para el conteo de estas estructuras.
5. Las hipercalcificaciones presentes en el rostrum y los procesos orbitales del condrocáneo de algunos ejemplares de *R. terraenovae*, pueden estar asociados al ambiente marino carbonatado de la península de Yucatán.



LITERATURA CITADA

Arreguín-Sánchez, F., E. Arcos-Huiltrón 2011. La pesca en México: Estado de la explotación y uso de los ecosistemas. Hidrobiológica, 21 (3): 431-462.

Bleckmann, H., M Hofmann. 1999. Sharks, skates, and rays: the biology of elasmobranch fishes. 515 p. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Castillo-Géniz, J., J. Márquez-Farís, M. Rodríguez-de la Cruz, E. Cortéz. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. Marine Freshwater Research, 49 (7): 611-620.

Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa-Pérez, J. J. Schmitther-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. 711 p. Distrito Federal: Limusa Noriega Editoriales

Compagno, L. J. V. 1988. Sharks of the order Carcharhiniformes. 486 p. New Jersey: Princeton University Press.

Compagno, L. J. V. 1988. Endoskeleton. En: Sharks, skates and rays: The biology of elasmobranch fishes (Hamlett W. C. ed), pp. 69-92. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press

Compagno L. J. V. 2002. Species Identification Guide for Fishery Purpose and American Society of Ichthyologist and Herpetologist. 600 p. Roma: FAO.

Compagno, L. J. V., M. Dando, S. Fowler. 2005. Sharks of the world. 368 p. New Jersey: Princeton University Press.

Cornett, A. 2006. Ecomorphology of shark electroreceptors. 111 p. Tesis de Maestría, Florida: Atlantic University.

Cortés, E. 2009. *Rhizoprionodon terraenovae*. The IUCN Red List of Threatened Species
<<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39382A10225086.en>> Fecha de consulta: 14 de enero 2020.



Daniels, C. 1967. The distribution, morphology, and innervation of the ampullae of Lorenzini in the hammerhead shark and other species. Master's Thesis, University of Hawaii, Honolulu, HI, USA

Del Moral-Flores, L. F., G. Pérez-Ponce de León. 2013. Tiburones, rayas y quimeras de México. Biodiversitas, 111: 1-6.

Del Moral-Flores, Morrone L. F., Alcocer Javier Juan J., Pérez-Ponce de León Gerardo. 2016. Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México. Revista de Biología tropical, 64 1469-1486.

Espinosa-Pérez, H., J. L. Castro-Aguirre, L. Huidobro-Campos. 2004. IX. Catálogo Sistemático de Tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha). 134 p. México D.F.: Instituto de Biología, UNAM.

Fricke, R., W. N. Eschmeyer, R. Van der Laan. (eds) 2020. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 13 junio 2020.

Fishelson, L., A. Baranes. 1998. Distribution, Morphology, and Cytology of Ampullae of Lorenzini in the Oman Shark, *Iago omanensis* (Triakidae), From the Gulf of Aqaba, Red Sea. The Anatomical Record, 251: 419-430.

Gallus, L., S. Ferrando, M. Bottaro, T. Ferrando, M. Vacchi, G. Tagliafierro. 2003. Digital 3D representation of the Lorenzini in two mediterranean sharks, *Etmopterus spinax* and *Heptranchias perlo*. Spoleto: Proceedings of the 20th National Conference of the Italian Society of Cytometry.

Helfman, G. S., B. B. Collette, D. E. Facey, B. W. Bowen. 2009. The Diversity of Fishes, Biology, Evolution, and Ecology. 720 p. Hoboken: John Wiley and Sons Ltd.



- Jordan, L. K., J. W. Mandelman, D. M. McComb, S. V. Fordham, J. K. Carlson, T. B. Werner (2013) Linking sensory biology and fisheries bycatch reduction in elasmobranch fishes: a review with new directions for research. Conservation Physiology, 1: 1-20.
- Kalmijn, A. 1974. The detection of electric fields from inanimate and animate sources other than electric organs. En: Handbook of Sensory Physiology (Fessard, A., ed.), pp. 147–200. Berlin: Springer Verlag.
- Kajiura, S. M. 2001. Head morphology and electrosensory pore distribution of carcharhinid and sphyrnid sharks. Environmental Biology of Fishes, 61: 125-133.
- Kaimmer, S., A. W. Stoner. 2008. Field investigation of rare-earth metal as a deterrent to spiny dogfish in the Pacific halibut fishery. Fisheries Research, 94: 43-47.
- Kempster, R. M., I. D. McCarthy, S. P. Collin. 2012. Phylogenetic and ecological factors influencing the number and distribution of electroreceptors in elasmobranchs. Journal of Fish Biology, 80: 2055-2088.
- Lisney, T. 2010. A review of the sensory biology of chimaeroid fishes (Chondrichthyes; Holocephali). Reviews in Fish Biology and Fisheries, 20: 571-590.
- Love, M. S., Baldera, A., Yeung, C., Robbins, C. 2013. The Gulf of Mexico ecosystem: A coastal and marine atlas. 162 p. New Orleans: Ocean Conservancy, Gulf Restoration Center.
- Maisey, G. J. 2004. Morphology of the baincase in the Broadnose Sevengill Shark *Notorynchus* (Elasmobranchii, Hexanchiformes), based on CT Scanning. American Museum Novitates. (3429): 1-52.
- Martínez-Cruz, L. E., H. Zea-de la Cruz, J. L. Oviedo-Pérez, L. G. Morales-Parra, L. I. Balan-Che. 2016. Aspectos biológicos pesqueros del cazon tutzún *Rhizoprionodon terraenovae*, en las costas de Campeche, México. Ciencias Pesquera, 24: 23-35.



Mendelssohn, I. A., M. R. Byrnes, R. T. Kneib, B. A. Vittor. 2017. Coastal Habitats of the Gulf of Mexico. *En: Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill*. (Ward, G. H., ed.) pp. 359-640. Houston: Springer.

Mollen, F. H., S. P. Wintner, S. P. Iglésias, S. R. Van Sommeran, J. W. M. Jagt. 2012. Comparative morphology of rostral cartilages in extant mackerel sharks (Chondrichthyes, Lamniformes, Lamnidae) using CT scanning. *Zootaxa*, 3340: 29-43.

Nelson J. S., T. C. Grande, M. Wilson M. 2016. *Fishes of the world*. 707 p. Hoboken: John Wiley & Sons.

Newton, K. C., A. B. Gill, S. M. Kajiura. 2019. Electoreception in marine fishes. chondrichthyans. *Journal Fish Biology*, 95: 135-154.

Norris, H. W. 1929. The distribution and innervation of the ampullae of Lorenzini of the dogfish, *Squalus acanthias*. Some comparisons with conditions in other plagiostomes and corrections of prevalent errors. *Journal of Comparative Neurology*, 47(3): 449-465.

O'Connell, C.P., D.C. Abel, P. H. Rice, E. M. Stroud, N. C. Simuro. 2010. Responses of the southern stingray (*Dasyatis americana*) and the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) to permanent magnets. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 43: 63-73.

O'Connell, C.P., S. H. Gruber, D. C. Abel, E. M. Stroud, P. H. Rice. 2011. The responses of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*, to a magnetic barrier. *Ocean & Coastal Management*, 54; 225-230.

O'Connell, C.P., T.L. Guttridge, J. Brooks, J. S. Finger, S.H. Gruber, P. He. 2014. Behavioural modification of visually deprived lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) towards magnetic fields. *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology*. 453: 131-137.



Pech, D., Mascaro- Miquelajáuregui, M., Simoes, N., Enríquez-Ortiz, C. 2010. Ambientes marinos. *En: Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.* (Durán, R. Méndez, M. eds.) pp. 21-23. México D.F: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Raschi, W. 1986. A morphological analysis of the ampullae of Lorenzini in selected skates (Pisces, Rajoidei). *Journal of Morphology*, 189(3): 225-247.

Rigg, D.P., S.C. Peverell, M. Hearndon, J. E. Seymour. 2009. Do elasmobranch reactions to magnetic fields in water show promise for bycatch mitigation? *Marine and Freshwater Research* 60: 942-948.

Robertson, D. R., E. A. Peña, J. M. Posada, R. Claro. 2019. Peces Costeros del Gran Caribe: online sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, Panamá. <<https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages>> Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019.

Springer, V.G. 1964. A revisión of the Carcharhinid shark genera *Scoliodon*, *Loxodon*, and *Rhizoprionodon*. *Proceedings of the United States National Museum*, 115 (3493): 559-632.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección.

Tricas, T. C. 2001. The neuroecology of the elasmobranch electrosensory world: why peripheral morphology shapes behavior. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 77-92.

Tyler, H, J. D. Plumlee, J. M. Drymon, R. J. D. Wells. 2016. Diets of Atlantic Sharpnose Shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) and bonnethead (*Sphyrna tiburo*) in the northern Gulf of México. *Gulf and Caribbean Research* 27 (1): 42-51.



Waltman, B. 1966. Electrical properties and fine structure of the ampullary canals of Lorenzini. Acta physiologica Scandinavica. Supplementum. 66 (264): 1-60.

Wilga, C. D. 2005. Morphology and evolution of the jaw suspension in lamniform sharks. Journal of Morphology, 265: 102-119.

Wilkinson, T., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L., Padilla, M. 2009. Marine ecoregions of North America. 200 p. Montreal: Commission for Environmental Cooperation.

Whitehead, D. L. 2002. Ampullary organs and electroreception in freshwater *Carcharhinus leucas*. Journal of Physiology – Paris, 96: 391-395.



FIGURAS Y TABLAS.

Figura 1. Medidas morfométricas de la región cefálica de *R. terraenovae*. Vista frontal: LAP: Longitud de la aleta pre-pectoral; LC; Longitud cefálica; LPB: Longitud prebranquial; LP: Longitud preorbital; LPO: Longitud preoral; LPN: Longitud prenarinal; LIB: Longitud interbranquial; DO: Diámetro ocular y AO: Ancho del ojo. Vista dorsal: EIO: Espacio inter-orbital; AC: Ancho de la cabeza. Vista ventral: EI: Espacio internarinal; AB: Ancho de la boca; LB: Longitud de la boca; LAN: Longitud del apéndice nasal; AN: Ancho del nostrilo; LSS: Longitud del surco superior; LSI: Longitud del surco superior. Imagen modificada de Compagno et al (2005).

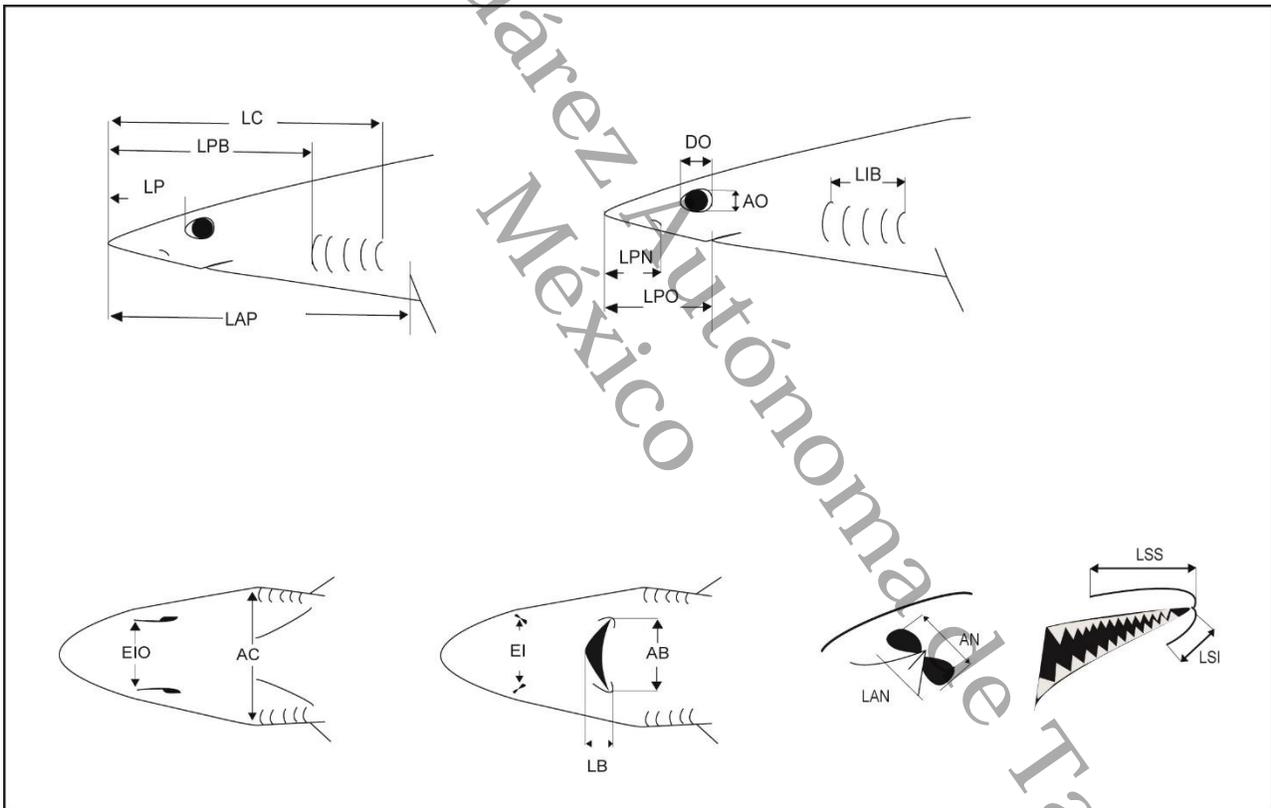


Figura 2. Medidas morfométricas del condrocráneo de *R. terraenovae*. Vista lateral: Cartílagos rostrales laterales (CRL), cartílago medio rostral (CMR), eje mayor (EMA) y eje menor (EM) de las aberturas nasales y altura máxima (AM). Vista dorsal: Longitud total del condrocráneo (LTC), espacio orbital (EO), ancho de la región óptica (AROP) y ancho de la región ótica (AROT).

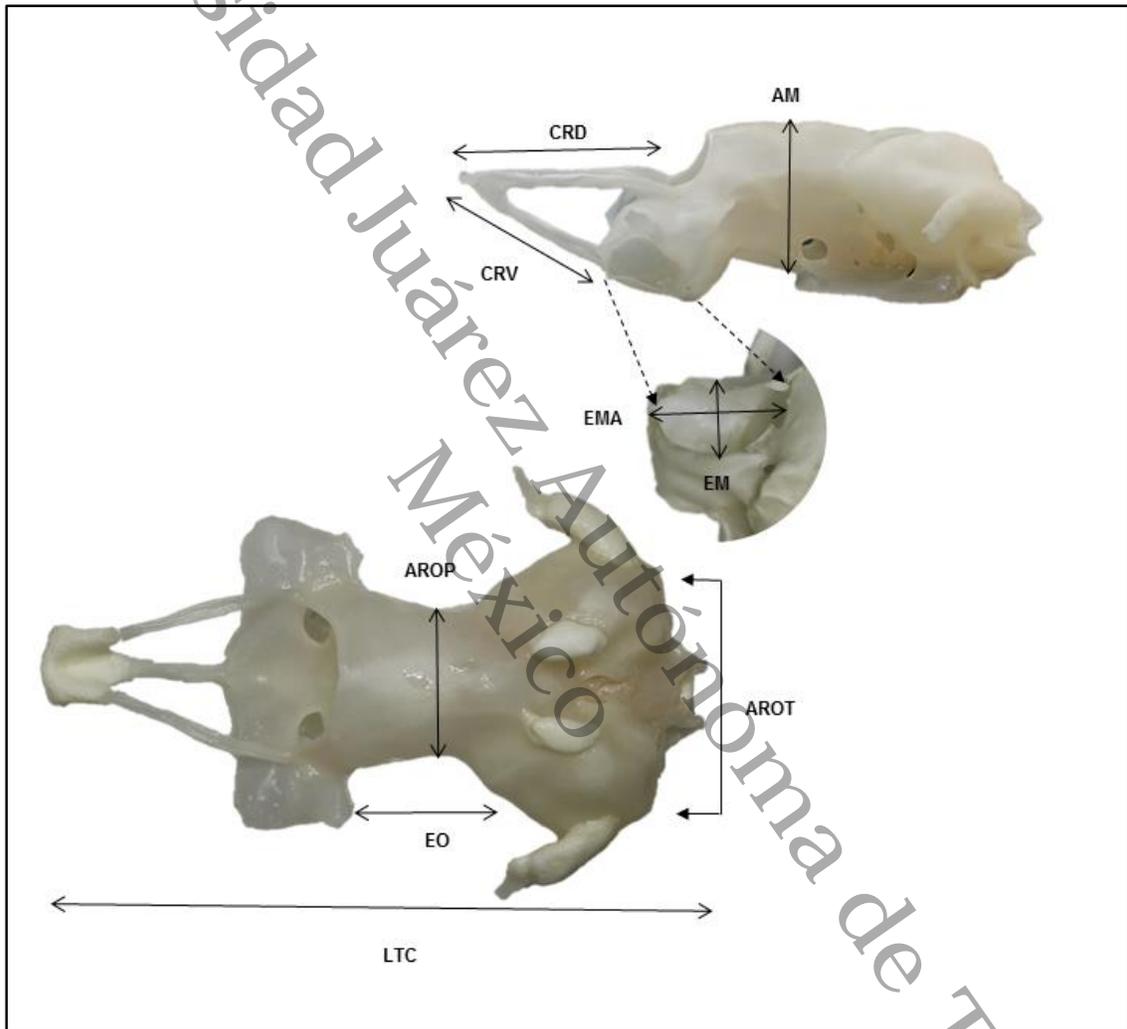


Figura 3. Conteo de poros electro-sensoriales en *R. terraenovae*. Superficie dorsal: MR: Margen rostral; SA: Supraorbitales anteriores (Izq. /Der); SP: Supraorbitales posteriores (Izq. / Der). Superficie ventral: VA: ventral anteriores; N: Nasaes; SM: Supra-mandibulares; PtM: Post- mandibulares; AN: Anteriores nasales; O: Orbitales.

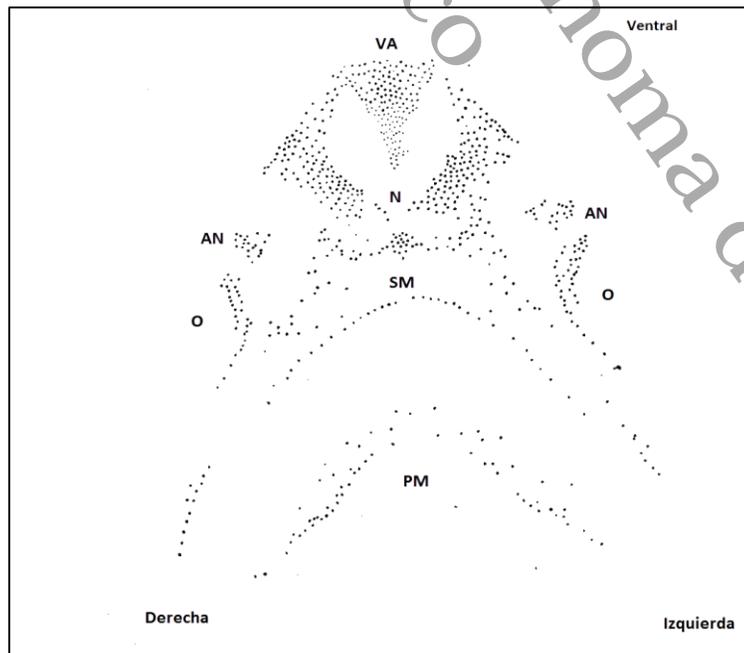
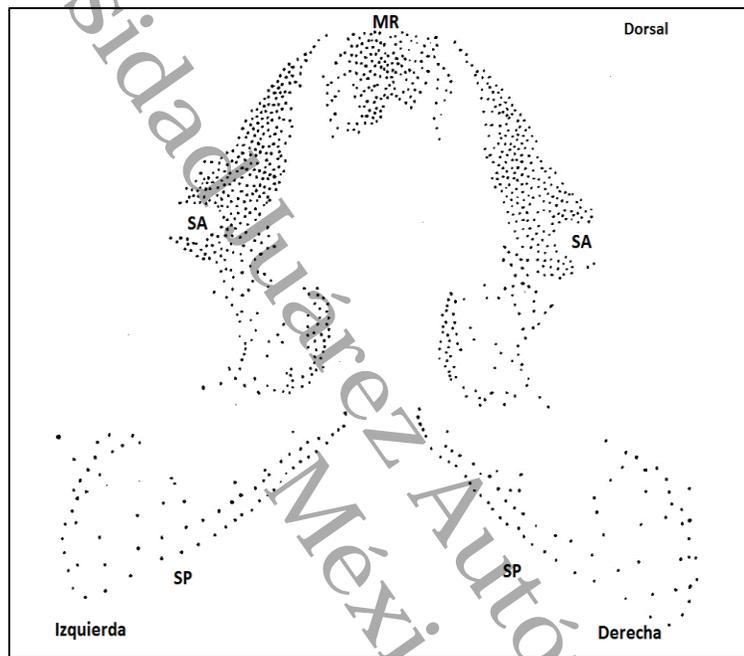


Figura 4. Relación de la longitud de la región cefálica (en mm) y la cantidad de poros electro-sensoriales en los 11 ejemplares de *R. terraenovae*.

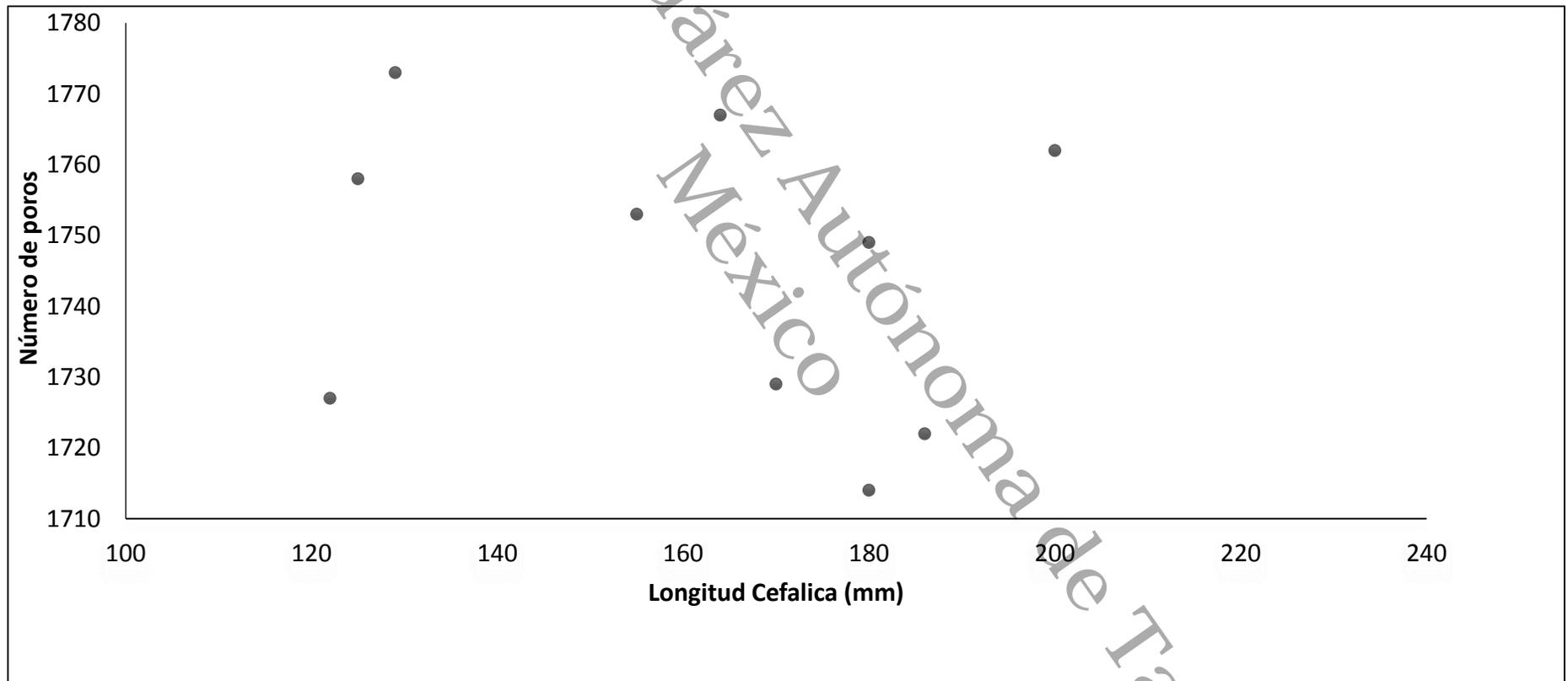


Figura 5. Regiones del condrocáneo, etmoides, orbital y otico-occipital. Abreviaciones: Basibranquial (Bh); Ceratohial (Ch); Ceratobranquial (CBr); Epibranquial (EBr); Faringobranquial (FBr); Homandibular (Hy); Cartílago de Meckel (Mk) y palatoc cuadrado (Pq). Imagen modificada Kardong (2013).

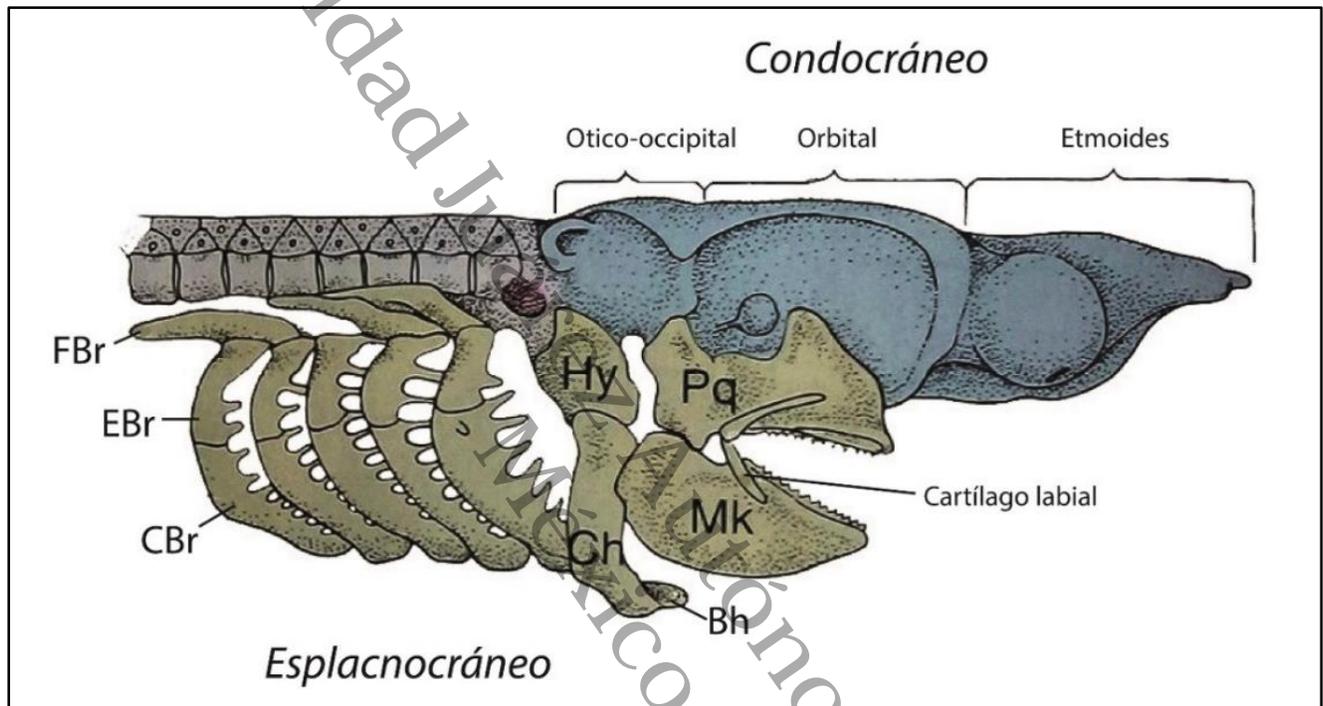


Figura 6. Regiones del condrocráneo de *R. terraenovae*. (A) vista dorsal: Nódulo rostral (NR), capsulas nasales (CN), fontanela anterior (FA), procesos preorbitales (PR), procesos post-orbitales (PT), techo craneal (TC), canales semicirculares anteriores (CSA), canales semicirculares posteriores (CSP), foramen perilinfático (FP), foramen endolinfático (FE), foramen perilinfático (FP), capsula ótica (CT) y foramen magno (FM). (B) Vista ventral: Fontanela nasal (FN), cóndilos etmoidales (CE), foramen medio etmoidal (FME), placa basal (PB), bordes suborbitales (BS), fenestra estapedial (FS) y cóndilo occipital (CO), ► hipercalcificación.



Tabla 1. Registro de las 18 medidas morfológicas (en mm) de la región cefálica en 19 ejemplares de *R.terraenovae*. La abreviación de las medidas pueden verse en la Figura 1. ND: Sin datos, M: Mancho H: Hembra.

ID	Localidad	Sexo	LC	LPB	LP	LAP	EIO	LPO	AC	EI	LB	AB	LIB	DO	AO	LPN	LAN	AN	LSS	LSI	LT
D01	Tabasco	ND	117	104	30	ND	21	47	51	8	9	16	ND	7	7	11	3	8	9	7	ND
D02	Tabasco	ND	116	104	30	ND	21	47	50	8	9	16	16	7	7	11	3	8	9	7	ND
D03	Tabasco	ND	143	113	38	ND	32	30	62	14	18	26	23	10	10	23	5	13	13	11	ND
D04	Tabasco	ND	155	122	44	ND	41	34	70	19	25	35	27	12	12	30	5	14	14	12	ND
D05	Tabasco	ND	164	128	46	ND	49	60	77	24	29	40	30	13	13	34	6	15	15	13	ND
D06	Yucatán	ND	170	133	48	ND	53	57	81	25	33	44	32	14	14	36	6	16	16	14	ND
D07	Yucatán	ND	180	142	53	165	61	54	90	32	38	50	35	16	16	41	7	17	17	15	ND
D08	Yucatán	ND	200	152	61	190	70	58	98	40	49	63	42	19	20	51	9	19	20	18	ND
D09	Yucatán	ND	186	148	59	160	65	56	95	34	42	55	37	17	17	45	8	18	18	16	ND
D10	Yucatán	ND	180	142	53	170	61	51	90	32	38	50	35	16	16	41	7	17	17	15	ND
D11	Campeche	M	126	107	33	121	24	43	53	10	11	19	18	8	8	13	3	10	11	9	605
D12	Campeche	H	124	106	32	113	24	45	53	10	11	18	17	8	8	12	3	10	10	8	605
D13	Campeche	M	131	108	35	118	26	46	56	11	14	22	19	9	9	16	4	12	12	10	605
D14	Campeche	H	128	107	34	121	25	45	54	11	13	20	18	9	9	14	4	11	11	9	600
D15	Campeche	M	122	105	31	115	23	47	52	9	10	17	17	7	7	12	3	9	10	8	598
D16	Campeche	H	129	107	34	112	25	45	52	11	13	23	18	9	9	14	4	11	12	10	596
D17	Campeche	M	150	119	43	130	39	46	67	18	23	32	25	11	11	27	5	14	14	12	594
D18	Campeche	H	125	107	32	120	24	44	53	10	ND	20	17	8	8	13	3	10	11	8	590
D19	Campeche	H	130	108	35	117	26	47	55	11	14	23	19	8	9	15	4	12	12	10	587

Tabla 2. Cuantificación de los poros electro sensoriales en *R. terraenovae*. Superficie dorsal: MR: Margen Rostral; SA: Supraorbitales Anteriores (Izq/Der); SP: Supraorbitales Posteriores (Izq/Der). Superficie ventral: VA: Ventral Anteriores; N: Nasales; SM: Supra-mandibulares; PM: Post-mandibulares; AN: Anterior Nasales (Der/Izq); O: Orbitales (Der/Izq). ND: Sin datos.* Incompleta.

Localidad	Tabasco			Campeche				Yucatán			
ID	D00	D04	D05	D15	D16	D18	D08	D07	D07	D09	D10
Long. cefálica (mm)	ND	155	164	122	129	125	200	170	180	186	180
POROS DE LA SUPERFICIE DORSAL											
Regiones											
MR	166	185	180	154	179	177	187	160	170	163	175
SA (Izq. / Der)	*/340	351/342	354/343	344/341	344/340	350/343	354/343	340/341	350/307	340/341	350/343
SP (Izq. / Der)	50/63	72/78	70/73	65/75	77/81	69/67	73/67	75/79	73/78	72/75	73/78
Total	619	1028	1020	979	1021	1006	1024	995	978	991	1019
POROS DE LA SUPERFICIE VENTRAL											
Regiones											
VA	150	150	159	170	152	164	153	158	158	147	148
N	338	324	327	325	324	323	320	325	320	337	323
SM	82	83	88	88	96	98	92	84	82	81	84
PM	32	52	51	46	55	46	53	50	62	44	54
AN (Der/Izq.)	22/21	22/20	24/19	22/22	22/24	23/22	24/22	22/19	21/20	22/22	23/22
O (Der/Izq.)	47/32	40/34	45/34	39/36	44/35	42/34	40/34	44/32	42/31	46/32	42/34
Total	724	725	747	748	752	752	738	734	736	731	730
Poros totales	1343	1753	1767	1727	1773	1758	1762	1729	1714	1722	1749

Tabla 3. Cuantificación de los poros electro sensoriales ~~que componen a~~ los órganos de Lorenzini, en *R. terraenovae*, en la superficie dorsal, regiones: MR: Margen Rostral; SA: Supraorbitales Anteriores (Izq/Der); SP: Supraorbitales Posteriores (Izq/Der). En superficie ventral, regiones: VA: Ventral Anteriores; N: Nasales; SM: Supramandibulares; PM: Post-mandibulares; AN: Anterior Nasales (Der/Izq); O: Orbitales (Der/Izq).

Superficie dorsal						
Regiones	n	Media	Desviación estándar	intervalo	%	
MR	11	172	11	154-187	9.9	
SA (Izq)	10	348	105	340-354	19.9	
SA (Der)	11	339	11	307-343	19.4	
SP (Izq)	11	70	7	50-77	4.0	
SP (Der)	11	74	6	63-81	4.2	
Subtotal	10	1003	19	978-1028	57.5	
Superficie ventral						
VA	11	155	7	147-170	8.9	
N	11	326	6	320-338	18.7	
SM	11	87	6	81-98	5.0	
PM	11	50	8	32-62	2.8	
AN (Der)	11	22	1	21-24	1.3	
AN (Izq)	11	21	2	19-24	1.2	
O (Der)	11	43	3	39-47	2.5	
O (Izq)	11	33	2	31-36	1.9	
Subtotal	11	738	10	724-752	42.3	
Total de poros electro-sensoriales						
Total de poros región cefálica	10	1745	21	1714-1773	100	



Tabla 4. Medidas del condrocráneo y su longitud cefálica en milímetros (mm) en *R. terraenovae*, estas con respecto a la longitud total del condrocráneo (LTC). Cada una con un ID para su identificación *: sin datos.

	Tabasco LTC: 92 ID: D05	Campeche LTC: 68 ID: D15	Campeche LTC: 71 ID: D16	Campeche LTC: 75 ID: D18	Campeche LTC: 78 ID: D19	Yucatán LTC: 96 ID: D10	Yucatán LTC: 98 ID: D07	Yucatán LTC: 100 ID: D09
Longitud prebranquial (LPB)	71.9	63	66.4	70.1	72.2	67.6	69	67.6
Ancho de la región ótica (AROT)	42.4	*	39.4	40	51.3	42.7	39.8	40
Altura máxima (AM)	22.8	27.9	28.2	28.0	26.9	26.0	25.5	34.0
Cartílagos rostrales laterales (CRL)	31.5	35.3	31	30.7	33.3	30.2	31.6	30
Cartílago medio rostral (CMR)	38	38.2	39.4	36	35.9	40.6	38.8	37
Espacio orbital (EO)	23.9	26.5	26.8	20	23.1	21.9	23.5	23
Ancho de la región óptica (AROP)	23.9	25	28.2	18.7	23.1	22.9	23.5	23