



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Modalidad Artículo Académico

Tema

Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el
Pacífico Ecuatoriano.

Autor

Macías Reyes Jusbeidy Salomé & Piguave Holguin Luis Eduardo

Tutor:

Maribel Carrera Fernández, PhD.

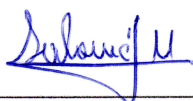
Periodo 2024 - 2

Declaración de autoría

Nosotros, **Macías Reyes Jusbeidy Salomé** y **Piguave Holguin Luis Eduardo** declaramos que hemos concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo (a), con el tema: "**Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el Pacífico Ecuatoriano**".

Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.


Firmas:



Macías Reyes Jusbeidy Salomé
C.I. 1316852712



Piguave Holguin Luis Eduardo
C.I. 1316970563

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante **MACIAS REYES JUSBEIDY SALOMÉ** legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico cuyo tema del proyecto es **“Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el Pacífico Ecuatoriano”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.


Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 03 de enero del 2025

Lo certifico,



Dra Maribel Carrera Fernández
Docente Tutor(a)
Área: Biología

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante **PIGUAVE HOLGUIN LUIS EDUARDO** legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico cuyo tema del proyecto es **“Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el Pacífico Ecuatoriano”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 03 de enero del 2025

Lo certifico,



Dra Maribel Carrera Fernández
Docente Tutor(a)
Área: Biología



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

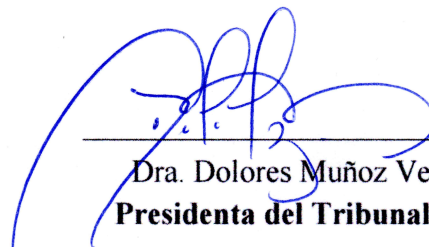
CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico

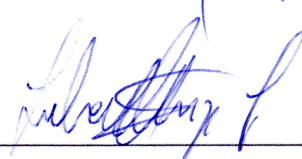
Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el Pacífico Ecuatoriano.

Autores

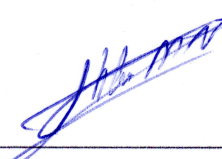
Macías Reyes Jusbeidy Salomé & Piguave Holguin Luis Eduardo



Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph. D.
Presidenta del Tribunal de Titulación



Blgo. Luber Javier Quijije López, Mg.
Miembro Tribunal de Titulación



Dr. Klever Xavier Mendoza Nieto, Ph. D.
Miembro Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Miércoles, 12 de febrero del 2025

Descripción morfológica de estructuras dérmicas en batoideos distribuidos en el Pacífico Ecuatoriano.

Piguave-Holguin Luis, Macias-Reyes Jusbeidy, Carrera Fernández Maribel

Grupo de investigación Shark of Rays of Ecuadorial Pacific-ShaREP, Carrera de Biología, Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Correo institucional: e1316970563@live.uleam.edu.ec ,e1316852712@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

Los batoideos son un grupo que presentan con gran variedad en sus estructuras dérmicas, que son fundamentales para la identificación taxonómica y la comprensión de su ecología. Sin embargo, las investigaciones sobre estructuras dérmicas son limitadas y enfocadas hacia los selacios. Este estudio se centra en las variaciones morfológicas de las estructuras dérmicas en cuatro especies de batoideos *Urobatis tumbesensis* (n=10), *Zapteryx xyster* (n=11), *Rostroraja equatorialis* (n=10) y *Rostroraja velezi* (n=8), en la región de Manabí, Ecuador, con el objetivo de identificar características distintivas en sus estructuras provenientes de distintas regiones del cuerpo, y si hay presencia de dimorfismo sexual a través de ellas. Se obtuvieron individuos provenientes de la captura incidental y se realizó la extracción de 2 cm² de tejido de piel, seleccionando siete secciones de cada organismo; las estructuras dérmicas fueron removidas del tejido mediante la utilización de hipoclorito de sodio al 5%, para ser posteriormente analizadas. Se identificaron diferentes tipos de estructuras, como espinas, espinillas y tubérculos cutáneos, que varían en forma y tamaño según la especie, el sexo y el estadio de madurez. Existió presencia de dos tipos de estructuras por organismo, con una variabilidad significativa en la morfología de las estructuras dérmicas, con diferencias en la cobertura y el desarrollo de espinillas y espinas en base al estadio de madurez y sexo. Este trabajo demuestra la importancia de las estructuras dérmicas como una herramienta para el reconocimiento taxonómico de batoideos tanto de depredadores como registros fósiles y destaca la necesidad de realizar investigaciones adicionales en otras regiones y órdenes de elasmobranquios.

Palabras claves: Espinas, espinillas, tubérculos, morfotipo, bordes, corona, cúspide, placa basal

Morphological description of dermal structures in batoids distributed in the Ecuadorian Pacific.

Piguave-Holguin Luis, Macias-Reyes Jusbeidy, Carrera Fernández Maribel

Shark of Rays of Equatorial Pacific-ShaREP Research Group, Biology Degree, Faculty of Life Sciences and Technologies, University Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e1316970563@live.uleam.edu.ec ,e1316852712@live.uleam.edu.ec

ABSTRACT

Batoids are a group that present a great variety in their dermal structures, which are fundamental for taxonomic identification and understanding their ecology. However, research on dermal structures is limited and focused on selachians. This study focuses on the morphological variations of the dermal structures in four species of batoids *Urobatis tumbesensis* (n = 10), *Zapteryx xyster* (n = 11), *Rostroraja equatorialis* (n = 10) and *Rostroraja velezi* (n = 8), in the Manabí region, Ecuador, with the aim of identifying distinctive characteristics in their structures from different regions of the body, and if there is presence of sexual dimorphism across them. Individuals were obtained from incidental capture and 2 cm² of skin tissue was extracted, selecting seven sections of each organism; Dermal structures were removed from the tissue using 5% sodium hypochlorite for further analysis. Different types of structures were identified, such as thorns, prickles, and cutaneous tubercles, which varied in shape and size depending on the species, sex, and stage of maturity. Two types of structures were present per organism, with significant variability in the morphology of the dermal structures, with differences in the coverage and development of prickles and thorns based on the stage of maturity and sex. This work demonstrates the importance of dermal structures as a tool for taxonomic recognition of batoids from both predatory and fossil records and highlights the need for further research in other regions and orders of elasmobranchs.

Keywords: Thorns, prickles, tubercles, morphotype, edges, crown, cusp, basal plate

1. INTRODUCCIÓN

Los condriictios son una clase de vertebrados caracterizados por la presencia de un esqueleto compuesto de cartílago, siendo estos ecológicamente el grupo más diversos, por su presencia en ríos, estuarios, lagos y océanos (Compagno, 2008; Rosa, 2010; Dulvy et al., 2016). Los condriictios comprenden dos subclases: Elasmobranchii y Holocephali; los elasmobranquios se encuentran conformados por los superórdenes Selachii y Batoidei, con aproximadamente 1426 especies registradas (Lutton et al., 2005; Berkovitz & Shellis, 2017; Fricke et al., 2023).

Los batoideos son peces cartilagosos, caracterizados por un cuerpo aplanado dorsoventralmente, aletas pectorales extendidas lateralmente, una boca inferior y hendiduras branquiales ventrales (McEachran et al., 1996; Nelson et al., 2016), se agrupan en cuatro ordenes: Torpediniformes, Rhinoprístiformes, Rajiformes y Myliobatiformes (Van Der Laan et al., 2019). Hasta la fecha, se han confirmado 823 especies de batoideos (Fricke et al., 2023).

Los batoideos se encuentran recubiertos de estructuras dérmicas (escamas placoideas), que ocasionalmente se presentan en forma de espinas, aunque en algunas especies se puede carecer totalmente de escamas (McEachran & Carvalho, 2002; McEachran & Aschliman, 2004). Las estructuras dérmicas pueden poseer una morfología única y específica, estas pueden sufrir modificaciones en la morfología externa cuando se adaptan para cumplir funciones específicas en el organismo, por lo tanto, estos son fuertemente influenciadas por su estilo de vida (Orvig, 1977; Reif, 1985; B. Rangel et al., 2014; Ciena et al., 2016). Estas estructuras pueden influir en una gran variedad de funciones debido a que, pueden proporcionar protección contra depredadores, reducción de la abrasión mecánica, disminución de fricción, mejora en la dinámica del flujo de agua, mayor eficiencia energética al nadar, ajuste a las demandas específicas del hábitat, prevención de bioincrustaciones, protección de fijación de ectoparásitos y anclaje de presas en la alimentación (Reif, 1978, 1982; Sullivan & Regan, 2011; Crooks et al., 2013).

Las estructuras dérmicas se encuentran compuestos por tres partes, la parte expuesta denominada como corona formada por dentina y esmalte, el pedúnculo que forma la conexión entre la corona y la placa basal que se encuentra anclada a la piel por medio de fibras de colágeno (Applegate, 1967; Branco, 2009). La forma de los dentículos varía, debido a que la corona puede presentar crestas de diferente longitud, altura, orientación, espaciado, siendo así que pueda o no presentar un número similar de picos (Tway, 1979; Reif, 1985; Raschi & Musick, 1986; Raschi & Tabit, 1992). Las estructuras dérmicas tienen una notable capacidad de preservación en los registros fósiles, ya que resisten la descomposición (Long, 1995). Por lo tanto, se han convertido en valiosos registros

históricos, que podrían ser utilizados en investigaciones de identificación filogenética (Gravendeel et al., 2002). Su morfología y distribución presenta variabilidad en los batoideos, logrando que estos pueden llegar a ser empleados como herramientas para la identificación taxonómica (Deynat, 1999; Gravendeel et al., 2002).

La mayoría de los estudios realizados en estructuras dérmicas han sido enfocados en tiburones, donde se ha observado la presencia de múltiples morfotipos de estructuras a lo largo del cuerpo, los cuales se pueden compartir entre taxones (Reif, 1982; Muñoz-Chápuli, 1985; Reif, 1985; Raschi & Tabit, 1992; Tanaka et al., 2002; Gilligan & Otway, 2011). La morfología de las estructuras dérmicas puede llegar a variar con el sexo, incluso se ha reportado dimorfismo sexual en los elasmobranquios, que comprenden diferencias en el grosor de la piel y la ontogenia de la especie (Reif, 1985; Kajiura et al., 2000; Crooks et al., 2013). Los batoideos son un grupo que no presenta tanta variabilidad de estilos de vida, sus variaciones en morfología y disposición de estructuras dérmicas son menores, a comparación de los selacios (Deynat, 1998). Aun así, la mayoría de las investigaciones de estructuras dérmicas en batoideos, han sido aplicadas en las especies de la familia rajidae, donde se han realizado aportes significativos en diversas especies sobre las variaciones de las diferentes estructuras que puede llegar a presentar esta familia (Gravendeel et al., 2002). En comparación a los otros ordenes de batoideos, no existe mucha información referente a las estructuras dérmicas.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consiste en identificar las variaciones morfológicas de las estructuras dérmicas presentes en distintas regiones del cuerpo, y si estas variaciones pueden llegar a diferir entre machos y hembras en cuatro especies de batoideos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los muestreos fueron llevados a cabo desde agosto de 2023 hasta agosto del 2024, donde se obtuvieron individuos provenientes de la captura incidental de distintos artes de pesca, empleados en la playa Los Esteros (0°56'54.0"S 80°41'54.9"W), Las Piñas (1°05'30.6"S 80°53'55.3"W) y en el puerto pesquero de Jaramijó (0°56'36.8"S 80°38'20.2"W) (Fig. 1).

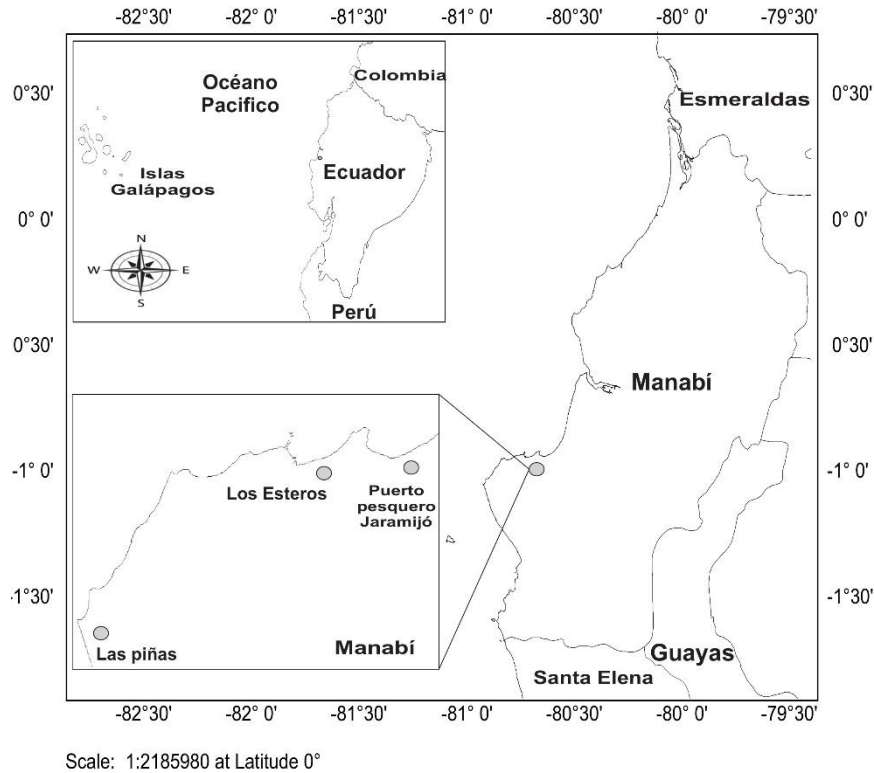


Figura 1: Áreas de muestreos en Manabí.

Trabajo de Laboratorio

Los individuos fueron transportados en hieleras al Laboratorio de Ecología de Peces ubicado en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Uleam, y se efectuaba el reconocimiento de la especie mediante la utilización de la guía de identificación de rayas del MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) y Rays of world (Last et al., 2016), las muestras fueron almacenadas enteras en congeladores para posteriormente ser procesadas, donde se tomaron datos morfométricos de la longitud total (LT), Ancho de disco (AD), peso, sexado y estadio de madurez a través de la visualización del nivel de calcificación de los claspers y observación de la madurez gonadal (Colonello et al., 2011).

La extracción de tejido se llevó a cabo identificando distintas partes del cuerpo que presentaban estructuras dérmicas, a través del tacto y observación directa basada en la metodología propuesta por Sánchez-Rea & Kanagusuku, (2022). Para la extracción de estructuras dérmicas se extrajo una muestra del tejido de 2 cm² en siete áreas de *U. tumbesensis*, *Z. xyster*, *R. equatorialis* y *R. velezi*. Las regiones que fueron seleccionadas para el análisis son presentadas en la (Fig. 2).

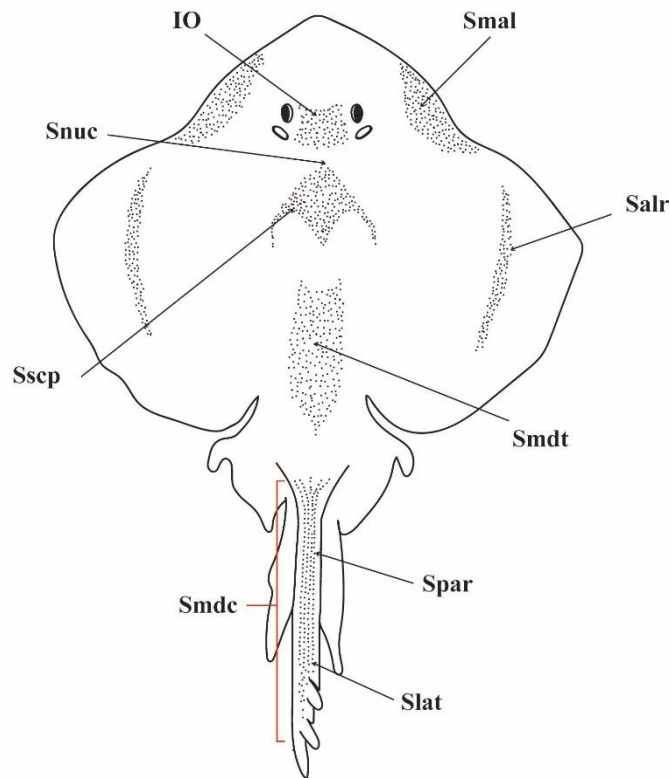


Figura 2. Regiones del cuerpo con mayor presencia de estructuras dérmicas en batoideos: Serie interorbital (Sorb), serie alar (Salr), serie nucal (Snuc), serie malar (Smal), serie escapular (Sscp), serie media-dorsal (Smd), serie media-dorsal caudal (smdc), serie paralela (Spar) y serie lateral (Slat). Ilustración modificada de Sánchez-Rea & Kanagusuku (2022) y Gravendeel et al. (2002).

Remoción de estructuras dérmicas

En la liberación de las estructuras dérmicas, se utilizó agua caliente al punto de ebullición donde se sumergieron las muestras durante un periodo de 3 minutos, para suavizar la epidermis y deshacer las fibras de colágeno de cada una de las muestras, facilitando la extracción de las estructuras dérmicas con pinzas. Se utilizó la metodología de McEachran & Konstantinou (1996), donde se colocaron las estructuras dérmicas en una caja Petri en una solución de hipoclorito de sodio al 5 % durante 8 minutos, para la remoción de tejido excedente; posteriormente se enjuagaron en alcohol etílico al 98 %.

Para la observación de las estructuras dérmicas, fueron colocados en una caja Petri, utilizando fomix moldeable negro como base con una tira de papel milimétrico como una escala referencial, donde las estructuras dérmicas se colocaron en paralelo para ser fotografiados con la cámara del teléfono móvil, y posteriormente ser medidos. Se utilizó un microscopio digital marca “Tomlow DM9 pro 7” para realizar fotografías ventral, dorsal y lateral a cada una de las muestras, a excepción de las muestras de

Z. xyster, donde se consideró solamente la parte dorsal debido a que la forma y tamaño de los dentículos dérmicos no permitía una manipulación adecuada, las imágenes fueron almacenadas y codificadas para llevar a cabo la descripción de la forma y variación de los dentículos dérmicos en las diferentes partes.

Caracterización de las estructuras dérmicas

La descripción se basó principalmente en la identificación distintas características presentes en la base de la placa basal, péndulo (si se encontraba presente) y la corona; se emplearon distintas terminologías propuestas por los trabajos de Deynat & Séret (1996); Deynat (1998); Gravendeel et al. (2002) y Sánchez-Rea & Kanagusuku (2022), y se compararon con estructuras similares, presentes en varios organismos del orden: rajiformes, donde existen un mayor enfoque al estudio de sus estructuras dérmicas. Por otra parte, se empleó diferentes terminologías en las estructuras dérmicas de *U. tumbesensis* basado en la enumeración de la cantidad de bordes que se presentaban en dicha estructura y terminología empleada en la botánica para la descripción de bordes con similitud a hojas (Gravendeel et al., 2002; Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022).

En la forma de las estructuras dérmicas se identificaron las siguientes partes: las protuberancias que se desarrollan desde la corona hasta el borde de la placa basal (PB) se denominaron *crestas*, mientras que los extremos o límites de la PB fueron nombrados *bordes*. Las depresiones entre los bordes, se denominaron *surcos*. La corona fue definida como una estructura ascendente que emerge desde la placa basal en forma de espina y cubierta de esmalte que culmina en la cúspide, la cual corresponde a la región superior de la corona, usualmente puntiaguda. Por su parte, la placa basal actúa como una base, conectada directamente a la piel (Fig 3).

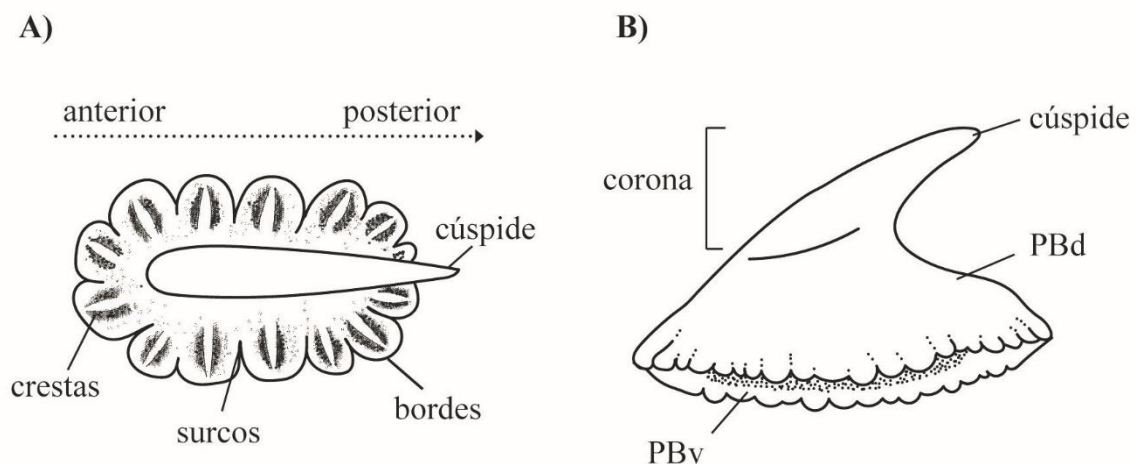


Figura 3. Ilustración de un dentículo dérmico desde su vista A) Dorsal, B) Lateral. Ilustración modificada de Gravendeel et al. (2002)

Se determinaron los tipos de bordes de la placa basal PB, basados en estructuras descritas por Gravendeel et al. (2002). (Fig 4). A) *Serrado*: presenta incisiones dentadas que son poco profundas en la PB. B) *Inciso*: presenta incisiones más profundas en la PB, con bordes en forma de picos. C) *Denticulado*: presenta bordes irregulares con incisiones de diversas profundidades y anchos, sin formar bordes continuos. D) *Lobulado*: el borde muestra líneas onduladas de forma bastante uniforme. E) *Crenado*: presenta borde redondeado con incisiones afiladas. F) *Hendido*: presenta bordes similares al crenado, pero con incisiones más profundas en la PB. G) *Alargado*: presenta bordes en forma de picos, con incisiones en la PB de diversa profundidad. H) *Fusionado*: presenta ciertos bordes que combinan rasgos de incisiones y hendiduras, que no pueden reconocerse fácilmente de manera inmediata.

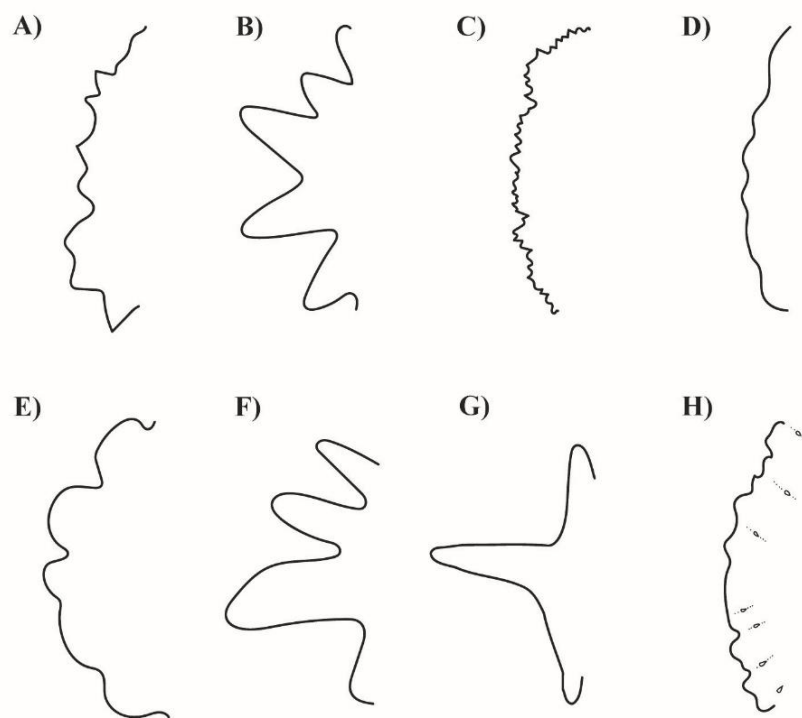


Figura 4. Ilustración de los tipos de bordes de la placa basal dorsal: A) serrado, B) inciso, C) denticulado, D) lobulado, E) crenado, F) hendido, G) alargado, H) fusionado. Ilustración modificada de Gravendeel et al. 2002).

Se empleó el software Image J, para efectuar las mediciones morfométricas dorsales correspondientes a la longitud y el ancho de las estructuras dérmicas. Las ilustraciones científicas se elaboraron empleando el software de diseño gráfico Adobe Illustrator. Además, se utilizó el software IBM SPSS® Statistics para el análisis y manejo de los datos.

RESULTADOS

Se examinaron un total de 39 individuos de 4 especies de batoideos, pertenecientes a los órdenes rajiformes, rhinopristiformes, myliobatiformes. En cada una de las especies, se consideró su sexo y etapa de desarrollo ontogénico (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción detallada del número total de batoideos analizados, incorporando los valores promedio obtenidos de las mediciones morfométricas, así como información sobre el sexo y la etapa de desarrollo ontogénico de cada ejemplar.

Especie	n , sexo	Etapa de desarrollo ontogénico	Longitud total (mm)	Ancho de disco (mm)	Peso total (kg)
<i>Rostroraja equatorialis</i>	5H, 5M	4J, 6A	500,300 ± 54,177	300,900 ± 33,890	0,485 ± 0,186
<i>Rostroraja velezi</i>	4H, 4M	2J, 6A	636,375 ± 139,212	512,375 ± 104,348	2,051 ± 0,912
<i>Urobatis tumbesensis</i>	6H, 4M	6J, 4A	390,600 ± 92,542	237,700 ± 51,496	0,837 ± 0,652
<i>Zapteryx xyster</i>	6H, 5M	5J, 6A	492,909 ± 63,607	240,545 ± 49,654	0,630 ± 0,321

Promedio ± Desviación Estándar. n : Número de individuos. H: Hembra. M: Macho. J: Juvenil. A: Adulto

Se identificaron tres tipos de estructuras: espinillas, tubérculos cutáneos y espinas; *R. velezi*, *R. equatorialis* y *U. tumbesensis* presentaron estructuras cutáneas en forma de espinillas y espinas, y *Z. xyster* presentó espinillas y tubérculos cutáneos. Según Sánchez-Rea & Kanagusuku (2022), describe como dentículos dérmicos o espinillas a estructuras cutáneas de hasta máximo 2 mm de longitud, caracterizados por tener menor tamaño y desarrollo que el resto de las estructuras cutáneas. Tubérculos cutáneos: A diferencia de los dentículos dérmicos o espinillas, poseen mayor tamaño y cantidad de características en la corona, sin una corona puntiaguda. Las Espinas: son estructuras cutáneas de 2 a más mm de longitud, con una altura mayor a 1 mm, con corona espinosa variable fina y muy erguida en algunos casos, en comparación con la placa basal. Se desarrollaron distintos morfotipos de la placa basal y la corona en base a características similares entre las distintas especies-

Morfotipos de Placa basal

Morfotipo I: Presenta de una placa basal (PB), con bordes serrados o hendidos con un contorno en forma ovalada o de triangulo redondeado con surcos poco pronunciados.

Morfotipo II: Presenta de una placa basal (PB), con bordes lobulados o crenados con un contorno en forma ovalada con surcos poco desarrollados.

Morfotipo III: Presenta de una placa basal (PB), con bordes irregulares o lobulados con un contorno en forma de cuchara o gota, con surcos ligeramente pronunciados.

Morfotipo IV: Presenta de una placa basal (PB), con bordes alargados, con un contorno semejante a una estrella con surcos pronunciados.

Morfotipo V: Presenta de una placa basal (PB), con bordes incisos o hendidos, con un contorno similar a una hoja o flor, con presencia de surcos pronunciados.

Morfotipo VI: Presenta de una placa basal (PB), con bordes serrados, fusionados o irregulares con un contorno muy variable, sin presencia de surcos.

Morfotipo VII: Presenta de una placa basal (PB), con bordes incisos o denticulados con un contorno ovalado o redondeado con o surcos sin desarrollados.

Morfotipos de la Corona:

Morfotipo I: Presencia de una corona larga o corta, con una cúspide inclinada hacia la región posterior, situada en el centro de la PB.

Morfotipo II: Presencia de una corona corta o larga, brevemente desplazada hacia la región anterior o posterior de la PB.

Morfotipo III: Presencia de una corona corta o larga en forma de gancho con presencia de una cúspide puntiaguda o redondeada.

Morfotipo IV: Presencia de una corona larga o corta situada en el centro de la placa basal, posicionada casi o verticalmente, con una cúspide redondeada.

Morfotipo V: Presencia de una corona con una forma casi plana y poco definida en su contorno.

Estructuras dérmicas de los batoideos

Rostroraja equatorialis (Jordan & Bollman, 1890) “Raya ecuatorial”

Presenta dos tipos de estructuras dérmicas: espinas y espinillas, que puede variar dependiendo del estadio de madurez y el sexo, con una cobertura muy diversa de espinas alrededor de su cuerpo, exceptuando las aletas pélvicas y la región ventral; Se presentan espinillas en distintas regiones del cuerpo, pero debido a su tamaño y fragilidad, no se pudieron analizar adecuadamente; por otra parte, se observó una cobertura fuertemente espinosa en todas las series del cuerpo evaluadas, se poseen espinas fuertemente desarrolladas en las series nucal, escapular y media-dorsal, en esta última se comienza a desarrollar una mayor cobertura dérmica con espinas y cúspide muy puntiaguda que van desde la serie media-dorsal hasta la serie interdorsal. Las espinas de mayor longitud fueron registradas en los machos adultos (tabla 2), específicamente en la serie lateral (tabla 3). En la serie interorbital Sorb (Fig. 5a), se observaron pequeñas espinillas, además de espinas con una placa basal del morfotipo I, presentando un mayor desarrollo de sus bordes en la región anterior de la PB, con una corona del morfotipo I, con cúspide redondeada sesgada hacia la región posterior y una placa basal ventral parcialmente cerrada; la serie malar en hembras Smlr (Fig. 5b), presenta una placa basal del morfotipo V, siendo la PB al menos el doble largo que de ancho, con una corona del Morfotipo II, en un ángulo de 30 grados con cúspide puntiaguda, y una placa basal ventral parcialmente cerrada; en la Smlr (Fig. 5c), la placa basal es del morfotipo III, corona de morfotipo III, ascendente con una cúspide que topa el borde de la PB, y una placa basal ventral cerrada; en la serie media-dorsal Smd (Fig. 5d), presenta una placa basal del morfotipo I, con una corona del morfotipo II, con cúspide redondeada y desarrollo de una segunda espina pequeña en el lado posterior de la corona, y una placa basal ventral cerrada; en la serie escapular Sscp (Fig. 6a), presenta una placa basal de morfotipo I, con una corona del morfotipo II, sesgada hacia la región posterior, y una placa basal ventral parcialmente abierta; en la serie paralela Spar (Fig. 6b), presenta una placa basal del morfotipo VI, con bordes ligeramente serrados, contorno en forma de mariposa, con una corona del morfotipo II, y una placa basal ventral cerrada; en la serie lateral Slat (Fig. 6c), presenta una placa basal del morfotipo I con bordes más pronunciados en la región posterior, con una región anterior ligeramente recta, corona del morfotipo I bastante gruesa, y una placa basal ventral abierta; en la Slat (Fig. 6d), presenta una placa basal del morfotipo I, con una corona del morfotipo IV, y una placa basal ventral cerrada.

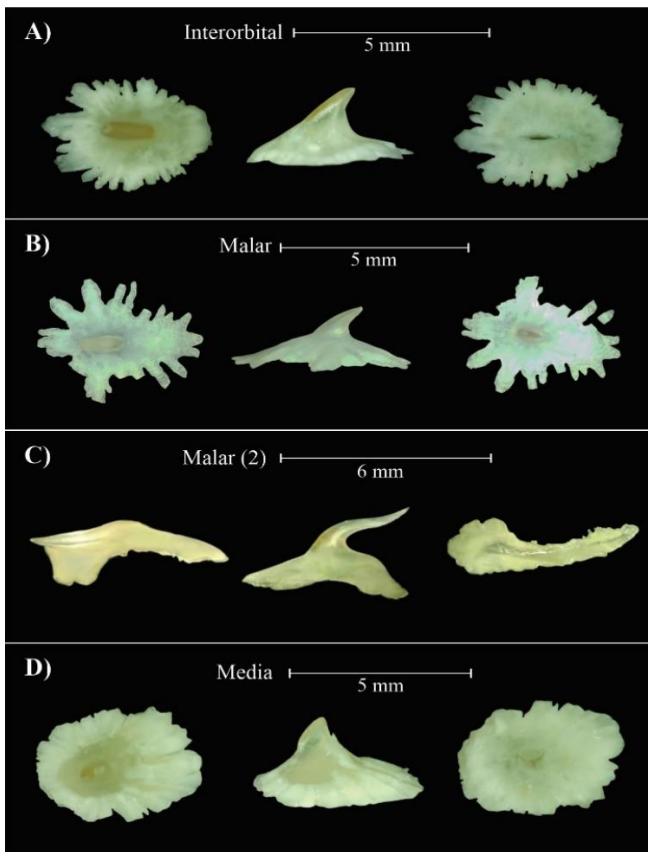


Figura 5. Ilustración de estructuras dérmicas de *R. equatorialis*, de las regiones Sorb, Smlar, Smd en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

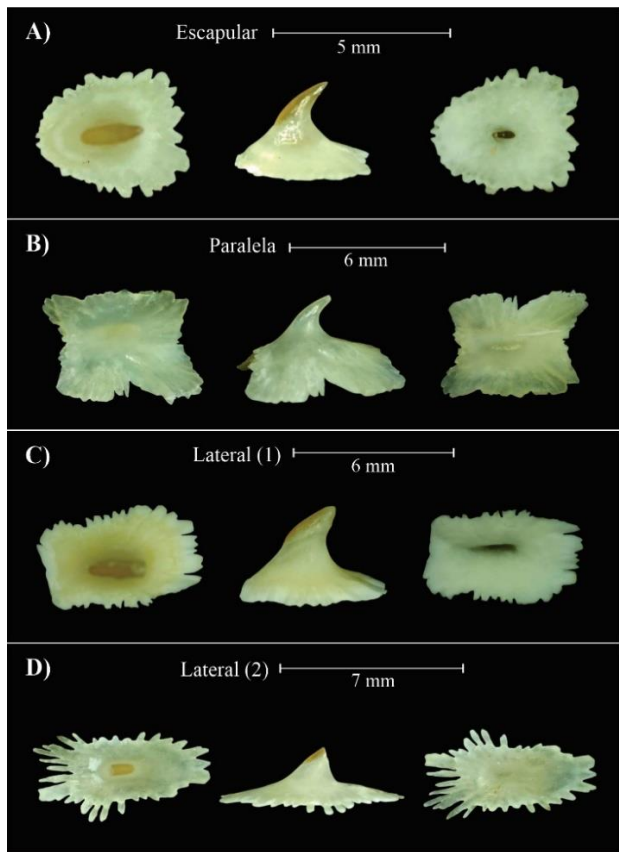


Figura 6. Ilustración de estructuras dérmicas de *R. equatorialis*, de las regiones Sscp, Spart, Slat en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

***Rostroraja velezi* (Chirichigno, 1973) “Raya chillona”**

Presenta dos tipos de estructuras dérmicas: espinas y espinillas, similar a *R. equatorialis*, que pueden variar dependiendo del estadio de madurez y el sexo, presenta una cobertura muy diversa de espinas alrededor de su cuerpo, exceptuando las aletas pélvicas y la región ventral, presenta espinillas en todas las series evaluadas con excepción de la serie lateral, se observaron espinas en todas las series evaluadas, siendo estas fuertemente desarrolladas en la serie escapular y media-dorsal, en la serie media-dorsal caudal se van desarrollando hileras de espinas con una cúspide puntiagudas que culminan en la serie interdorsal. Las espinillas de mayor longitud se observaron en las hembras adultas (tabla 2), específicamente en la serie media-dorsal (tabla 3). En contraste, las espinas de mayor tamaño se registraron en los machos adultos (tabla 2), predominantemente en la serie malar (tabla 3). La serie alar Slar (Fig. 7a), presenta una placa basal con morfotipo III, con una corona de morfotipo III, con cúspide casi horizontal, que topa el borde posterior de la PB, y una placa basal ventral abierta; la serie interorbital Sorb (Fig. 7b), presenta estructuras dérmicas en forma de espinillas, la placa basal presenta un morfotipo IV, con un contorno en forma de cruz, corona del morfotipo IV, y una placa basal ventral

cerrada; la serie malar Smlr (Fig. 7c), presenta una placa basal del morfotipo III, con una corona del morfotipo II, ascendente con cúspide puntiaguda, y una placa basal ventral abierta; la serie escapular Sscp (Fig. 7d), presenta una placa basal del morfotipo II, con una corona del morfotipo II ancha con cúspide redondeada, y una placa basal ventral abierta; la serie media-dorsal Smd (Fig. 8a), presenta estructuras dérmicas en forma de espinillas con una placa basal del morfotipo II, corona del morfotipo I, con cúspide puntiaguda ascendente, y una placa basal ventral cerrada; la Smd (Fig. 8b), presenta una placa basal de morfotipo II, con una corona del morfotipo I, cúspide puntiaguda, y una placa basal ventral abierta; serie paralela Spar (Fig. 8c), presenta una placa basal del morfotipo I, con una corona del morfotipo II con cúspide puntiaguda, y una placa basal ventral cerrada; la serie lateral Slat (Fig. 8d), presenta una placa basal del morfotipo VI, con presencia de pequeñas depresiones superficiales en forma de agujeros, contorno irregular siendo más angosto en la región anterior ampliándose hacia la región posterior, con una corona del morfotipo III, con cúspide que topa el borde de la región posterior, y una placa basal ventral parcialmente cerrada.

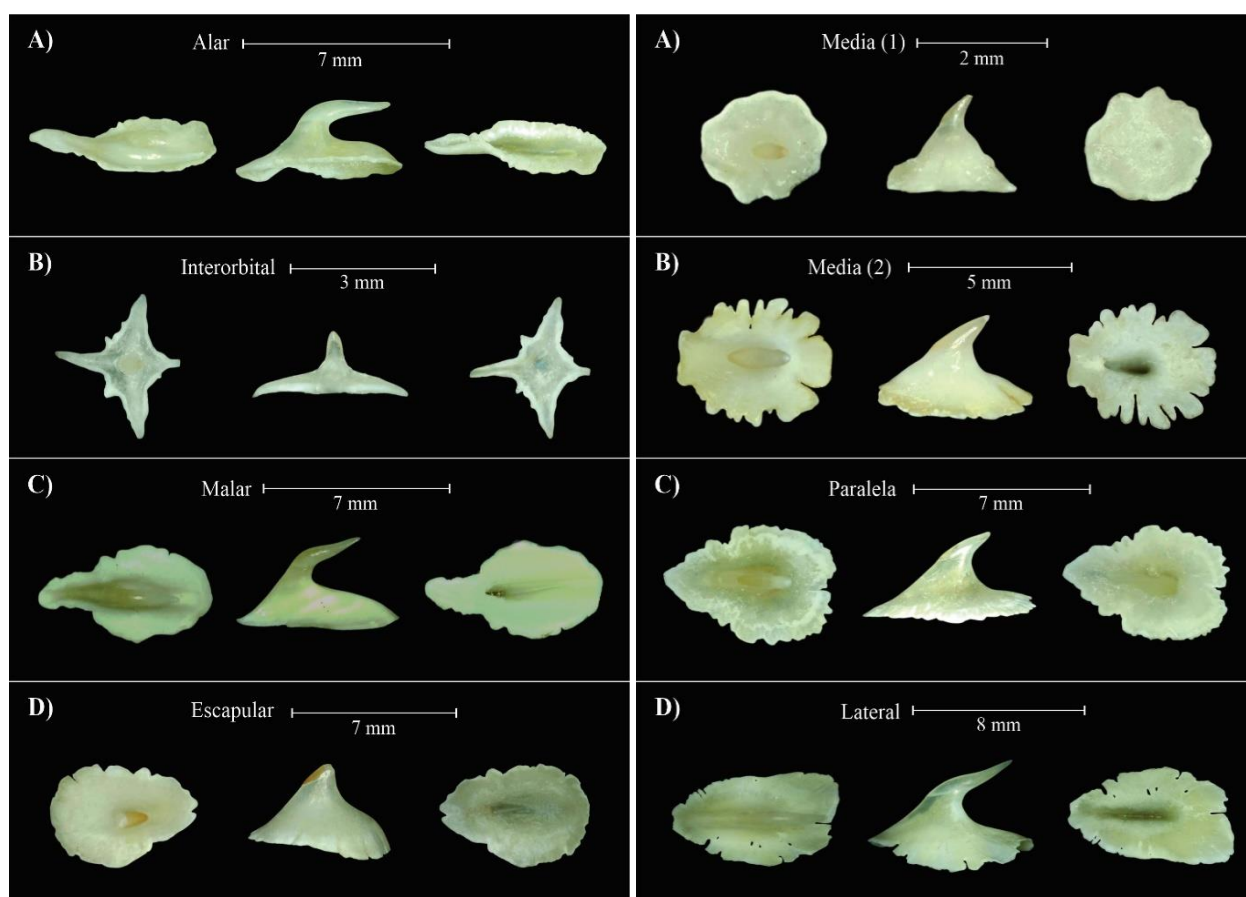


Figura 7. Ilustración de estructuras dérmicas de *R. velezi*, de las regiones Salr, Sorb, Smlar, Sscp en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Figura 8. Ilustración de estructuras dérmicas de *R. velezi*, de las regiones Smd, Spar, Slat en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

***Urobatis tumbesensis* (Chirichigno & McEachran, 1979) “Raya psicodélica”**

Presenta dos tipos de estructuras dérmicas: espinas y espinillas; con una abundante cobertura de estructuras dérmicas alrededor de todo el cuerpo, generalmente en forma de pequeñas espinillas con formas estrelladas, que difieren en tamaño y cantidad de picos entre sí. Presenta espinas en todas las estructuras analizadas, presentando mayor tamaño en la zona de la cintura escapular y en la línea dorsal, con una hilera de espinas fuertemente desarrolladas que van desde la región nucal hasta región lateral. Las espinillas de mayor longitud se registraron en hembras juveniles (tabla 2), mientras que las espinas más desarrolladas se observaron en hembras adultas (tabla 2). En ambos casos, se localizaron en la serie escapular (tabla 3). La serie alar Salr (Fig. 9a), presenta estructura dérmica en forma de espinilla con una placa basal del morfotipo IV, con cinco bordes alargados, presencia de crestas, en forma de pentágono estrellado, con una corona del morfotipo IV, con cúspide ligeramente inclinada hacia el lado posterior, y una placa basal ventral cerrada; la serie interorbital Sorb (Fig. 9b), presenta una placa basal del morfotipo IV, contorno en forma de eneágono estrellado, con una corona del morfotipo IV, y una placa basal ventral cerrada; La serie malar Smlr (Fig. 9c), presenta una placa basal del morfotipo IV, con seis bordes alargados, contorno de estrella hexagonal, corona del morfotipo IV, con una leve inclinación hacia la región posterior, y una placa basal ventral cerrada; la serie escapular Sscp (Fig. 9d), presenta una placa basal del morfotipo IV, con ocho bordes alargados, contorno en forma de octágono estrellado, corona del morfotipo IV, con cúspide ligeramente inclinada hacia la región posterior, y una placa basal ventral cerrada; la serie media-dorsal Smd (Fig. 10a), presenta una placa basal del morfotipo V, con una corona del morfotipo IV, y una placa basal ventral cerrada, con presencia de poros; la serie paralela Spar (Fig. 10b), presenta una placa basal del morfotipo VI, corona del morfotipo I, con una protuberancia en la región anterior, cúspide puntiaguda, inclinándose hacia la región posterior, y una placa basal ventral cerrada con presencia de poros; la serie lateral Slat (Fig. 10c), presenta una placa basal del morfotipo V, con un contorno en forma de hoja de otoño, corona del morfotipo IV, y una placa basal ventral cerrada; Slat Fig. (10d), presenta una placa basal del morfotipo II, corona del morfotipo IV, con una protuberancia en la región anterior, cúspide redondeada, y una placa basal ventral cerrada con presencia de poros.

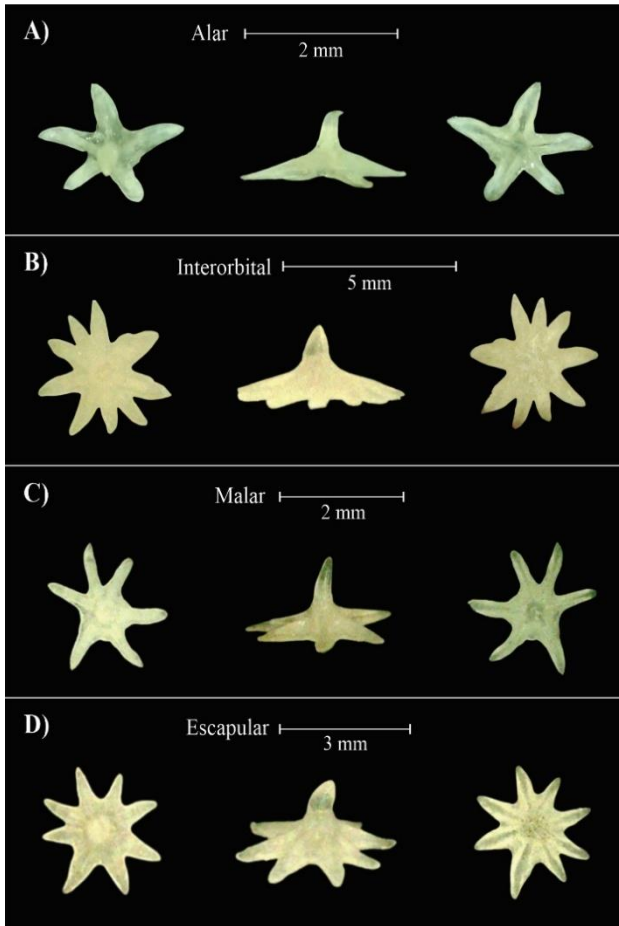


Figura 9. Ilustración de estructuras dérmicas de *U. tumbesensis*, de las regiones Alar, Sorb, Mlar, Sspc en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

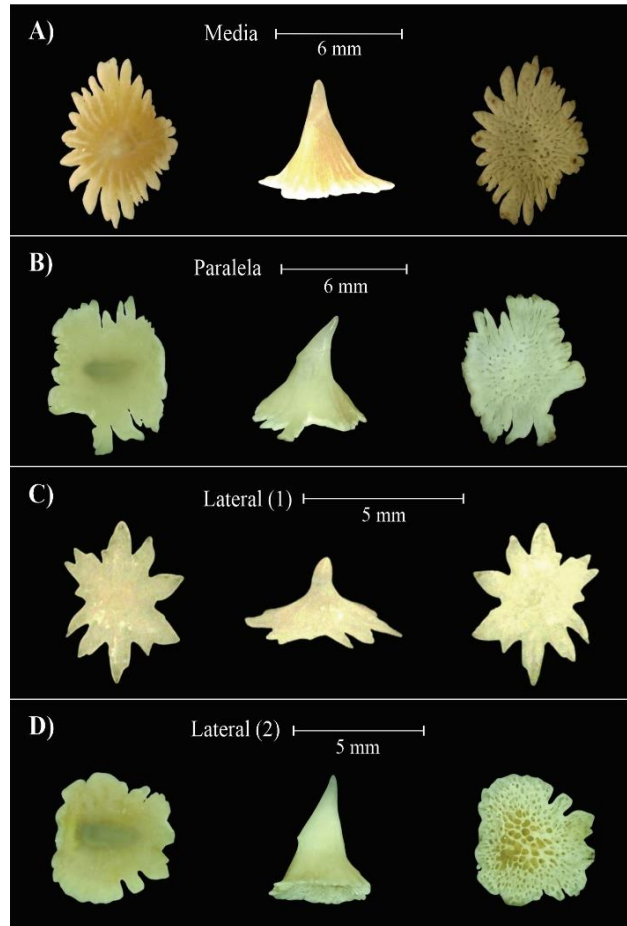


Figura 10. Ilustración de estructuras dérmicas de *U. tumbesensis*, de las regiones Smd, Spar, Slat en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Zapteryx xyster (Jordan & Evermann, 1896) “Raya guitarra bruja”

Presenta dos tipos de estructuras dérmicas: espinillas y tubérculos cutáneos; con una cobertura dérmica total de espinillas de manera contigua alrededor de todo su cuerpo, que difieren en tamaño y forma entre sí, usualmente con una forma ovalada. Presenta tubérculos cutáneos de gran tamaño en la zona de la cintura escapular, con tubérculos de menor diámetro en la serie alar y en la línea dorsal desde la zona nugal hasta el final la serie lateral. Las espinillas y tubérculos de mayor longitud se observaron predominantemente en las hembras juveniles (tabla 2), específicamente en la serie escapular (tabla 3). Las regiones de la serie interorbital Sorb (Fig. 11a), Alar Salr (Fig. 11b), Malar Smlr (Fig. 11c), presenta estructuras dérmicas en forma de pequeñas espinillas, con una placa basal con bordes lobulados o hendidos, contorno ovalado, surcos poco pronunciados y con una corona del morfotipo V; la serie escapular Sscp (Fig 11d), presenta tubérculos cutáneos, con una placa basal del morfotipo VII

con incrustación de una espina arraigada en la región anterior en la PB, corona del morfotipo I, con cúspide redondeada sesgada hacia la región posterior, y una placa basal ventral cerrada; la serie media-dorsal Smd (Fig 11e), presenta una placa basal del morfotipo VII, con una corona del morfotipo II, corta y ancha, con cúspide incrustada y redondeada, y una placa basal ventral cerrada; serie paralela Spar, lateral Slat, se presentaron placas basal del morfotipo VII, corona del morfotipo I, con cúspide redondeada en (Fig 11f), y una cúspide puntiaguda (Fig. 11g), y placa basal ventral cerrada con presencia de poros en ambos casos.

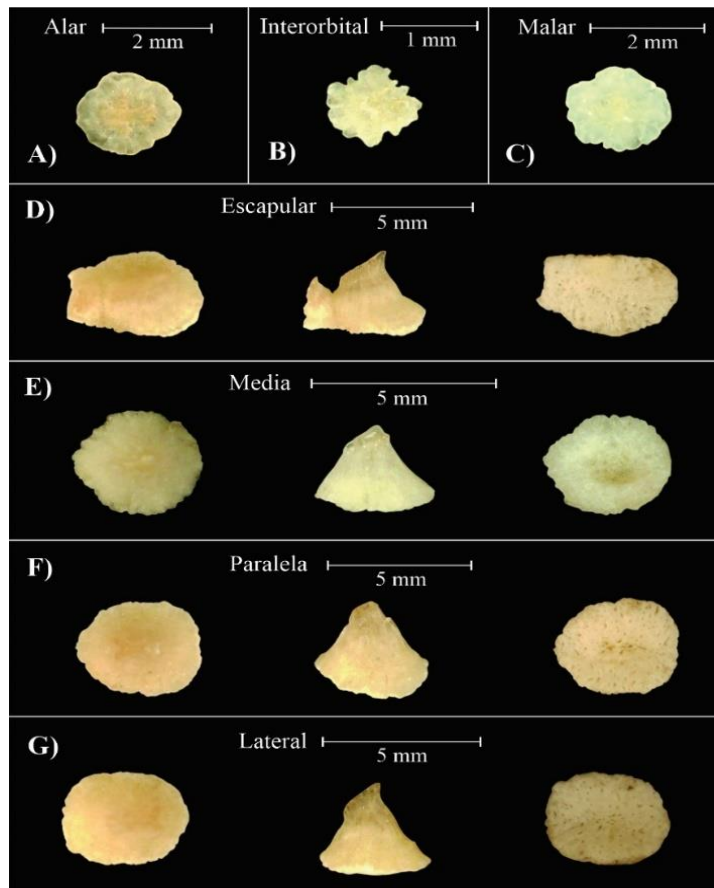


Figura 11. Ilustración de estructuras dérmicas de *Z. xyster* de las regiones Slar, Sorb, Mlar, Sspc, Smd, Spar, Slat, en vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Tabla 2. Medidas de las estructuras dérmicas: tubérculos, espinas y espinillas en base a su sexo y estadio de madurez de las cuatro especies de batoideos analizados.

Especie	Espinillas				Espin/Tubérculos			
	<i>n</i>	Longitud (mm)	Ancho (mm)		<i>n</i>	Longitud (mm)	Ancho (mm)	
<i>Rostroraja equatorialis</i> ^{1,2}	Sexo	Hembra	-	-	-	5	4,756 ± 1,250	3,172 ± 0,753
		Macho	-	-	-	5	5,483 ± 1,487*	2,910 ± 0,825
	Etapa	Adulto	-	-	-	6	5,367 ± 1,513*	3,078 ± 0,880
		Juvenil	-	-	-	4	4,833 ± 1,230	2,951 ± 0,665
<i>Rostroraja velezi</i> ²	Sexo	Hembra	4	1,412 ± 0,422*	1,434 ± 0,418	4	5,046 ± 2,064	3,325 ± 0,958
		Macho	4	1,371 ± 0,286	1,169 ± 0,123	4	5,946 ± 1,860*	3,192 ± 1,040
	Etapa	Adulto	6	1,497 ± 0,304*	1,533 ± 0,255	6	5,973 ± 1,823*	3,429 ± 0,941
		Juvenil	2	1,201 ± 0,447	0,972 ± 0,255	2	3,293 ± 1,252	2,088 ± 0,535
<i>Urobatis tumbesensis</i> ²	Sexo	Hembra	6	1,739 ± 0,166*	1,74 ± 0,624	6	3,292 ± 1,295*	3,127 ± 1,349
		Macho	4	1,674 ± 0,225	1,542 ± 0,224	4	2,915 ± 0,915	2,823 ± 1,025
	Etapa	Adulto	4	1,657 ± 0,263	1,645 ± 0,583	4	3,389 ± 1,410*	3,261 ± 1,474
		Juvenil	6	1,716 ± 0,171*	1,584 ± 0,266	6	2,995 ± 0,929	2,818 ± 0,974
<i>Zapteryx xyster</i> ³	Sexo	Hembra	6	0,979 ± 0,256*	0,786 ± 0,223	6	3,815 ± 0,696*	2,842 ± 0,455
		Macho	5	0,977 ± 0,285	0,837 ± 0,281	5	3,564 ± 0,713	2,892 ± 0,494
	Etapa	Adulto	6	0,965 ± 0,290	0,807 ± 0,275	6	3,638 ± 0,850	2,815 ± 0,554
		Juvenil	5	0,994 ± 0,238*	0,811 ± 0,217	5	3,776 ± 0,550*	2,908 ± 0,375

Promedio ± Desviación Estándar. *n* : Número de individuos. Etapa: Etapa de desarrollo ontogénico.

¹En *Rostroraja equatorialis* no se pudieron tomar las medidas de las espinillas

²Solo presentaron espinillas y espinas

³Solo presentaron espinillas y tubérculos

*Mayor longitud

Tabla 3. Medidas de estructuras dérmicas: tubérculos, espinas y espinillas en base a las distintas regiones del cuerpo presentes en las cuatro especies de batoideos analizados.

Especie	Espinillas				Espin/Tubérculos				
	Zona	n	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Zona	n	Longitud (mm)	Ancho (mm)	
<i>Rostroraja equatorialis</i> ^{1,2}	-	-	-	-	Alar	2	5,875 ± 1,216	2,923 ± 0,764	
	-	-	-	-	IO	6	3,642 ± 0,817	2,511 ± 0,444	
	-	-	-	-	Malar	9	5,19 ± 1,088	2,534 ± 0,898	
	-	-	-	-	Media	10	4,270 ± 0,830	2,729 ± 0,492	
	-	-	-	-	Lateral	10	6,391 ± 1,177*	3,381 ± 0,590	
	-	-	-	-	Paralela	10	5,308 ± 1,411	3,484 ± 0,876	
	-	-	-	-	Escapular	10	4,345 ± 1,287	3,011 ± 0,603	
<i>Rostroraja velezi</i> ²	Alar	6	1,396 ± 0,332	1,354 ± 0,251	Alar	3	6,054 ± 0,784	1,902 ± 0,230	
	IO	5	1,226 ± 0,140	1,265 ± 0,069	IO	3	2,375 ± 0,387	1,973 ± 0,433	
	Malar	6	1,465 ± 0,446	1,466 ± 0,490	Malar	4	6,356 ± 1,911*	3,510 ± 0,677	
	Media	6	1,791 ± 0,175*	1,546 ± 0,196	Media	6	4,838 ± 1,644	3,270 ± 0,893	
	Paralela	8	1,339 ± 0,247	1,061 ± 0,123	Lateral	7	5,749 ± 2,221	3,413 ± 1,098	
	Escapular	7	0,668 ± 0,000	0,589 ± 0,000	Paralela	7	6,110 ± 2,201	3,685 ± 0,877	
					Escapular	6	5,154 ± 1,274	3,491 ± 0,724	
<i>Urobatis tumbesensis</i> ²	Alar	10	1,635 ± 0,230	1,529 ± 0,230	Alar	7	2,435 ± 0,393	2,138 ± 0,394	
	IO	10	1,747 ± 0,156	1,638 ± 0,248	IO	9	2,553 ± 0,384	2,373 ± 0,411	
	Malar	10	1,657 ± 0,237	1,541 ± 0,265	Malar	5	2,304 ± 0,213	2,103 ± 0,388	
	Media	10	1,703 ± 0,221	1,625 ± 0,274	Media	10	3,551 ± 1,258	3,525 ± 1,339	
	Lateral	10	1,664 ± 0,227	1,511 ± 0,313	Lateral	10	3,477 ± 1,443	3,494 ± 1,660	
	Paralela	9	1,720 ± 0,184	1,805 ± 0,822	Paralela	9	3,323 ± 1,524	3,093 ± 1,485	
	Escapular	10	1,808 ± 0,129*	1,626 ± 0,220	Escapular	10	3,561 ± 1,187*	3,270 ± 1,059	
<i>Zapteryx xyster</i> ³	Alar	11	0,907 ± 0,253	0,753 ± 0,214	Alar	1	3,215 ± 1,558	2,346 ± 0,016	
	IO	11	0,950 ± 0,296	0,755 ± 0,242	Media	11	3,502 ± 0,642	2,884 ± 0,517	
	Malar	11	0,981 ± 0,249	0,838 ± 0,260	Lateral	10	3,564 ± 0,451	2,984 ± 0,406	
	Media	11	0,972 ± 0,302	0,821 ± 0,299	Paralela	11	3,783 ± 0,500	2,991 ± 0,476	
	Lateral	11	0,946 ± 0,241	0,782 ± 0,227	Escapular	7	4,046 ± 0,967*	2,640 ± 0,386	
	Paralela	11	1,018 ± 0,248	0,844 ± 0,216					
	Escapular	10	1,098 ± 0,262*	0,882 ± 0,278					

Promedio ± Desviación Estándar. IO: Interorbital n : Número de individuos.

¹En *Rostroraja equatorialis* no se pudieron tomar las medidas de las e:

²Solo presentaron espinillas y espinas

³Solo presentaron espinillas y tubérculos

*Mayor longitud

3. DISCUSIÓN

El uso de la morfología de estructuras dérmicas, se ha utilizado tradicionalmente como una herramienta para distinguir especies de rajidae (Orlando et al., 2015), debido a la gran variedad de estructuras dérmicas distinguidas en esta familia, generalmente estos estudios son realizados empleando microscopía electrónica de barrido (MEB), que proporcionan un nivel superior de detalle y permiten identificar rasgos distintivos de las estructuras dérmicas propias de cada especie, este método implica un proceso más complejo debido a la preparación de muestras y la disponibilidad limitada de equipos (Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022). Se empleo la metodología propuesta por Sánchez-Rea & Kanagusuku, (2022), que permite la revisión de estructuras dérmicas, de una manera no tan detallada como la microscopía electrónica de barrido, pero siendo una alternativa económica, que permite observar las características diferenciales a nivel de especie.

Los denticulos dérmicos facilitan la diferenciación entre especies de batoideos, gracias a los rasgos característicos que desarrollan en función de su estilo de vida, los cuales son distintivos y únicos. Según Deynat (2000), la cobertura dérmica permite distinguir entre diferentes taxones, donde la cobertura completa desde estadios iniciales constituye un carácter primitivo entre los batoideos. Para emplear el revestimiento dérmico como una herramienta taxonómica, este debe cumplir ciertos criterios, como presentar un revestimiento relativamente estable y seguir determinados patrones, donde la espinulación sea un carácter viable para la identificación (Leible, 1988; Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022). Existe una gran variedad de espinas, que pueden variar dentro de un mismo individuo, según Gravendeel et al. (2002), distinguir entre espinas de distintas regiones del cuerpo, no es posible debido a que estas cambian gradualmente entre zonas vecinas, aun así la morfología de las estructuras dérmicas como los tubérculos y espinas, permiten establecer un criterio de separación taxonómica a nivel supra-genérico de rajoides y rhinobatoides (Deynat, 1998), dando así, que las espinas y la morfología de los denticulos dérmicos permitan la diferenciación entre especies de rayas (Gravendeel et al., 2002).

Considerando su valor taxonómico, es importante dirigir estudios referentes hacia las estructuras dérmicas, debido a que estas pueden ser utilizados como herramientas de diagnósticos para la identificación de presas en estómagos y contenidos fecales de depredadores, esto se debe a que estas estructuras permanecen inalteradas, incluso en las heces de los depredadores (Giardino, 2014; Orlando et al., 2015).

En el género rostroraja se presentó una cobertura prácticamente idéntica en las dos especies analizadas. Se determinó la presencia de dos tipos de estructuras dérmicas, espinillas y espinas, distribuidas prácticamente en todas las secciones del cuerpo, en algunas secciones encontrándose espinas alineadas en series, concordando por lo descrito por Deynat (2000), encontrando similitud con espinas descritas en otras especies pertenecientes a la familia rajidae descritas por Gravendeel et al. (2002). En las distintas regiones evaluadas existió presencia de diferencias leves entre las distintas zonas, siendo meticuloso en las características de la placa basal dorsal y la corona, pero siguiendo entre ellas un mismo patrón en ambas especies. La región con mayor densidad de espinas desarrolladas se encontrara en la zona media-dorsal caudal, según Deynat (1998), se desarrolla una cubierta cutánea espinosa, en consecutivas series por la falta de funcionalidad en su picadura, siendo en este caso por la ausencia de un aguijón, por lo que la cola desarrolla la funcionalidad de protección, que en determinadas especies esta se encuentra cubierta de espinas afiladas. Además, se determinó presencia de dimorfismo sexual debido al desarrollo de espinas alares y males como mecanismo de unión empleado durante el apareamiento (Bigelow & Schroeder, 1953; Deynat, 1998, 1999; Rangel et al., 2016; Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022). Su distribución denticular coincide con la desarrollada por Reif, (1982), caracterizándolos como denticulos espinosos combinados con una abundante producción de mucilago, siendo de función defensiva para especies de fondos arenosos o fangosos, encajando adecuadamente con las características de *R. equatorialis* y *R. velezi*.

Urobatis tumbesensis, presento una gran variedad de formas en su estructura dérmica, conformada por espinillas y espinas, generalmente presentando una forma de estrellas con varias puntas, que fueron catalogados en base a la enumeración. En ambos sexos, los individuos maduros presentaron espinas fuertemente desarrolladas, a comparación de los individuos juveniles, lo cual se puede relacionar, con su papel defensivo y protector en especies que se encuentran mayormente adaptadas a la vida bentónica, donde su superficie dorsal desarrolla una especie de armadura disuasoria para resistir el ataque de depredadores (Deynat, 1998). Las espinas fuertemente desarrolladas en la zona dorsal de *U. tumbesensis*, pueden aumentar la resistencia, lo que desencadena una mayor demanda energética, a causa de una menor capacidad natatoria, provocando dificultades en la depredación (Muñoz-Chápuli, 1985). Su cobertura dérmica, coincide con la descrita por Reif, (1982), compartiendo esta similitud con *R. velezi* & *R. equatorialis*

En *Zapteryx xyster*, se determinó la presencia de una cobertura dérmica en la región dorsal y ventral, en este estudio solo se analizó la región dorsal. Se identificaron dos tipos de estructuras dérmicas siendo estos tubérculos cutáneos y espinillas. Prácticamente toda la cobertura dérmica se encontró con

presencia de espinillas muy abundantes, generalmente en forma ovalada con poca diferenciación en su corona, y tubérculos cutáneos distribuidos desde serie nugal en línea recta hasta la primera aleta dorsal y en la cintura escapular con un promedio de tres tubérculos a cada lado del plano de simetría, presentando esta distribución dérmica de tubérculos muy similares a los descritos para *Rhinopristiformes* por Deynat, (1998). Su cobertura dérmica coincide con las características descritos por Reif (1982), quien la asocia con especies generalistas que habitan en cercanía a los fondos, se caracterizan por no ser nadadoras rápidas y carecen de especialización alimentaria definida, hábitos que resultan muy similares a los descritos para *Z. xyster*.

No se observó presencia de dentículos mirmecoides en ninguna de las especies evaluadas, según (Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022), los describe a los dentículos mirmecoides como estructuras dérmicas con una placa basal totalmente cubierta, con péndulo ovoide y la corona anteriormente alargada hacia ambos lados, con apariencia de una hormiga (myrmecos) en vista dorsal. La ausencia de este tipo de estructura concuerda con lo descrito por Deynat, (2000) en *R. equatorialis* donde se describe la presencia de dentículos espinosos, de un tipo no mirmecoide, conjunto con *R. eglanteria* (especie no evaluada en este estudio), y por Sánchez-Rea & Kanagusuku (2022), en el caso *R. velezi*. Lo que permite inferir a la ausencia de este tipo de estructura dérmica en el género rostroraja.

La cobertura dérmica puede llegar a variar dependiendo de la especie, edad y sexo (Deynat, 1998; Gravendeel et al., 2002). Se observó diferencias en la cobertura dérmica dentro de la misma especie exclusivamente en de *R. velezi* y *R. equatorialis* entre ambos sexos, en la serie alar y malar, con espinas puntiagudas en forma de gancho en el caso de los machos adultos, siendo los juveniles carentes de estas espinas; Deynat, (1998), describe estas espinas como estructuras distribuidas en varias series en paralelo, siendo estas exclusivas en machos adultos de la familia rajidae. Las espinas alares, son asociadas al comportamiento de apareamiento empleadas como estructuras de sujeción, que facilitan la copula (Tricas, 1980; Muñoz-Chápuli, 1985), similares a la conducta de mordeduras de los tiburones, donde este comportamiento de mordedura o fijación de espinas se implementa como un mecanismo de liberación precopulatorio para provocar la cooperación femenina durante el apareamiento (Muñoz-Chápuli, 1985). En la familia rostroraja, se pudo observar la presencia de espinas malaras, que se encuentra como respuesta a la gran cantidad de cobertura espinosa distribuida en su cuerpo, que dificulta la fijación durante la copula, el desarrollo de las espinas malaras asegura la sujeción de la hembra, con una mayor probabilidad de copula exitosa, debido a que los batoideos se le dificulta el apareamiento debido a la forma de su cuerpo (Rangel et al., 2016; Sánchez-Rea & Kanagusuku, 2022).

4. CONCLUSIONES

Los denticulos dérmicos pueden ser empleados como una herramienta en el reconocimiento taxonómico, debido a las distintas características que se pueden llegar a compartir entre géneros. Se observó la presencia de distintos tipos de estructuras cutáneas alrededor del cuerpo en todas las especies analizadas, entre ellas se puede diferenciar múltiples variaciones en su forma, tamaño y densidad en distintas regiones. Además, se determinó que algunas especies de batoideos se puede presentar dimorfismo sexual asociado a su cobertura dérmica, variando sus estructuras dérmicas, como en el caso de las especies de la familia rajidae, presentando espinas males y alares, con variaciones tanto en su forma como en tamaño, encontrándose asociadas a la reproducción.

5. RECOMENDACIONES

- Ampliar investigaciones sobre las estructuras dérmicas de los batoideos, incluyendo tanto a los rajiformes como a otros órdenes, con el fin de contribuir al entendimiento de su entorno.
- Diseñar herramientas de identificación taxonómica basadas en las características distintivas de las estructuras cutáneas, como una herramienta para la clasificación de especies.
- Complementar información asociada con denticulos dérmicos de la región ventral, un área poco estudiada debido a los desafíos que implica su manipulación y análisis, así como a la necesidad de equipos más avanzados.

6. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por ser nuestra guía y fortaleza durante todo este proceso. A la Dra. Maribel Carrera, por su invaluable labor como tutora, por compartir generosamente sus conocimientos, guiarnos con sabiduría y paciencia, y por su dedicación constante, que resultaron fundamentales para alcanzar nuestros objetivos. Al Grupo de Investigación ShaREP, del cual tenemos el honor de formar parte, por proporcionarnos un entorno idóneo para llevar a cabo esta investigación y por el respaldo inquebrantable de su equipo, cuya disposición para compartir herramientas, conocimientos y tiempo fue fundamental para la realización de este proyecto; al Dr. Klever Mendoza, por su valiosa colaboración en el análisis de los datos. Finalmente, a nuestras familias, por su paciencia, comprensión y aliento constante, que nos motivaron a superar cada desafío.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Applegate, S. P. (1967). En *A Survey of Shark Hard Parts. In: Gilbert P, Mathewson R, Rall D (eds) Sharks, shales, and rays.* (pp. 37-67). Johns Hopkins Press, Baltimore, MD.
- Berkovitz, B., & Shellis, P. (2017). Chondrichthyes 1. En *The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates* (pp. 5-27).
- Bigelow, H. B., & Schroeder, W. C. (1953). Fishes of the Western North Atlantic. Sawfish, guitarfish, skates and skates; Chimeroids. *Memory. Biology of sharks and their relatives*, 2, 588.
- Branco, H. C. (2009). *Denticulos dérmicos de tubarões da Costa Portuguesa: a sua utilização para identificação das diferentes espécies.* <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/1411>
- Ciena, A. P., de S Rangel, B., Bruno, C. E. M., Miglino, M. A., de Amorim, A. F., Rici, R. E. G., & Watanabe, I. (2016). Morphological Aspects of Oral Denticles in the Sharpnose Shark *Rhizoprionodon lalandii* (Müller and Henle, 1839) (Elasmobranchii, Carcharhinidae). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 45(2), 109-114. <https://doi.org/10.1111/ahe.12178>
- Colonello, J. H., Christiansen, H. E., & Macchi, G. J. (2011). *Escala de madurez sexual para peces cartilagosos de la Plataforma Continental Argentina* (p. 224).
- Compagno, L. J. V. (2008). Pelagic Elasmobranch Diversity. En *Sharks of the Open Ocean* (pp. 14-23). John Wiley & Sons, Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781444302516.ch2>
- Crooks, N., Babey, L., Haddon, W. J., Love, A. C., & Waring, C. P. (2013). Sexual dimorphisms in the dermal denticles of the lesser-spotted catshark, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758). *PloS One*, 8(10), e76887. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076887>
- Deynat, P. P. (1998). Le revêtement cutané des raies (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Batoidea). II. Morphologie et arrangement des tubercules cutanés. *Annales des Sciences Naturelles - Zoologie et Biologie Animale*, 19(3), 155-172. [https://doi.org/10.1016/S0003-4339\(99\)80004-5](https://doi.org/10.1016/S0003-4339(99)80004-5)
- Deynat, P. P. (1999). Dermal denticle morphology within Batoid rays: A review. In: Proceedings of the 3rd Meeting of the European Elasmobranch Association. *Boulognesur-Mer*, 15-27.
- Deynat, P. P. (2000). Les denticules myrmécoïdes, un nouveau caractère diagnostique pour les Rajidae (Chondrichthyes, Batoidea). *Annales des Sciences Naturelles - Zoologie et Biologie Animale*, 21(2), 65-80. [https://doi.org/10.1016/S0003-4339\(00\)00106-4](https://doi.org/10.1016/S0003-4339(00)00106-4)
- Deynat, P. P., & Séret, B. (1996). Le revêtement cutané des raies (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Batoidea). I. Morphologie et arrangement des tubercules cutanés. *Annales Des Sciences Naturelles - Zoologie et Biologie Animale*, 17(2), Article 2.

- Dulvy, N. K., Davidson, L. N. K., Kyne, P. M., Simpfendorfer, C. A., Harrison, L. R., Carlson, J. K., & Fordham, S. V. (2016). Ghosts of the coast: Global extinction risk and conservation of sawfishes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(1), 134-153. <https://doi.org/10.1002/aqc.2525>
- Fricke, R., Eschmeyer, W., & Fong, J. D. (2023). *Species by Family/Subfamily in Eschmeyer's Catalog of Fishes*.
- Giardino, G. (2014). *Estructura y dinamica de las colonias de Lobos Marinos de un pelo de Provincia de Buenos Aires y su relacion con pesquerias de la region, 2008 –2011* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Mar del Plata,.
- Gilligan, J. J., & Otway, N. M. (2011). Comparison of dorsal and pectoral fin denticles for grey nurse, great white, and six whaler sharks from east Australian waters. *Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 144(3-4), 66-82. <https://doi.org/10.5962/p.361650>
- Gravendeel, R., Van Neer, W., & Brinkhuizen, D. (2002). An Identification Key for Dermal Denticles of Rajidae from the North Sea. *International Journal of Osteoarchaeology*, 12, 420-441. <https://doi.org/10.1002/oa.645>
- Kajiura, S. M., Sebastian, A. P., & Tricas, T. C. (2000). Dermal Bite Wounds as Indicators of Reproductive Seasonality and Behaviour in the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*. *Environmental Biology of Fishes*, 58(1), 23-31. <https://doi.org/10.1023/A:1007667108362>
- Last, P. R., White, W. T., Carvalho, M. R. de, Séret, B., Stehmann, M., Naylor, G. J. P., & Marshall, L. (Eds.). (2016). *Rays of the world*. CSIRO Publishing.
- Leible, M. D. (1988). Revisión de métodos para estudios taxonómicos de rayas (Rajiformes: Rajidae). *Gayana Zoología*, 52(1-2), 15-93.
- Long, J. A. (1995). *Rise of fishes*. UNSW.
- Lutton, B. V., George, J. S., Murrin, C. R., Fileti, L. A., & Callard, I. P. (2005). The elasmobranch ovary. In W. C. Hamlett (Ed). *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyans: Sharks, batoids, and chimaeras*, 3, 237-281.
- MAGAP. (s. f.). Guía de campo para la identificación de las principales especies de rayas. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*.
- McEachran, J. D., & Aschliman, N. (2004). Phylogeny of batoidea. In J. C. Carrier, J. A. Musick & M. R. Heithaus (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*, 79-113.
- McEachran, J. D., & Carvalho, M. R. (2002). *Batoid fishes*. In: *Carpenter KE (ed) FAO, Rome, pp 572-574, The living marine resources of the western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 5*. 508-530.

- McEachran, J. D., Dunn, K. A., & Miyake, T. (1996). Interrelationships of the Batoid Fishes (Chondrichthyes: Batoidea). En M. L. J. Stiassny, L. R. Parenti, & G. David Johnson (Eds.), *Interrelationships of Fishes* (pp. 63-84). Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126709506500059>
- McEachran, J. D., & Konstantinou, H. (1996). Survey of the variation in alar and malar thorns in skates: Phylogenetic implications (Chondrichthyes: Rajoidei). *Journal of Morphology*, 228(2), 165-178. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4687\(199605\)228:2<165::AID-JMOR5>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4687(199605)228:2<165::AID-JMOR5>3.0.CO;2-4)
- Muñoz-Chápuli, R. (1985). Sobre la clasificación tipológica del esqueleto dérmico de Escualos (Chondrichthyes). *Miscel·lània Zoològica*, 9.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World* (1.^a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119174844>
- Orlando, p, Gonzalez-Castro, M., & Mabrugaña, E. (2015). New insights to discriminate between *Sympterygia acuta* Garman 1877 and *Sympterygia bonapartii* Müller & Henle, 1841 (Rajidae) of the Southwest Atlantic Ocean: On the use of geometric morphometrics and spinulation patterns. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 381-389.
- Orvig, T. (1977). A survey of odontodes (dermal teeth) from developmental, structural, functional and phyletic points of view. In: SM Andrews RS, Miles AD Walker. Problems in Vertebrate Evolution. *Linnean Society Symposium*, 4, 55-75.
- Rangel, B., Malavasi, E., Amorim, A., Junior, J., & Rici, R. (2014). *Denticulos dérmicos e orais do cação-sete-guelras Heptranchias perlo (Bonnaterre, 1788) (Hexanchiformes—Hexanchidae)*.
- Rangel, B., Wosnick, N., Leandro, R. M., & Amorim, A. F. (2016). Thorns and dermal denticles of skates *Atlantoraja cyclophora* and *A. castelnaui*: Microscopic features and functional implications. *Microscopy Research and Technique*, 79(12), 1133-1138.
- Raschi, W., & Musick, J. (1986). Hydrodynamic aspects of shark scales. *National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Branch*.
- Raschi, W., & Tabit, C. (1992). Functional aspects of Placoid Scales: A review and update. *Marine and Freshwater Research*, 43(1), 123-147. <https://doi.org/10.1071/mf9920123>
- Reif, W. E. (1978). Protective and hydrodynamic function of the dermal skeleton of elasmobranchs. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 157, 133-141.
- Reif, W. E. (1982). Morphogenesis and function of the squamation in sharks. *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie*, 164, 172-183. <https://doi.org/10.1127/njgpa/164/1982/172>
- Reif, W. E. (1985). Squamation and Ecology of Sharks. *Courier Forschungsinstitut Ban*, 78.
- Rosa, R. (2010). *Biology of the South American Potamotrygonid Stingrays* (pp. 441-481).

- Sánchez-Rea, A., & Kanagusuku, K. (2022). Caracterización morfológica preliminar de las estructuras dérmicas de tres especies de batoideos (Chondrichthyes: Batoidea) en el litoral peruano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 57. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.Especial.3334>
- Sullivan, T., & Regan, F. (2011). The characterization, replication and testing of dermal denticles of *Scyliorhinus canicula* for physical mechanisms of biofouling prevention. *Bioinspiration & Biomimetics*, 6(4), 046001. <https://doi.org/10.1088/1748-3182/6/4/046001>
- Tanaka, S., Kitamura, T., & Nakano, H. (2002). Identification of shark species by SEM observation of denticle of shark fins. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 54.
- Tricas, T. C. (1980). Courtship and Mating-Related Behaviors in Myliobatid Rays. *Copeia*, 1980(3), 553-556. <https://doi.org/10.2307/1444540>
- Tway, L. E. (1979). A Coded System for Utilizing Ichthyoliths of Any Age. *Micropaleontology*, 25(2), 151-159. <https://doi.org/10.2307/1485264>
- Van Der Laan, R., Lan, R., Eschmeyer, W. N., & Fricke, R. (2019). *Eschmeyer's Catalog of Fishes: Classification*.