



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

**TESIS**

**DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DE LA PIEL DEL PEZ  
"BORRACHO" (*Scartichthys gigas*) DISTRITO DE CHORRILLOS, DEPARTAMENTO  
DE LIMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO**

**ANAID DINA VICENTE DIAZ**

**BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA**

**Lima - Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a mis queridos padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis hermanos, a mi novio quien estuvo apoyándome en los momentos más complicados de la universidad. A mis mascotas que adoro con todo mi corazón. A Dios nuestro señor que siempre estuvo y está presente en cada paso que doy, iluminando y guiando mi camino para lograr cada uno de mis objetivos planteados. Y a todos aquéllos que creyeron en mí, gracias infinitamente.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo y sincero agradecimiento a Dios que siempre me guarda y guía en todo momento. A mis queridos padres Aquilina y Alberto; a mis hermanos Calin, Toño, Lucho, Pepe, Enrique y Kevin. A la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas. A mi asesora y directora M.V. Dra.(c) Lyana Quispe Ochoa, a mis revisores Mg. M.V.Z. Nancy Carlos Erazo, Blgo. Rosa Arana Cardó y Blgo. Daniel Yáñez Medina. A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas M.V. Oscar Vera Colona, M.V. MPVM Ricardo López Ingunza, M.V. Rose Mary Barreto Rios, M.V. Luis Torres Polo y M.V. Nidia Puray Chávez. A la M.V. Mg. Nieves Sandoval Chaupe de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, al M.V. Gary Gabriel Jiménez Guerrero de la de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a la Lic. Rina Torres Chujutalli, a todos ellos gracias por su apoyo incondicional y orientación, en la culminación de mi trabajo de investigación.

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal describir la histología y medida de las estructuras de la piel del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*). La muestra constó de 20 especímenes (según la técnica del muestreo no probabilístico por conveniencia), los cuales fueron sacrificados haciendo un corte en la médula espinal a nivel cervical, se tomaron muestras de piel con una medida aproximada de 1 x 1 x 0,5 cm (largo, ancho y fondo, respectivamente) de la región dorsal media del lado izquierdo. Se fijaron en formol al 10% y se remitieron al Laboratorio Central de la Universidad Alas Peruanas para continuar con el proceso histológico, donde la tinción de elección fue Hematoxilina - Eosina y PAS (Periodic Acid-Schiff) - Hematoxilina. Por último se realizó la observación, descripción y medición de las láminas. Se utilizaron medidas de tendencia central, dispersión e intervalo de confianza (IC) al 95% para analizar los datos obtenidos en la morfometría. Los resultados indicaron que la piel está constituida por dos capas cutáneas (epidermis y dermis) y una capa subcutánea (hipodermis): en la epidermis, se logró reconocer células de Malpighi variables en tamaño y forma, abundantes células Goblet (mecanismo de protección), algunos botones gustativos (mecanismo de percepción sensorial) y células indiferenciadas descansando sobre una membrana basal. La dermis presenta un tejido conjuntivo denso, se observó fibroblastos, pobre vascularización y dos filas de melanóforos delimitándola. La hipodermis esta pobremente desarrollada y casi imperceptible en algunas secciones, presenta células adiposas y capilares sanguíneos. Con respecto al análisis morfométrico, se determinó que la capa epidérmica presentó en promedio un grosor de 60,37  $\mu\text{m}$  (IC 95%: 56,35 – 64,39  $\mu\text{m}$ ), mientras que el promedio de grosor de la capa dérmica fue de 189,85  $\mu\text{m}$  (IC 95%: 168, 28 – 211,43  $\mu\text{m}$ ). Asimismo, se identificó una menor variabilidad y mayor uniformidad ( $s = 9,18 \mu\text{m}$ ;  $R = 33,54 \mu\text{m}$ ;  $CV = 15,21\%$ ) entre los valores obtenidos del grosor de la capa epidérmica a diferencia de los valores de la capa dérmica que mostraron mayor variabilidad ( $s = 49,23 \mu\text{m}$ ;  $R = 190,16 \mu\text{m}$ ;  $CV = 25,93\%$ ).

Palabras clave: *Scartichthys gigas*, piel, histología y morfometría.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to describe the histology and measurement of the skin structures of the fish "Borracho" (*Scartichthys gigas*). The sample consisted of 20 specimens (according to the technique of non-probabilistic sampling for convenience), which were sacrificed making a cut in the spinal cord at the cervical level, skin samples were taken with an approximate measurement of 1 x 1 x 0.5 cm (length, width and depth, respectively) of the middle dorsal region of the left side. They were fixed in 10% formaldehyde and sent to the Central Laboratory of Alas Peruanas University to continue with the histological process, where the staining of choice was Hematoxylin - Eosin and PAS (Periodic Acid - Schiff) - Hematoxylin. Finally, the observation, description and measurement of the sheets was carried out. We used measures of central tendency, dispersion and 95% confidence interval (CI) to analyze the data obtained in morphometry. The results indicated that the skin consists of two skin layers (epidermis and dermis) and a subcutaneous layer (hypodermis): in the epidermis, it was possible to recognize Malpighi cells variable in size and shape, abundant Goblet cells (protection mechanism), some taste buds (sensory perception mechanism) and undifferentiated cells resting on a basement membrane. The dermis presents a dense connective tissue, fibroblasts were observed, poor vascularization and two rows of melanophores delimiting it. The hypodermis is poorly developed and almost imperceptible in some sections, it presents fat cells and blood capillaries. Regarding the morphometric analysis, it was determined that the epidermal layer presented an average thickness of 60.37  $\mu\text{m}$  (IC 95%: 56.35 - 64.39  $\mu\text{m}$ ), while the average thickness of the dermal layer was 189.85  $\mu\text{m}$  (IC 95%: 168.28 - 211.43  $\mu\text{m}$ ). Likewise, a lower variability and greater uniformity was identified ( $s = 9.18$   $\mu\text{m}$ ,  $R = 33.54$   $\mu\text{m}$ ,  $CV = 15.21\%$ ) between the values obtained from the thickness of the epidermal layer, in contrast to the values of the layer dermal samples that showed greater variability ( $s = 49.23$   $\mu\text{m}$ ,  $R = 190.16$   $\mu\text{m}$ ,  $CV = 25.93\%$ ).

Keywords: *Scartichthys gigas*, skin, histology and morphometry.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	

## I. INTRODUCCIÓN

El pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) es un pez endémico de las costas del océano Pacífico suroriental (1), siendo especie ictícola dominante en pozas intermareales de la costa central del Perú (2). Esta especie se comercializa y es consumida por los pescadores artesanales y conocedores de la especie, obteniéndose mediante pesca artesanal o recreativa.

Esta especie es abundante de la zona intermareal rocosa, lugar donde se producen cambios bruscos constantemente producto del movimiento de las mareas. Adicional a esto se tiene la amenaza actual de la polución marina, calentamiento global y el cambio climático en general, lo cual convierte a este hábitat en una zona aun más complicada, predisponiendo a que la población de la especie se pueda ver afectada a futuro, considerando que uno de los primeros órganos en verse alterado, sería la piel, como primera barrera de defensa entre el pez y el medio en el que habita.

Los organismos acuáticos como los peces y los crustáceos son considerados como buenos indicadores de la calidad del medio; los programas de monitoreo pueden utilizar la presencia/ausencia de alteraciones tisulares para determinar la salud de un ecosistema acuático y asociarlo a la presencia de contaminantes (3).

La piel, es considerada uno de los órganos primarios u órganos blancos, útiles para evaluar el efecto de la polución y, por lo tanto, es importante para ser utilizada en la aplicación como biomarcador histopatológico (4).

Actualmente la información sobre el pez "Borracho" es escasa y no existen registros previos sobre la descripción histológica de la piel de esta especie. Por tal motivo, este estudio se realizó con el objetivo de describir la histología y medida de las estructuras de la piel del pez "Borracho", como guía referencial para el desarrollo de estudios relacionados a la piel de la especie; como el reconocimiento de alteraciones debido a cambios ambientales en su entorno (polución marina y cambio climático en general), trabajos comparativos, relación entre el pez y el medio, etc. Cabe resaltar que el tener nuevos conocimientos sobre la biología básica de una especie, siempre será de gran ayuda para tomar medidas de prevención y conservación de ésta.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*)

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Superorden:	Acanthopterygii
Orden:	Perciformes
Familia:	Blenniidae
Género:	<i>Scartichthys</i>
Especie:	<i>S. gigas</i> (5)

#### 2.1.2. Nombres comunes

Es- Borracho, Borracho gigante, Cachudito gigante; Fr- Blennie géante; In- Giant blenny (6, 7) (Anexo 1).

#### 2.1.3. Morfología externa

##### A. Aspectos generales

###### a. Cabeza

Presenta cabeza roma, redondeada o convexa provista de cirros por encima de los ojos, en la nuca y en la narina anterior; ojos en posición alta; boca ventral, mandíbula superior no protractil; cada mandíbula con una sola hilera de dientes incisiformes (6, 7) .

## **b. Cuerpo**

Posee aletas dorsal y anal largas, aleta dorsal con una hendidura somera entre la parte espinosa y la blanda (radios segmentados); dos espinas en la aleta anal, apenas diferenciables de los radios segmentados (parte blanda). Las aletas pélvicas se encuentran insertadas anteriormente con respecto a las pectorales, con una espina (no visible externamente) y dos a cuatro radios segmentados. Los radios de la aleta caudal son simples. La línea lateral es continua y se dobla hacia abajo por encima del origen de la aleta anal (Anexo 2) (6, 7).

## **B. Caracteres distintivos**

Son peces pequeños, generalmente de hasta 22,2 cm de longitud estándar. Escamas ausentes (6). La parte superior del cuerpo y la cabeza tienen manchas de color café oscuro, y la parte inferior motas amarillo, naranja y café. Es característica una mancha oscura del tamaño del ojo detrás de ellos. La aleta del lomo es café con un margen rojo, y la cola tiene radios de color morado y membranas amarillentas (8).

### **2.1.4. Hábitat**

Vive en costas rocosas entre uno y cinco metros de profundidad. Se alimenta de plantas, pequeños moluscos y crustáceos. Los machos maduran a unos 9 cm de longitud estándar y las hembras, a unos 13 cm; los huevos miden unos 0,6 mm de diámetro y son depositados en el interior de valvas de moluscos o sobre rocas (6).

### **2.1.5. Distribución**

El pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) es considerado especie endémica de las costas del Océano Pacífico suroriental (1). Es la especie con mayor distribución geográfica, desde Panamá hasta Valparaíso, en el centro de Chile (9, 10).

Algunos autores consideran que en el Perú se encuentran tres especies de *Scartichthys*: *S. gigas*, *S. viridis* y *S. xiphiodon* (9). Sin embargo, se considera a *S. xiphiodon* como sinónimo de *S. gigas* (10). Por lo tanto en el Perú están presentes solo dos especies del género *Scartichthys* (*S. gigas* y *S. viridis*). Siendo *S. gigas*, especie ictícola dominante en pozas intermareales de la costa central del Perú (Anexo 3) (2).

## **2.2. La piel de los peces**

### **2.2.1. Funciones**

La piel de los peces presenta diversas funciones como se detalla a continuación.

- Protección contra lesiones y ataques de otros organismos.
- Línea defensiva de microorganismos patógenos.
- Defensa contra las acciones físicas y químicas deletéreas.
- Regulación del agua corporal y contenido de sales.
- Absorción de oxígeno y eliminación de productos de desecho.
- Percepción sensorial.
- Regulación térmica.
- Lubricante y defensiva contra la desecación.
- Producción de tóxicos (glándulas ponzoñosas).
- Producción de luminiscencia (órganos fotóforos) (11, 12).

### **2.2.2. Estructura**

El tejido tegumentario, en los peces teleósteos, está estructurado sobre la base de una epidermis con características epiteliales y de una dermis de tejido conectivo, separada ambas por la membrana basal. Subyacente a la dermis se localiza la hipodermis, formada por tejido adiposo muy vascularizado que se relaciona con el tejido muscular estriado esquelético (11).

## **A. Epidermis**

### **a. Cutícula**

Es la capa más externa de la epidermis y está formada principalmente por glicosaminoglicanos secretados por las células epidérmicas, especialmente por las células mucosas que envían sus productos a la superficie. La consistencia física de la cutícula varía entre las especies, estando especialmente desarrolladas en peces cuyo hábitat es rocoso y béntico. Esta capa contiene inmunoglobulinas específicas, lizosimas, ácidos grasos libres, etc. que cumplen una función antipatógena (11).

### **b. Células epidérmicas**

- **Células de Malpighi**

Las células de Malpighi son la unidad fundamental de la epidermis del pez teleósteo (13). Son redondeadas, isodiamétricas de núcleo ovoide, con manojos de fibrillas y mitocondrias alrededor del núcleo. Las células que se encuentran hacia la superficie de la epidermis se caracterizan por tener forma alargada, presentar vesículas que siguen la forma celular, mitocondrias en degeneración y manojos densos de fibrillas (11). Estas células no queratinizan; en consecuencia, las capas epidérmicas más externas consisten en células vivas (14). Las células de la capa basal adyacentes a la membrana basal son cuboidales o columnares (15).

- **Células de secreción mucosa**

Corresponden a las llamadas células Goblet. Su distribución y cantidad es variable, tanto entre las especies como, entre las diferentes zonas del cuerpo de un mismo pez. Se observan con mayor frecuencia en la capa media de la epidermis, con la zona basal dirigida hacia la membrana basal (11).

Las células mucosas, a medida que elaboran la secreción glicoproteica, aumentan de tamaño y se aproximan a la superficie epidérmica y se hacen más visibles (11,16). Estas células son muy abundantes en especies que no tienen escamas, como algunos peces de fondo, como el congrio y bagre, entre otros (11).

El mucus de la piel de los peces sirve como un depósito de una variedad de sustancias biológicamente activas, así como de numerosas moléculas defensivas del sistema inmune innato y adquirido. El mucus realiza también otras funciones tales como, regulación iónica, osmorregulación, lubricación y comportamiento de cuidado parenteral (12). Existe evidencia de que la enumeración de células mucosas de piel en peces puede ser usada como monitor de estrés (12). Los peces que habitan el intermareal rocoso, están expuestos diariamente a variaciones en temperatura, oxígeno ( $pO_2$ ), dióxido de carbono ( $pCO_2$ ), pH y salinidad. Por lo tanto, han adquirido una gama de adaptaciones estructurales y fisiológicas tales como sobreproducción de mucus, ausencia de escamas o presencia de escamas bien adheridas, cuerpo pequeño, entre otros (17).

- **Las células "club"**

Son grandes, casi siempre redondeadas u ovaladas hasta en forma de maza, carecen de salida a la superficie, presentan uno o dos núcleos centrales, con o sin presencia de vacuola y se encuentran en las capas inferior y media de la epidermis de ciertos grupos de teleósteos (13, 15). El grupo más grande de peces con evidencia de células club (células de alarma) pertenece al superorden Ostariophysi (15, 18). La abundante presencia de células mucosas bien desarrolladas, da lugar a células club raras o ausentes (12).

Su función primaria no ha sido aún bien reconocida, sin embargo, se sabe que estas células secretan una sustancia de alarma bastante potente, que espanta al adversario y

señala el peligro existente a los individuos cercanos de la misma especie, por lo cual se han asociado con la producción de feromonas (11).

- **Células granulosas**

Se encuentran sobre la membrana basal y son las más pequeñas de la epidermis. La función específica de estas células es desconocida (11). Otras células encontradas en la epidermis incluyen linfocitos, macrófagos y estructuras quísticas de dudoso origen celular, que abundan especialmente en los Gánidos (como el Bacalao y la Merluza) (13).

**c. Estructuras sensoriales**

- **Papilas gustativas**

Las papilas gustativas son órganos sensoriales periféricos del sistema gustativo. Son órganos quimiorreceptores característicos de la piel del pez que ayudan al reconocimiento y localización de alimento tras la detección de sustancias químicas a corta distancia, además proporcionan diferente información sobre el ambiente. A la microscopia son órganos intraepiteliales que presentan forma de bulbo o pera (12).

**d. Membrana basal**

Los detalles estructurales de la membrana basal son difícilmente visibles a la microscopia óptica a diferencia de la microscopia electrónica. Los componentes de la membrana basal en los peces son los mismos que en otros vertebrados (15).

**B. Dermis**

La dermis contiene dos estratos: esponjoso (laxo) y compacto. El grosor del estrato esponjoso situado en la base de la epidermis es variable en diferentes partes del cuerpo

(18). Está constituido por una red laxa de fibras de colágeno y reticulina, células pigmentadas (cromatóforos), fibroblastos, abundantes capilares sanguíneos, bolsillos de escamas y escamas, en los peces que las poseen (11, 12, 14 y 16).

El grosor del estrato esponjoso dependerá de la presencia o ausencia de escamas y puede estar incluso ausente, por el contrario, el estrato compacto siempre está presente (18).

El estrato compacto es más desarrollado que el estrato laxo. Está formado por haces densamente comprimidos de fibras de colágeno que corren paralelos a la superficie de la piel y entre ellos están distribuidos los fibroblastos. El estrato compacto de la dermis consiste principalmente de bandas de colágeno ortogonales (15) y actúa como un tendón en paralelo con los músculos, proporciona rigidez estructural y flexibilidad de las tensiones que inciden en la piel. A veces sólo el estrato compacto está presente (11, 14 y 18).

#### **a. Células de pigmento**

Muchos teleósteos tienen una alta capacidad para cambiar de color, bien para adaptarse al medio ambiente, por su actividad sexual o por problemas patológicos. Esta facultad es inducida por una modulación controlada de la interacción de las propiedades de absorción y reflexión de la luz, asegurada por varios tipos de cromatóforos (13).

- **Melanóforos**

Son células de forma estrellada con alto contenido de gránulos de melanina que es un pigmento de color café oscuro a negro. Estos gránulos de melanina se desplazan por el citoplasma de la célula, oscureciendo o aclarando la piel (11, 18). Estas células de

pigmento estarían cumpliendo funciones adaptativas como: camuflaje, comportamiento agresivo y patrones de cortejo (12).

#### **b. Escamas**

Las escamas son placas flexibles, calcificadas, que nacen en la dermis y se entierran parcialmente en unos "bolsillos de las escamas" que deben considerarse como pequeños huesos dérmicos supervivientes de los exoesqueletos de los distintos peces acorazados. Están orientadas hacia la parte posterior del cuerpo y constituyen una fuente de calcio para el pez (13).

#### **C. Hipodermis**

La hipodermis se compone de un tejido conectivo laxo y adiposo, más vascularizado que el estrato compacto de la dermis y es lugar frecuente para el desarrollo de procesos infecciosos (13). Sin embargo, la hipodermis no se distingue en muchas regiones, y algunos autores la indican como no existente en peces o como parte de la dermis profunda (18).

### **2.3. Estudios relacionados**

En el año 2000 Mester y Zarnescu, en su trabajo de investigación "Estudio histológico e histoquímico de la piel en el pez espátula (*Polyodon spathula*)", concluyeron en que la epidermis es diferente de la de los otros teleósteos por la ausencia de células mucosas completamente diferenciadas, grandes espacios irregulares entre las células epiteliales en algunas regiones del cuerpo y por la presencia de invaginaciones epiteliales en la superficie externa del opérculo. La dermis también varía en diferentes partes del cuerpo, separadas en dos estratos: laxo y compacto. Las fibras elásticas (dispersas en general en peces) se encontraron en gran número en los lados y formando fibras, principalmente



horizontales, en el plexo profundo del estrato compacto desde el vientre y la membrana branquial (19).

En el año 2003 Souza y col. en el trabajo de investigación titulado "Análisis de la Piel de Tres Especies de Peces: Histología, Morfometría y Pruebas de resistencia", llegaron a la conclusión de que la dermis de esos peces tiene un patrón estructural común a los teleósteos, pero la disposición y distribución de las fibras colágenas se presentaron diferentes entre las especies. A través del análisis morfométrico se constató que el espesor de la dermis de la piel difería entre las tres especies (*Leporinus macrocephalus*, *Brycon hilarii* y *Mylossoma sp.*). Las pieles de las tres especies analizadas pueden ser transformadas en cuero para su aplicación en diversos artefactos (20).

Entre los años 2002 y 2006, Bonilla y col. presentan el tema "Histología y Morfometría de piel del pez *Eremophilus mutisii* (Trychomecteridae, Siluriformes)", llegando a la conclusión de que la epidermis de *E. mutisii* tiene tres capas con células secretoras, células epiteliales y pocas células gustativas; la dermis está separada de la epidermis por una membrana basal. Observaron fibroblastos, dos capas de melanóforos y algunos vasos sanguíneos; la hipodermis tiene un tejido adiposo vascularizado. La dermis es más gruesa que la epidermis; la piel tiene más células tipo clava que células mucosas. El tronco medio tiene muchas células clava y células mucosas. La piel de *E. mutisii* parece tener una función principalmente protectora (21).

En el año 2009, los autores Ba - Omar y Al - Riyami, en el estudio "Histología Tegumentaria del Blénido *Isteblennius edentulus* (Forester y Schneider, 1801)", concluyeron en que la epidermis consiste en un epitelio escamoso estratificado y contiene grandes cantidades de células mucosas. La dermis está compuesta de haces de fibras de colágeno. La hipodermis consiste en tejidos conectivos y adiposos sueltos donde se

encontró rica vascularización. Las células epiteliales superficiales muestran microrugosidades en un patrón similar a la huella dactilar. Se especuló que este área superficial aumentada puede ayudar en la adhesión de las secreciones mucosas, así como para aumentar el área de superficie para el intercambio de gases. La cantidad de poros en el lado dorsal ( $6.3 \times 10^3$  por  $\text{mm}^2$ ) fue significativamente mayor que en el lado ventral ( $4.3 \times 10^3$  por  $\text{mm}^2$ ). El grosor de la piel en el lado dorsal se midió a  $31,6 \pm 10,0 \mu\text{m}$  y el lado ventral a  $32,9 \pm 7,8 \mu\text{m}$  (17).

En el año 2014, Jiménez, en el trabajo de investigación titulado: "Descripción anatomohistológica del sistema tegumentario de Life (*Trichomycterus punctulatus*)", llegó a la conclusión de que la epidermis de Life, está constituida por epitelio estratificado plano queratinizado, gran predominio de células mucosas, por eso la piel de Life es de aspecto mucoso y liso, células club, y cromatóforos. La dermis contiene dos capas, el estrato esponjoso y compacto. La hipodermis presenta gran predominio de células adiposas envueltas por fibras de reticulina (22).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Espacio y tiempo

El presente trabajo de investigación se inició en el mercado pesquero artesanal del distrito de Chorrillos, departamento de Lima donde se obtuvo los especímenes que corresponden al pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*). Las muestras de piel obtenidas, se colocaron en envases herméticos de plástico con fijador de formol al 10%, se rotularon y luego fueron remitidas al Laboratorio Central de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas (UAP) ubicada en el distrito de Pachacámac. La obtención de los peces y la respectiva toma de muestra se realizaron en el mes de abril del 2018.

#### 3.2. Población y muestra

##### 3.2.1. Determinación de la muestra

La elección de la muestra se basó en el criterio del investigador, utilizándose la técnica del muestreo no probabilístico por conveniencia. Por lo tanto, teniendo en cuenta el costo de la preparación de las láminas histológicas, el número de láminas histológicas que se necesitaron por cada espécimen y antecedentes del número de muestra de anteriores estudios similares, la muestra constó de 20 especímenes del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*).

#### 3.3. Diseño de la investigación

Los peces "Borracho" (*Scartichthys gigas*) fueron adquiridos en el mercado pesquero artesanal del distrito de Chorrillos. Se obtuvo 20 peces vivos, los cuales fueron sacrificados mediante un corte en la médula espinal a nivel cervical. Posteriormente, se midieron y se realizó la inmediata toma de muestras de piel, las cuales fueron colocadas

en envases herméticos de plástico con fijador de formol al 10% y rotulados. Se enviaron hacia el Laboratorio Central de la Universidad Alas Peruanas donde se continuó con el proceso histológico. Se realizó la deshidratación, aclaración e inclusión en parafina. Posteriormente, a los bloques de parafina se les realizó cortes para luego teñirlos con Hematoxilina - Eosina y PAS- Hematoxilina. Por último se realizó el montaje, se procedió con la observación, descripción, medición y desarrollo de las conclusiones pertinentes.

### **3.4. Equipos y procedimiento**

#### **3.4.1. Equipos**

##### **Material biológico**

Peces "Borracho" (*Scartichthys gigas*).

##### **Unidad de análisis**

Piel.

##### **Equipos**

Microscopio ópticobinocular de la marca LEICA, modelo DM750.

Estufa.

Micrótomo tipo Minot.

Computadora.

##### **Material de campo**

Caja de tecnopor.

Cooler.

Alicate corte.

Bolsas de plástico.

Toallas pequeñas.

Bandeja plana.

Regla.

Mango de bisturí N° 4.

Pinza.

Hojas de Bisturí (N° 20).

Guantes de látex.

Bata blanca (o mandil).

Formol 10 %.

Frascos herméticos de plástico con tapa.

Plumón indeleble.

### **Material de laboratorio**

Pinzas.

Mango de bisturí N° 4.

Hojas de Bisturí (N° 20).

Guantes de látex.

Bata blanca (o mandil).

Moldes plásticos.

Caja Coplin de cristal con tapa.

Láminas portaobjetos.

Laminillas cubreobjetos.

Formol 10 %.

Agua destilada.

Alcohol etílico (deshidratador).

Xilol (líquido diafanizador o intermediario).

Parafina.

Hematoxilina.

Eosina.

PAS (Periodic Acid-Schiff).

Bálsamo de Canadá.

**Servicios**

Internet.

Laboratorio.

Impresión.

**Materiales de escritorio**

Hojas bond A-4.

Lápiz.

Lapicero.

Borrador.

Corrector.

Resaltador.

Regla.

Calculadora.

Calendario.

**Transporte**

Transporte público.

**Capital humano**

Investigador.

Asesor.

Especialista.

**3.4.2. Procedimiento****A. Adquisición de los especímenes**

Los 20 peces "Borracho" (*Scartichthys gigas*) vivos y con una longitud estándar de entre 15,5 a 18 cm aproximadamente, fueron adquiridos en el mercado pesquero artesanal del

distrito de Chorrillos. La obtención de los especímenes se realizó en tres días consecutivos, para lo cual se tuvo que estar presente en horas de la tarde (de tres a cinco de la tarde aproximadamente) para estar atento a los botes que llegan con la pesca del día. El primer día se consiguió ocho peces, el segundo día, cinco y el tercer día, siete.

## **B. Sacrificio de los especímenes**

Una vez ya con los ejemplares, se procedió al sacrificio de éstos (el sacrificio se realizó con el adecuado equipo de bioseguridad; como: guantes, mandil, etc.) mediante un corte en la médula espinal a nivel cervical, para esto se sujetó al pescado cuidadosamente (evitando no sobre manipular la región a muestrear) de la cabeza con la mano izquierda y con la mano derecha se procedió al corte con un alicate (21, 22).

## **C. Proceso histológico**

### **a. Toma de la muestra**

Tras el sacrificio de cada espécimen, éste fue medido y posicionado sobre una bandeja con la cabeza hacia la mano izquierda. La bandeja estuvo cubierta por una toalla para evitar deslizamientos, de tal manera que se logró realizar la toma inmediata de muestras de piel.

Las muestras de piel se obtuvieron mediante cortes con bisturí en la región dorsal media (entre la línea lateral y la aleta dorsal) del lado izquierdo (20) con una medida de 1 x 1 x 0,5 cm (largo, ancho y fondo) aproximadamente. Las muestras de piel fueron colocadas en envases herméticos de plástico con fijador de formol al 10% y rotulados (P1...P20). Los envases conteniendo las muestras fueron transportados dentro de una caja de tecnopor hacia el laboratorio central de la Universidad Alas Peruanas para continuar con el proceso histológico.

**b. Fijación**

Las muestras de piel de los 20 especímenes se fijaron con formol al 10%. Cuando se usa el formol las piezas pequeñas requieren algunas horas y ya a las 24 horas se fijan bien (23). Después de la fijación el tejido fue convenientemente lavado con agua

**c. Deshidratación**

Se colocó la muestra en alcoholes de concentración creciente para eliminar el agua que contenía ya que la parafina no es miscible con agua (23). Para este procedimiento se utilizó etanol

**d. Aclaración o Diafanización**

Una vez ya deshidratados los tejidos, éstos fueron infiltrados con un solvente (produce transparencia en los tejidos y solubiliza la parafina). El solvente a utilizar fue el Xilol (23).

**e. Inclusión y formación del bloque**

Las muestras fueron sumergidas en tres recipientes con parafina diluida de manera consecutiva dentro de la estufa. En el interior de la estufa había otro recipiente conteniendo parafina líquida pura, que se empleó para la formación de los “bloques” (24).

Posteriormente, el molde de plástico se llenó con parafina caliente pura, con una pinza calentada en un mechero se tomó una pieza de tejido del tercer recipiente y se orientó una de sus superficies (aquella que se pone en contacto con el filo de la navaja), la muestra se sumergió al interior del molde donde la parafina empezaba a solidificarse y se le aplicó una leve presión. Después los moldes se enfriaron de inmediato (se sumergió en agua fría) para que la parafina se solidifique de manera homogénea (24).



**f. Microtomía (obtención de los cortes)**

Los cortes se realizaron con ayuda de un micrótopo tipo Minot. Se realizaron dos cortes por bloque de 5 a 9  $\mu\text{m}$  de espesor (22).

**g. Coloración**

La coloración de elección fue la de Hematoxilina - Eosina y PAS- Hematoxilina. Para eso se siguió una adecuada secuencia de tinción (24, 25).

**h. Montaje**

En este paso se procedió a colocar una gota de Bálsamo de Canadá (resina natural) sobre el corte ya coloreado y diafanizado; se colocó una laminilla cubreobjetos, procurando no dejar burbujas de aire entre la resina y, por último, las láminas se colocaron sobre una platina caliente a unos 45 a 50 °C durante 24 a 48 horas para dejar que el Xilol se evapore, y la resina adquiera solidez suficiente (24).

Por último, gracias al microscopio LEICA DM750, la cámara digital incorporada y el software de microscopía Leica Application Suite (LAS), se procedió a la descripción histológica. Se buscó reconocer células secretoras como mecanismo de protección y estructuras sensoriales como mecanismo de percepción sensorial.

Para la morfometría, el software de microscopía Leica Application Suite (LAS) permitió realizar las mediciones correspondientes a diez aumentos (objetivo 10x). La variable a medir fue el grosor de la epidermis y la dermis (Anexo 4). Cabe resaltar que la hipodermis no fue medida debido a que no se distingue en algunas secciones por su estrechez.

Se plantearon algunos parámetros para la medición del grosor de capas: se midió la epidermis desde la parte superficial hasta el punto comprendido antes de la capa de melanóforos; y se realizaron mediciones de la dermis que incluyeron las dos capas de melanóforos que la flanquean (21).

### **3.5 Diseño estadístico**

Se midieron en promedio seis puntos de la epidermis y seis de la dermis, las medidas fueron promediadas para obtener un dato único por capa de cada ejemplar. Por último, los datos obtenidos se analizaron con medidas de tendencia central (media), dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación y rango) e intervalo de confianza al 95%.

#### IV. RESULTADOS

A la microscopia, la piel del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) se encuentra constituida por dos principales capas cutáneas (epidermis y dermis) y una capa subcutánea (hipodermis).



Figura 5: Histología de la piel de *S. gigas*. Estructura general de la piel; A-B: epidermis (E); dermis (D); hipodermis (H). A-B: tinción H-E. A: 10x. B: 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La primera capa cutánea, epidermis, está cubierta por una delgada capa llamada cutícula, la cual se logra apreciar en algunas secciones y se observa de una coloración violeta con tinción HE.

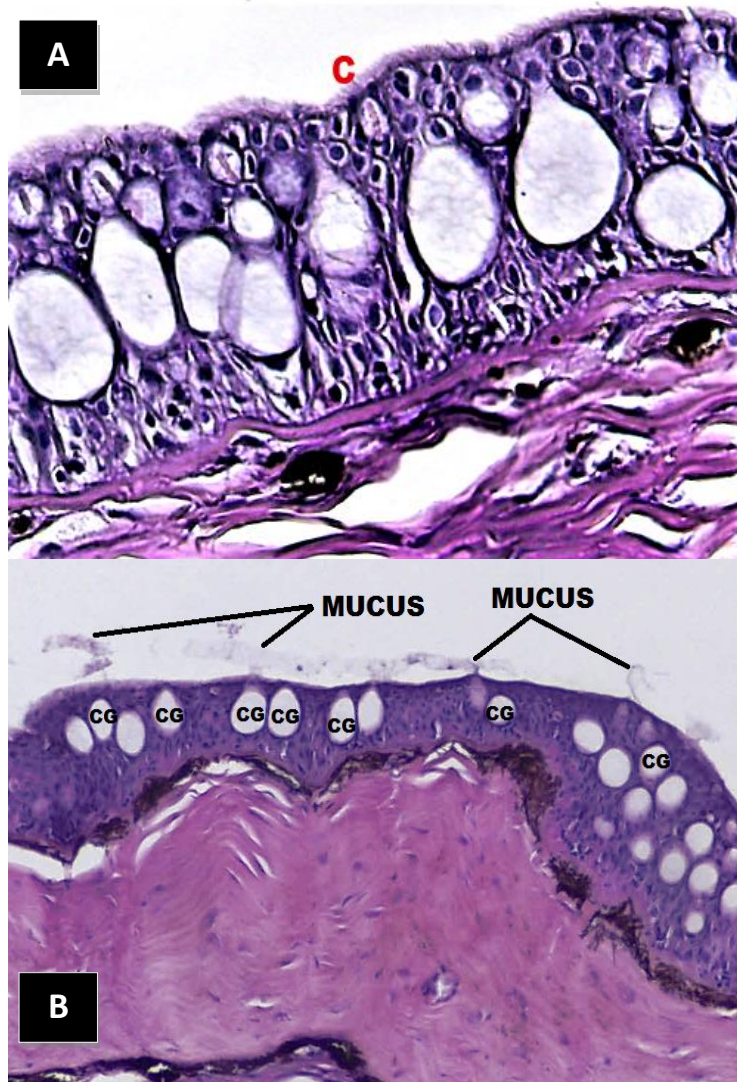


Figura 6: Histología de la piel de *S. gigas*. A: cutícula (c); células Goblet (CG). B: células Goblet (CG) emitiendo sustancia glicoproteica (mucus) para formar la cutícula. A-B: tinción H-E. A: 40x. B: 10x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Adyacente a esta capa, se encuentran las células de Malpighi, las cuales se observan de menor tamaño en contraste con otros tipos celulares. A este nivel superficial, estas células se encuentran formando de dos a tres filas, se aprecian de una forma aplanada con un núcleo de la misma forma y de color violeta intenso.

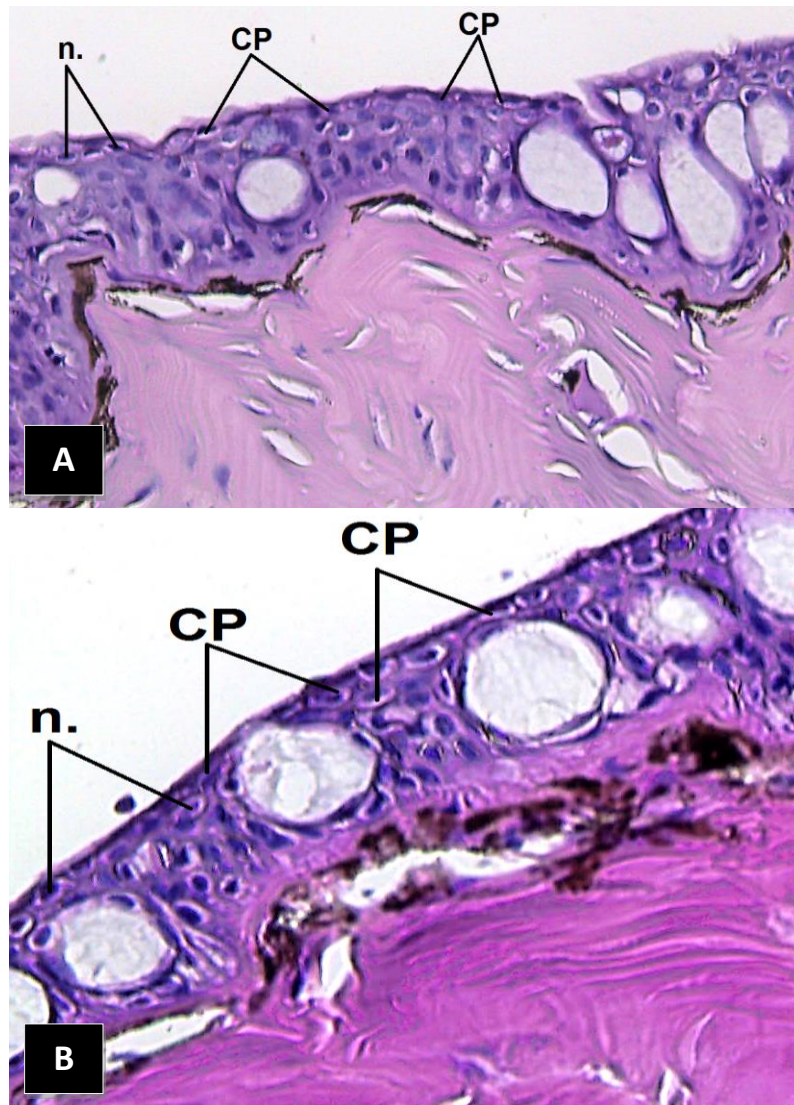


Figura 7: Histología de la piel de *S. gigas*. Epidermis; A: células de Malpighi superficiales o células planas (CP); se aprecian los núcleos (n.) aplanados. B: células planas (CP); núcleos (n.). A-B: tinción H-E. 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

A este nivel, también se puede evidenciar a simple vista abundantes células esféricas que corresponden a células mucosas o también llamadas células Goblet, las cuales toman una coloración magenta gracias a su contenido glicoproteico positivo a la tinción PAS - H. Con tinción HE, las células mucosas se observan de color blanco con un contorno delgado de color violeta.

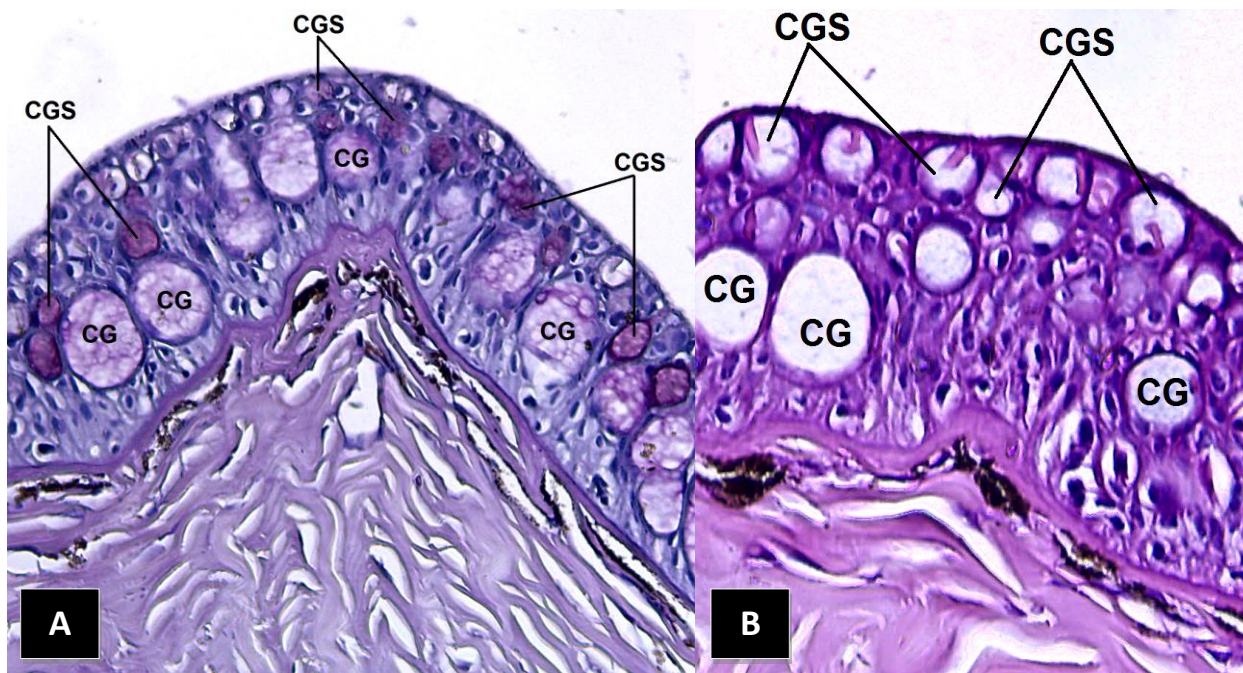


Figura 8: Histología de la piel de *S. gigas*. Epidermis; A: células Goblet superficiales (CGS) y células Goblet (CG) de mayor tamaño. Ambas se observan de color magenta gracias a la tinción PAS-H. B: células Goblet superficiales (CGS) y células Goblet (CG) de mayor tamaño se observan blancas con H-E. A-B: 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conforme se va descendiendo y se acerca a la zona media, las células epiteliales (células de Malpighi) presentan una forma redondeada con núcleo ovoide, pero que, al estar entre células de mayor tamaño, varían en forma. Las células mucosas, a este nivel, superan en

tamaño a las células mucosas que se encuentran hacia la superficie. Se observa claramente la forma de acino y como el canalículo se extienden hasta desembocar en la superficie, formando así la cutícula. El núcleo se evidenció desplazado a la periferie, basal principalmente.

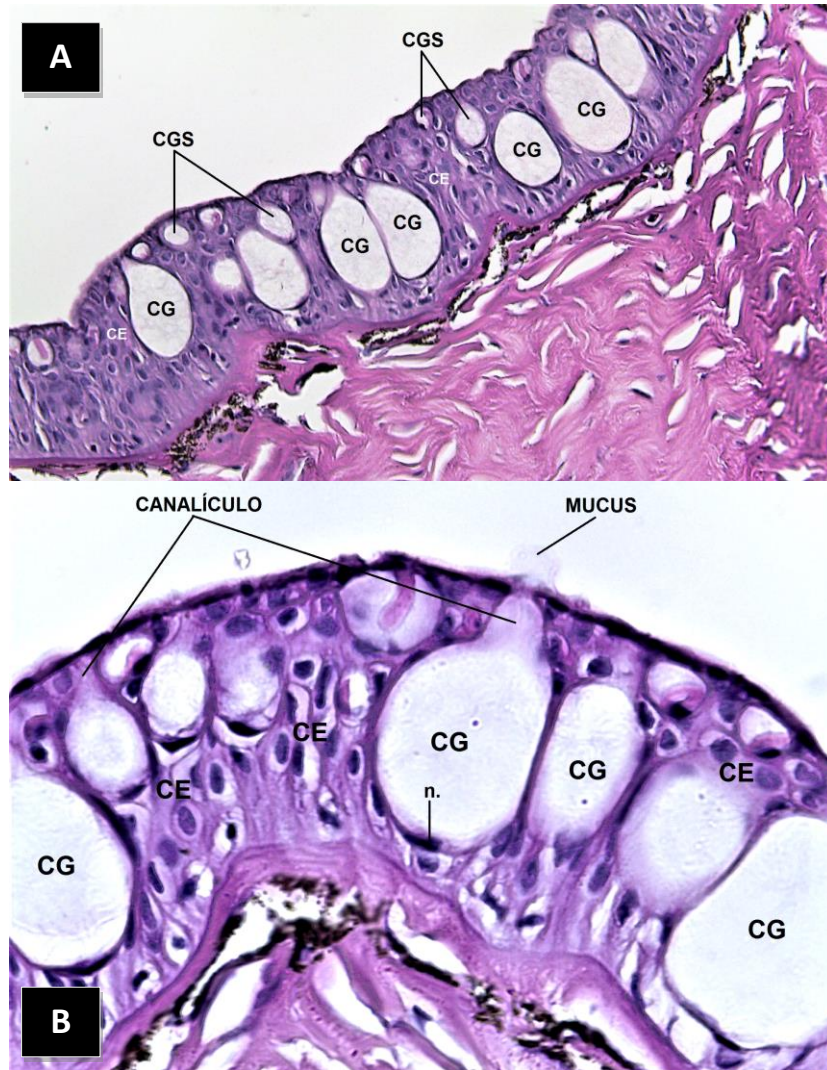


Figura 9: Histología de la piel de *S. gigas*. Epidermis; A: células Goblet superficiales (CGS); células Goblet (CG) de mayor tamaño en zona media; células epiteliales (CE) o células de Malpighi varían en tamaño y forma según su posición. B: células Goblet (CG); canalículo; núcleo (n.); mucus; células epiteliales (CE). A-B: tinción H-E. A: 40x. B: 100x. Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la zona germinal, lugar donde se originan las células, se logra apreciar tipos celulares indiferenciados, incluso algunos en mitosis. Estas células indiferenciadas descansan sobre la membrana basal, la cual separa a la epidermis de la dermis y se observa basófila con PAS - H.

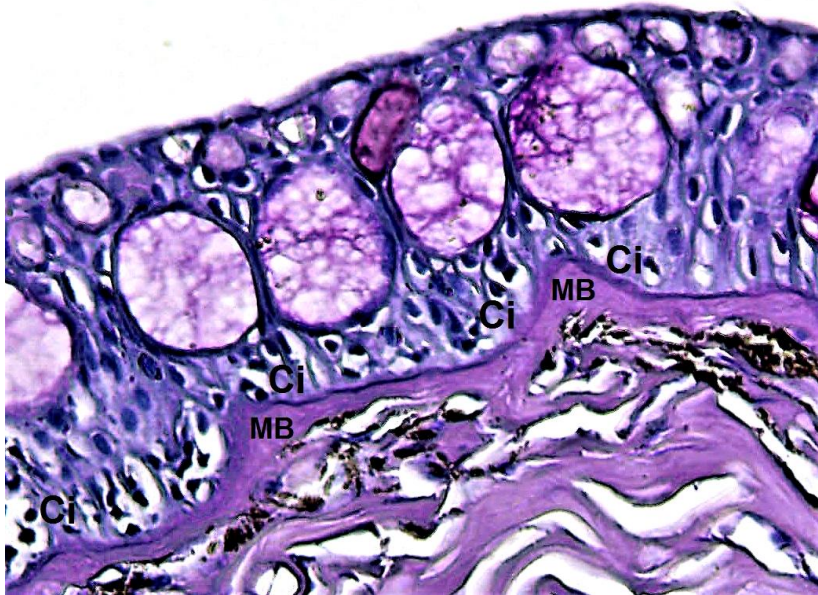


Figura 10: Histología de la piel de *S. gigas*. Zona germinal; células indiferenciadas (Ci); membrana basal (MB). Tinción PAS-H. 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con respecto a las estructuras sensoriales, se logró observar algunos botones gustativos y con ellos las células sensoriales que los componen. El botón gustativo presentó la forma característica de un bulbo. Las células granulosas y células de alarma o también llamadas células club, no se evidenciaron en este estudio.



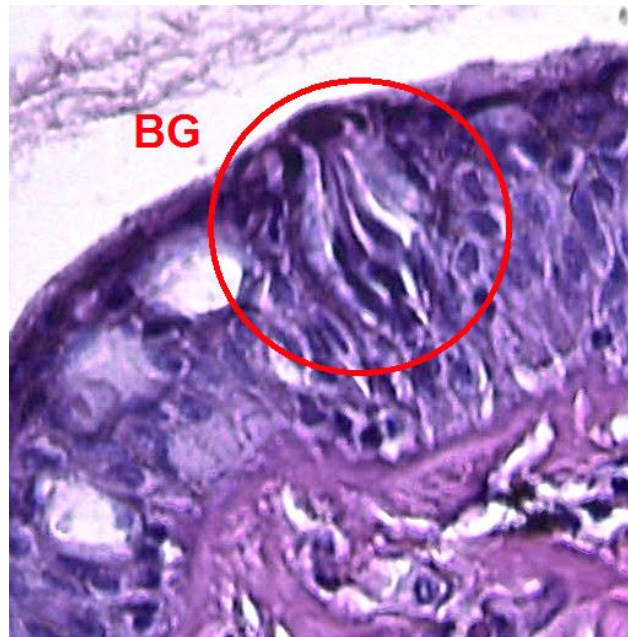


Figura 11: Histología de la piel de *S. gigas*. Estructura sensorial; botón gustativo (BG); célula sensorial (CS). Tinción H-E. 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La dermis del pez "Borracho", a simple vista supera en grosor a la epidermis. Esta capa cutánea al parecer, está compuesta sólo por el estrato compacto, ya que es notable el tejido conjuntivo denso y no el tejido conjuntivo laxo característico del estrato esponjoso. La dermis se observa rosada con HE; esta capa está formada por un tejido conjuntivo denso de fibras de colágeno donde se logra reconocer los núcleos de los fibroblastos, los cuales son de color violeta con HE; se observa dos filas de melanóforos delimitando la dermis con su característica forma estrellada y de color café o marrón oscuro. Se observó pobre vascularización en esta capa.

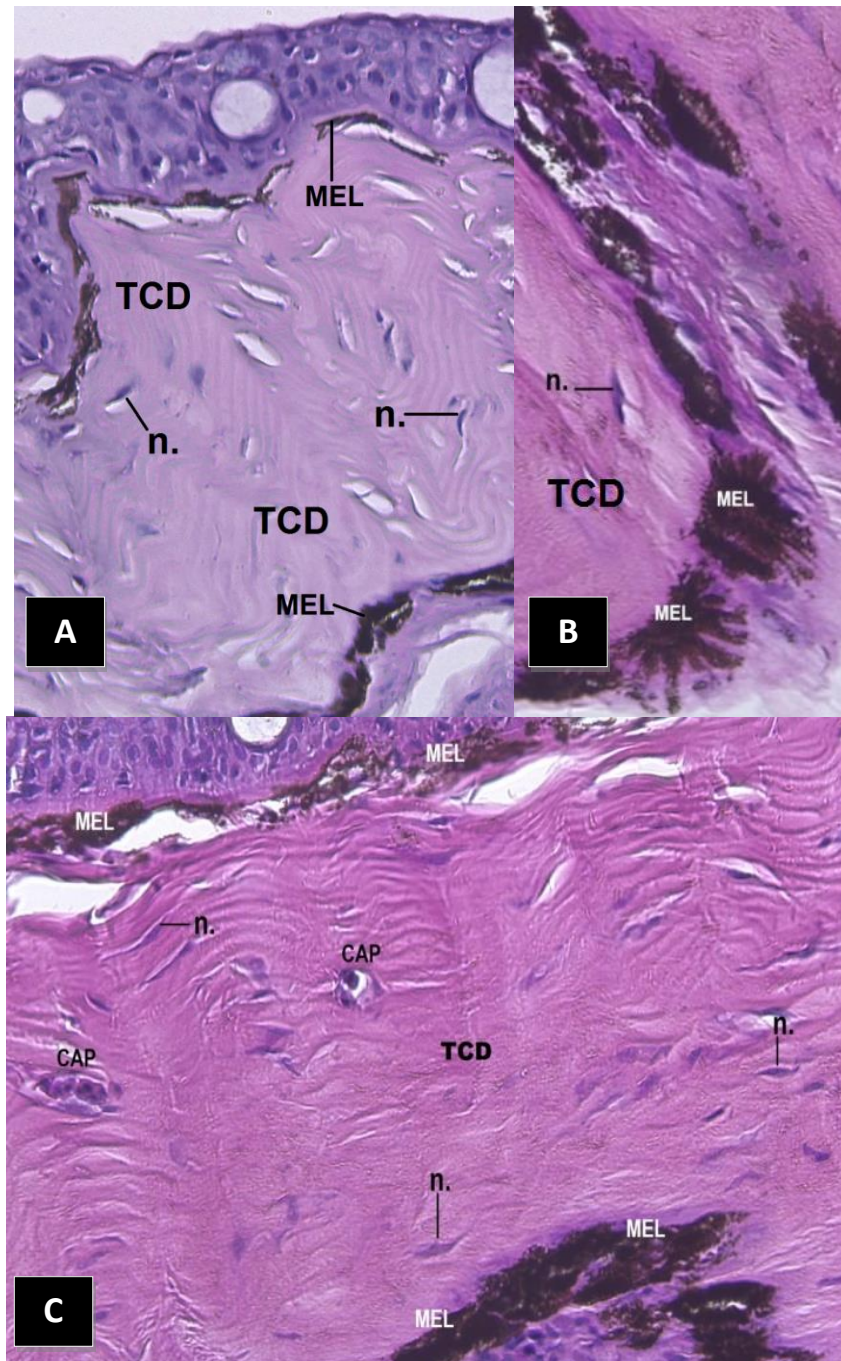


Figura 12: Histología de la piel de *S. gigas*. Dermis (estrato compacto) ; A-B-C: tejido conjuntivo denso (TCD); melanóforos (MEL); núcleos (n.) de fibroblastos; C: capilares (CAP). A-B-C: tinción H-E. 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La hipodermis consiste en una delgada capa, poco desarrollada y casi indistinguible en algunas secciones. Está conformada por tejido conjuntivo laxo, el cual se observa de color violeta con HE y se encuentra albergando capilares sanguíneos y células adiposas.

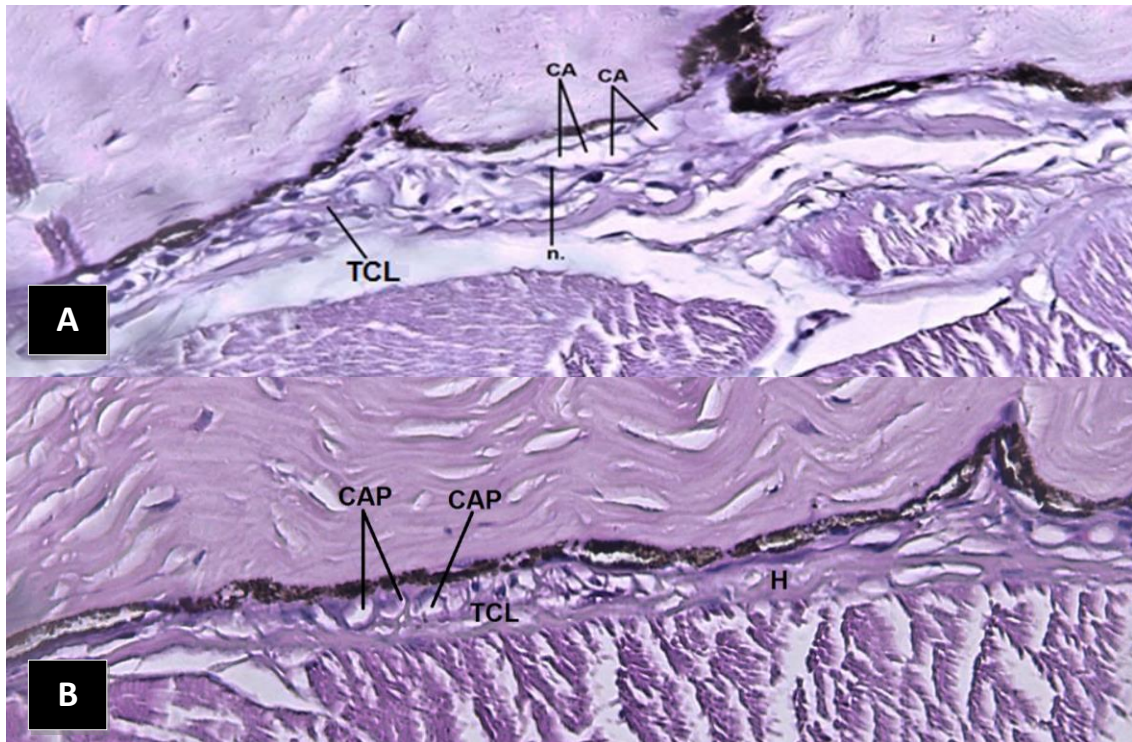


Figura 13: Histología de la piel de *S. gigas*. Hipodermis (H); A: tejido conjuntivo laxo (TCL); células adiposas (CA); núcleo (n.) de adipocitos. B: capilares (CAP). A-B: Tinción H-E. 40x.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El análisis morfométrico del grosor de las capas cutáneas indicó que la capa epidérmica del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) presentó en promedio un menor grosor ( $\bar{X} = 60,37$  um) que la capa dérmica ( $\bar{X} = 189,85$  um). La variabilidad de la capa epidérmica fue menor ( $s = 9,18$  um,  $CV = 15,21\%$ ), comparada con la capa dérmica ( $s = 49,23$  um,  $CV = 25,93\%$ ).

Además, los datos morfométricos mostraron un rango de  $R = 33,54$  um para el grosor de la epidermis y un rango de  $R = 190,16$  um para el grosor de la dermis, indicando mayor grosor de la capa dérmica en relación a la capa epidérmica.

Cuadro 1: Media ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV), valor mínimo, valor máximo, rango (R) e intervalo de confianza al 95% del grosor de la epidermis y dermis (um) de ejemplares del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*), obtenidos del Mercado pesquero artesanal del distrito de Chorrillos, departamento de Lima, 2018, donde  $n = 20$ .

Capas cutáneas	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Intervalo de confianza al 95%
Epidermis	60,37	9,18	15,21	44,06	102,63	33,54	56,35 - 64,39
Dermis	189,85	49,23	25,93	77,59	292,79	190,16	168,28 - 211,43

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se tiene un 95 % de confianza de que el valor de la media poblacional del grosor de la epidermis se encuentra entre 56,35 y 64,39 um y el de la dermis entre 168,28 y 211,43 um (Anexo 5 y 6).

## V. DISCUSIÓN

Al igual que en la mayoría de los peces teleósteos, la piel del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) está compuesta principalmente por tres capas: epidermis, dermis e hipodermis, siendo ésto apoyado por estudios previos, realizados por Ba-Omar y Al-Riyami (2009) en el "Blénido sin dientes" (*Isteblennius edentulus*); Bonilla y col. (2008) en el "Capitán de la Sabana" (*Eremophilus mutisii*) y Jiménez (2014) en el pez "Life" (*Trichomycterus punctulatus*), donde indican que la piel de las especies de su investigación muestran las tres capas familiares: epidermis, dermis e hipodermis (17, 21, 22).

La primera capa cutánea, epidermis, está cubierta por una capa llamada cutícula, la cual se aprecia delgada y no tan desarrollada como indica Cepeda y Orostegui (2008), ya que ellos mencionan que la cutícula es de mayor consistencia y especialmente desarrollada en peces cuyo hábitat es rocoso y béntico (11). Esto podría deberse a una pérdida parcial de la cutícula durante el proceso histológico, ya que en las imágenes obtenidas en el resultado, se puede observar claramente como las células mucosas emanan abundante mucus, el cual forma la cutícula.

Adyacente a la cutícula, se encuentran las células de Malpighi, las cuales en la superficie se observan aplanadas, forman filas y presentan núcleo persistente, estas características nos permiten reconocer un epitelio plano estratificado no queratinizado, ya que no se evidenció un estrato córneo donde normalmente las células carecen de núcleo. Ésta afirmación es corroborada por Mumford y col. (2007), quienes indican en su manual que en la mayoría de peces, estas células no queratinizan; en consecuencia, las capas epidérmicas más externas consisten en células vivas (14). Esto podría significar que Las células de Malpighi más superficiales, al ser células vivas podrían también ser

responsables de liberar ciertas sustancias que conforman la cutícula. En este estudio no se evidenció liberación de sustancias por parte de las células de Malpighi, pero sería interesante someter los tejidos a otras tinciones más sofisticadas con el objetivo de reconocer alguna sustancia emitida por éstas.

A este nivel superficial, se evidencia abundantes células mucosas o células Goblet, que gracias a la tinción PAS - H, se pudo reconocer que su material de secreción es de tipo glicoproteico, mostrándose de color magenta. Cabe resaltar que algunas células mucosas no se ven tan coloreadas, hecho que podría ser debido a que ya habían emitido gran cantidad de su contenido hacia la superficie (18). Esta emisión previa y masiva de mucus podría deberse probablemente a una sobre manipulación durante la captura de la especie, al estrés al que se sometió al pez durante el hacinamiento con otras especies e incluso durante el sacrificio de éste.

El mucus que se encuentra en la superficie de la epidermis, gracias a la emisión de las células Goblet, es componente clave de la inmunidad del pez, ya que se compone de sustancias y moléculas activas y defensivas que actúan inhibiendo la invasión y proliferación de microorganismos patógenos (mecanismo antibacteriano y antiviral). Además el mucus cumple otras funciones como: regulación iónica, osmorregulación, lubricación y comportamiento parenteral (12).

Cerca a la zona media de la epidermis, las células de Malpighi presentan una forma redondeada con núcleo ovoide, lo cual coincide con Cepeda y Orostegui (2008), quienes mencionan que las células de Malpighi son redondas, isodiamétricas y de núcleo ovoide (11). Además, Bonilla y col. (2008), quienes realizaron un estudio histológico en la piel del "Capitán de la Sabana", indican que la forma de las células de Malpighi varía según su posición en la epidermis (21). Ésto apoya a los resultados obtenidos en este estudio, pues

también se logró observar que las células epiteliales toman una forma variada a diferente nivel y al estar entre tipos celulares de mayor tamaño.

Cepeda y Orostegui (2008) mencionan que las células Goblet se observan con mayor frecuencia en la capa media de la epidermis. Esta información coincide parcialmente con los resultados obtenidos, ya que en este estudio se observó también que estas células son muy frecuentes a nivel superficial, pero de menor tamaño en comparación con las células de la zona media (11). Cepeda y Orostegui (2008) y Mohammad (2004) indican que las células mucosas, a medida que elaboran la secreción glicoproteica, aumentan de tamaño, se aproximan a la superficie y se hacen más visibles (11, 16). Sin embargo, en este estudio, las células Goblet van reduciendo su tamaño conforme se dirigen a la superficie y se hacen menos visibles, lo cual podría indicar que van reduciendo su tamaño para luego desprenderse y ser posteriormente reemplazadas como todo tejido vivo.

El pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*) es un pez bentónico desprovisto de escamas que habita principalmente en pozas del intermareal rocoso, zona complicada, donde ocurren cambios bruscos constantemente debido al movimiento de las mareas. Es por tal razón que la presencia de abundantes células Goblet en la epidermis de esta especie, indica la importancia de estas células como mecanismo de protección frente a abrasiones, desecación, contaminantes y variaciones en el ambiente en general. Este enunciado es apoyado por Cepeda y Orostegui (2008), quienes afirman que estas células son muy abundantes en especies que no tienen escamas, como algunos peces de fondo (11), tales como el pez "Borracho" y el "Blénido sin dientes" (pez perteneciente a la familia Blenniidae) el cual fue estudiado por Ba-Omar y Al-Riyami (2009), quienes afirmaron la presencia de abundantes células Goblet en la epidermis de esta especie (17). Además, Mokhtar (2017) afirma que existe evidencia de que la enumeración de células mucosas de piel en peces puede ser usado como monitor de estrés (12). Esta afirmación alude al hecho de que el pez "Borracho" es una especie sometida a estrés constante debido a su

tipo de hábitat (pozas del intermareal rocoso) pudiendo ser una de las razones por la cual presenta abundantes células mucosas. Ba-Omar y Al-Riyami (2009), quienes realizaron estudios en el "Blénido sin dientes", indican que los peces que habitan el intermareal rocoso, están expuestos diariamente a variaciones en temperatura, oxígeno ( $pO_2$ ), dióxido de carbono ( $pCO_2$ ), pH y salinidad y por lo tanto, han envuelto una gama de adaptaciones estructurales y fisiológicas (17).

Con respecto a la zona germinal, en este estudio, no se evidenció una capa columnar o cúbica propiamente dicha como menciona Elliott (2000) en una revisión sobre estructura y función del tegumento en peces (15). De igual manera Mester y Zarnescu (2000) en un estudio descriptivo, mencionan que la capa basal de la epidermis del "pez espátula" está formada por células cuboidales (19). Por el contrario, al igual que los resultados de Bonilla y col. (2008) donde se estudió al "Capitán de la Sabana", en este estudio, se logró evidenciar células indiferenciadas, incluso algunas en mitosis, lo cual refleja el crecimiento celular activo (21). Estos resultados darían a entender que a este nivel se da origen a los diferentes tipos celulares que componen la epidermis de esta especie.

Las células indiferenciadas descansan y se sostienen sobre una membrana basal, la cual no evidenció muchos detalles en este estudio. Según Elliott (2000), los detalles estructurales de la membrana basal son difícilmente visibles a la microscopía óptica a diferencia de la microscopía electrónica. Además, menciona que los componentes de la membrana basal en los peces son los mismos que en otros vertebrados (15).

En este estudio no se evidenciaron células club, hecho que se justifica con los estudios de Genten y col. (2009) y Elliott (2000), quienes mencionan que el grupo más grande de peces con evidencia de células club (células de alarma) pertenece al superorden Ostariophysi (15, 18), al cual no pertenece el pez "Borracho", ya que esta especie



pertenece al superorden Acanthopterygii. Por el contrario, Jiménez (2014) quien estudio a "Life", un pez perteneciente al superorden Ostariophysii, menciona la presencia de células club grandes y abundantes. Otra razón por la que el pez "Borracho" no presenta células club, podría deberse a la gran cantidad de células Goblet en la epidermis, ya que según Mokhtar (2017), la abundante presencia de células mucosas bien desarrolladas, da lugar a células club raras o ausentes y viceversa (12). Este último enunciado es corroborado también, por los resultados de Ba-Omar y Al-Riyami (2009), quienes evidenciaron una gran cantidad de células mucosas y la ausencia de células club en un estudio realizado en el "Blénido sin dientes", un pez perteneciente a la familia del pez "Borracho". Aun cuando en este estudio no se evidenció células club, no se debería descartar la posibilidad de realizar otros estudios en los que se adicione otras tinciones con el fin de evidenciarlas.

Con respecto a las estructuras sensoriales, se logró evidenciar algunos botones gustativos al igual que en los resultados del estudio de Bonilla y col. (2008), donde indican que la poca presencia de botones gustativos en la piel del "Capitán de la Sabana", podría deberse a que estos están lo suficiente desarrollados como para cumplir su función de recepción sensorial (21). Un estudio ultraestructural ayudaría a corroborar la estructura de estos botones gustativos. Por otro lado, una de las razones por la cual se evidenció solo algunos botones gustativos, podría ser la zona de muestreo (zona dorsal media), siendo recomendable realizar estudios histológicos de otras zonas del cuerpo del pez.

La dermis del pez "Borracho", al parecer, está compuesta principalmente por un estrato compacto y carece de estrato esponjoso. Este enunciado se debe a que no se aprecia una clara división de estratos, lográndose reconocer la presencia de un tejido conjuntivo denso y la ausencia de un tejido conjuntivo laxo que corresponde al estrato esponjoso.

El estrato esponjoso contiene células formadoras de escamas y escamas propiamente dichas según lo que indica la literatura (11, 14, 16). Como se sabe, el pez "Borracho", no tiene escamas y por lo tanto se podría decir que carece de estrato esponjoso. Este enunciado es apoyado por Genten y col. (2009) donde mencionan que el grosor del estrato esponjoso dependerá de la presencia o ausencia de escamas y puede estar incluso ausente, por el contrario, el estrato compacto siempre está presente (18).

Cepeda y Orostegui (2008), Mumford y col. (2007) y Genten y col. (2009) mencionan que el estrato compacto, proporciona resistencia y rigidez estructural para las tensiones que afectan la piel y flexibilidad para la locomoción, actuando como tendón en paralelo con los músculos (11, 14, 18).

A diferencia de estos resultados, Souza y col. (2003) quienes estudiaron la piel de tres especies; el "Piavuçu" (*Leporinus macrocephalus*), el "Pacu Prata" (*Mylossoma sp*) y el "Piraputanga" (*Brycon hilarii*), afirman la presencia de ambos estratos (esponjoso y compacto) (20). Cabe resaltar que estas especies presentan escamas y que por lo tanto presentan un estrato esponjoso (tejido conjuntivo laxo) de dónde emerger.

En la dermis del pez "Borracho" se logra reconocer los núcleos de los fibroblastos; se puede reconocer también células de pigmento que corresponden a los melanóforos, los cuales presentan ese característico color café o marrón oscuro y forma estrellada como se menciona en la literatura (11, 18). Estas células de pigmento estarían cumpliendo funciones adaptativas como: camuflaje, comportamiento agresivo y patrones de cortejo (12).

En esta capa se observó pobre vascularización. Ésto podría ser probablemente por la ausencia del estrato esponjoso, el cual es abundante en capilares sanguíneos (12) a diferencia del estrato compacto que consiste principalmente de bandas de colágeno ortogonales (15). En un estudio descriptivo similar, Bonilla y col. (2008), quienes estudiaron al "Capitán de la Sabana", mencionan que el presentar poca vascularización se puede deber a un bajo nivel metabólico o a la abundante presencia de colágeno a ese nivel (21). Este enunciado es entendible ya que al encontrarse sólo el estrato compacto, se habla de una dermis rica en colágeno. Por otro lado, conocedores de la especie (pescadores artesanales y aficionados) mencionan que el pez "Borracho" es una especie residente permanente (sedentaria) de su hábitat, lo cual podría guardar relación con un metabolismo bajo en comparación con especies migratorias que podrían presentar un mayor metabolismo debido al movimiento que realizan constantemente.

Autores como Roberts (2012) indican a la hipodermis como lugar de elección para el desarrollo de los procesos infecciosos, considerándose de importancia (13). Sin embargo según Genten y col. (2009) la hipodermis no se distingue en muchas regiones, y algunos autores la indican como no existente en peces o como parte de la dermis profunda (18). Este enunciado coincide con los resultados encontrados en este estudio, donde la hipodermis del pez "Borracho" se observó pobremente desarrollada y casi indistinguible, al igual que en el estudio realizado por Ba-Omar y Al-Riyami (2009) quienes indican que la hipodermis del "Blénido sin dientes" es la capa más delgada de la piel de la especie (17).

Por otro lado, estos resultados son contrastados con los de Bonilla y col. (2008) quienes en su estudio, reconocieron una hipodermis bien desarrollada y los elementos que la componen (21). La estrechez de la hipodermis podría deberse a la zona de muestreo, ya que probablemente en otras zonas como la abdominal, la hipodermis podría verse más desarrollada. Hay que tener en cuenta de que el pez "Borracho" al ser una especie sedentaria, según lo que comentan los conocedores de la especie, no necesitaría de

grandes reservas de grasa como aporte de energía, a diferencia de especies migratorias que sí las requieren.

Cabe resaltar, que los resultados de este estudio fueron contrastados con los de otros autores, quienes realizaron estudios en piel de peces de hábitat y taxonomía diferente a la del pez "Borracho". Por ejemplo autores como Bonilla y col (2008) y Jiménez (2014) estudiaron peces dulceacuícolas pertenecientes a la familia Trichomycteridae del orden Siluriformes, conocidos también como "Bagres". Estas especies habitan aguas poco profundas (acequias, aguas estancadas, pantanales) de fondo fangoso (21, 22), un hábitat totalmente diferente al del pez "Borracho", ya que éste habita principalmente en el mar. Es por tal motivo que se hallaron algunas diferencias histológicas entre especies debido a que las adaptaciones de los peces varían de acuerdo al hábitat en el que se encuentren (26). Por lo tanto en este estudio se realizaron contrastes con especies de peces sin distinción, teniendo en cuenta la disponibilidad de información.

Con respecto al análisis morfométrico, se identificó una diferencia significativa entre el grosor de las capas cutáneas, donde los resultados indicaron a la dermis como la capa más gruesa, lo cual junto a la rigidez, resistencia y flexibilidad brindada por el tejido que la compone, puede hacer a esta capa lo suficiente resistente frente a las flexiones del cuerpo del pez durante el movimiento. Este enunciado coincide con Bonilla y col. (2008), quienes indican que la región media requiere de una dermis gruesa que le permita tener mayor flexibilidad y soportar así la fuerza de la actividad de nado (21). Por otro lado, teniendo en cuenta que se analizaron muestras de piel de la zona dorsal media, sería interesante realizar un análisis morfométrico de otras zonas con la finalidad de realizar comparaciones.

Los resultados indicaron mayor variabilidad entre los valores del grosor de la capa dérmica, lo cual podría deberse probablemente al tamaño de los peces muestreados, ya que estos variaron en longitud (de 15,5 a 18 cm). Otra de las razones, podría ser la frecuencia de pesca en el hábitat del pez, ya que según conocedores de la especie, existen zonas más frecuentadas en donde el pez tiende a estar en mayor movimiento debido al constante escape. Por lo tanto, este movimiento continuo sugiere una dermis más desarrollada en contraste con la dermis de otros peces que habitan zonas menos frecuentadas por la pesca. Este enunciado podría justificar la variabilidad del grosor de la capa dérmica entre los peces muestreados. Por otro lado se evidenció menor variabilidad entre los valores del grosor de la capa epidérmica, reflejando así una mayor uniformidad de ésta.

Se tiene un 95 % de confianza de que el valor de la media poblacional del grosor de la epidermis se encuentra entre 56,35 y 64,39  $\mu\text{m}$  y el de la dermis entre 168,28 y 211,43  $\mu\text{m}$ . Esto indicaría que existe una probabilidad del 5% de que el valor de la media se encuentre por debajo o por encima de los intervalos planteados.

## VI. CONCLUSIONES

- La piel del pez borracho está compuesta principalmente por dos capas cutáneas (epidermis y dermis) y una subcutánea (hipodermis). La epidermis está cubierta por la cutícula, la cual está formada principalmente por el mucus que emiten las células Goblet.
- Las células de Malpighi representan el mayor componente de la epidermis, varían en forma y tamaño según su posición en la epidermis y conforman un epitelio plano estratificado no queratinizado.
- Las células Goblet se aprecian de gran tamaño en la zona media de la epidermis y van reduciendo su tamaño conforme se acercan a la superficie. Estas células son abundantes y estarían contribuyendo al mecanismo de protección del pez "Borracho".
- Se evidenció algunos botones gustativos (percepción sensorial) y no hay evidencia de células club y células granulosa. La zona germinal de la epidermis alberga células indiferenciadas, mas no células columnares o cúbicas.
- La dermis se encuentra compuesta principalmente por un estrato compacto, fibroblastos, melanóforos y pobre vascularización. La hipodermis se aprecia pobremente desarrollada y casi imperceptible en algunas secciones.
- Con respecto al análisis morfométrico, se determinó que la capa epidérmica presentó en promedio un grosor de 60,37  $\mu\text{m}$ , mientras que el promedio de grosor de la capa dérmica fue de 189,85  $\mu\text{m}$ . Asimismo, se identificó una menor variabilidad y mayor uniformidad entre los valores obtenidos del grosor de la capa epidérmica a diferencia de los valores de la capa dérmica que mostraron mayor variabilidad.

## VII. RECOMENDACIONES

- En este estudio no se evidenció liberación de sustancias por parte de las células de Malpighi al igual que no se evidenciaron algunos tipos celulares como las células club y células granulosas, es por tal motivo que sería interesante someter los tejidos a otras tinciones o técnicas histoquímicas con el objetivo de reconocer por ejemplo, alguna sustancia emitida por las células de Malpighi para evaluar si estas células cooperan con la formación de la cutícula o también para reconocer algún otro tipo celular.
- Teniendo en cuenta que se analizaron muestras de piel de la zona dorsal media, sería interesante realizar un análisis histológico y morfométrico de otras zonas como por ejemplo; cabeza dorsal, mandíbula, región dorsal (anterior y posterior), región media (línea lateral, neuromastos), región abdominal, región caudal e incluso analizar el tejido de los cirros. Este análisis permitirá brindar información nueva sobre la histología de la especie, información que además servirá para realizar comparaciones e inferencias.
- Sería crucial indagar sobre el correcto proceso histológico en piel de peces y realizar el proceso de una manera prolija con el objetivo de no alterar el tejido y así poder contar con un material lo suficiente viable para el desarrollo del estudio.
- Guiándose del mapa de distribución del género *Scartichthys*, sería interesante desarrollar un estudio histológico de la piel de *S. viridis* como especie alopátrica, y otro estudio histológico comparativo de la piel de especímenes de *S. gigas* y *S. viridis* provenientes del área de simpatría.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oyarzun F, Pequeño G. Synopsis of Blenniidae from Chile. *Gayana Zoologia* [Internet]. 1989 [citado el 8 Diciembre 2017];(53): 3-40. Disponible en: <http://direct.biostor.org/reference/118308>
2. Hoyos L, Delgado S, Espinoza P, Montero M. Alimentación y Estructura Trófica de *Scartichthys sigas* (Pisces, Blennidae) en la Bahía de Pucusana. Res. 4ta Reun. Cientí. Institu. Invest. Ciencias Biol. "Antonio Raimondi". 1994: 68.
3. Guzmán X., Ramírez P., López S. Manual de Procedimientos Estándares para el Análisis Histológico e Histopatológico en Organismos Acuáticos. INECC [Internet]. 2009 [citado 13 de Mayo 2018]; 1-22. Disponible en: <http://www.parasitosypatogenos.com.ar/parasitosDePeces/Archivos/Tecnicas/Histopatologia.pdf>
4. Torres G., González P., Peña E. Descripción Anatómica, Histológica y Ultraestructural de la Branquia e Hígado de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Int. J. morphol.* [Internet]. 2010 [citado el 13 Mayo 2018]; 28(3): 703-702. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v28n3/art08.pdf>
5. *Scartichthys gigas* (Giant blenny) [Internet]. [iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). 2017 [citado el 3 de Enero 2017]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/183275/0>
6. Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K., Niem V. *Pacifico Centro Oriental*. Vol 2. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1995.



7. Peces Costeros del Pacífico Oriental [Internet]. Instituto Smithsonian de investigaciones tropicales. 2015 [citado 2 de Enero 2018]. Disponible en: <http://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/1908/on>
8. Guía de Identificación de Peces [Internet]. Callao: Perú LNG; 2018 [citado 3 de Diciembre 2017]. Disponible en: [http://peruling.com/wp-content/uploads/2016/05/Guia\\_identificacion\\_peces.pdf](http://peruling.com/wp-content/uploads/2016/05/Guia_identificacion_peces.pdf)
9. Instituto del Mar del Perú. Clave para Identificar los Peces Marinos del Perú. Callao; 1974 p. 348.
10. Williams J. Phylogenetic Relationships and Revision of the Blenniid Fish Genus *Scartichthys*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press; 1990.
11. Cepeda R., Orostegui C. Histología de Peces. Chile: Universidad de Chile; 2008.
12. Mokhtar D. Fish histology: from Cells to Organs. Oakville: Apple Academic Press Inc.; 2017.
13. Roberts R. Fish Pathology. 4 ed. USA: Blackwell Publishing Ltd.; 2012.
14. Mumford S., Heidel J., Smith C., Morrison J., MacConnel B., Blazer V. Fish Histology and Histopathology: USFWS-NCTC; 2007.
15. Elliott D. The Laboratory Fish: Integumentary System. Usa: Academic Press; 2000.
16. Mohammad F. Histology of fish. 2 ed. Egypt: Assiut University; 2004.
17. Ba-Omar T., Al-Riyami M. Integumentary Histology of the Amphibious Blenny, *Istiblennius edentulus* (Forester and Schneider, 1801). J. Sci. 2009;14: 9-15.

18. Genten F., Terwinghe E., Danguy A. Atlas of Fish Histology. Bélgica: Science Publishers; 2009.
19. Mester L., Zarnescu O. Histological and Histochemical Study of the Skin in Paddlefish, *Polyodon spathula*. Rev. Roum. Biol. Anim. 2000; 45(2): 177 - 181.
20. Souza M., Dourado D., Machado S., Buccini D., Jardim I., Matias R., Correira C., Ferreira I. Análise da Pele de Três Espécies de Peixes: Histologia, ;Morfometria e Testes de Resistência. R. Bras. Zootec. [Internet]. 2003 [citado 5 de Febrero 2018];32(6):1551-1559. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n6s1/19673.pdf>
21. Bonilla R., Quintero M., Virguez, Gómez E., Rodríguez D. y Hurtado H. Histología y Morfometría de Piel del pez *Eremophilus mutisii* (*Trychomectoridae, Siluriformes*). Rev. Biol. Trop. 2008; 56 (2): 885-893.
22. Jiménez G. Descripción Anatomohistológica del Sistema Tegumentario de Life (*Trichomycterus punctulatus*) [Tesis]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2014.
23. Universidad Nacional de San Juan. Técnica Histológica [Internet]. San Juan: Cátedra de Biología, U.N.S.J; [citado 8 de Febrero 2018]. Disponible en: <http://dea.unsj.edu.ar/biologia1/th.pdf>
24. Montalvo C. Técnica Histológica [Internet]. México: UNAM; 2010 [citado 8 de Febrero 2018]. Disponible en: [http://histologiaunam.mx/descargas/ensenanza/portal\\_recursos\\_linea/apuntes/3\\_tecnica\\_histologica.pdf](http://histologiaunam.mx/descargas/ensenanza/portal_recursos_linea/apuntes/3_tecnica_histologica.pdf)

25. Técnicas Histológicas [Internet]. Atlas de Histología Vegetal y Animal. 2018 [citado 29 de Agosto 2018]. Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/protocolos/p-tincion-pas-h.php>
  
26. Colección Nacional de Peces: Adaptaciones [Internet]. México: UNAM; 2011 [citado 13 de Setiembre 2018]. Disponible en: [http://www.ibiologia.unam.mx/peces/peces\\_oseos.html](http://www.ibiologia.unam.mx/peces/peces_oseos.html)

## **ANEXOS**

## Anexo 1

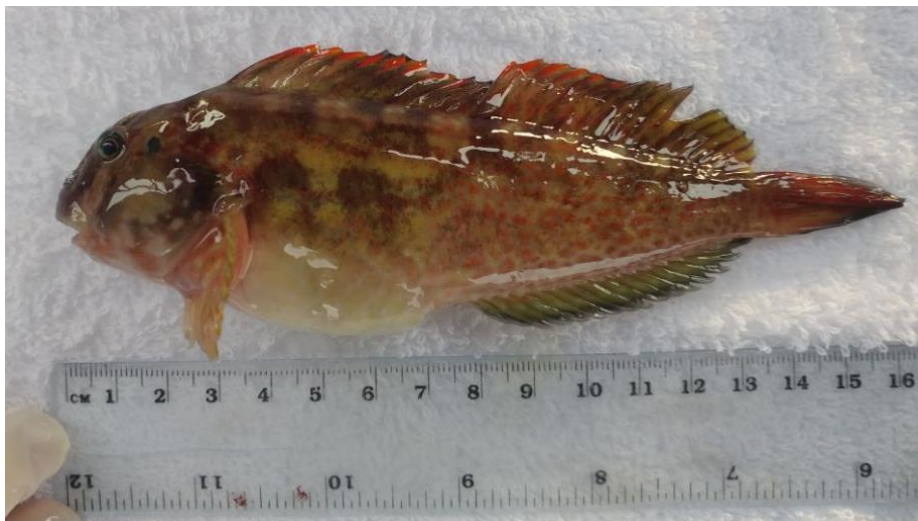


Figura 1: Pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*).

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## Anexo 2

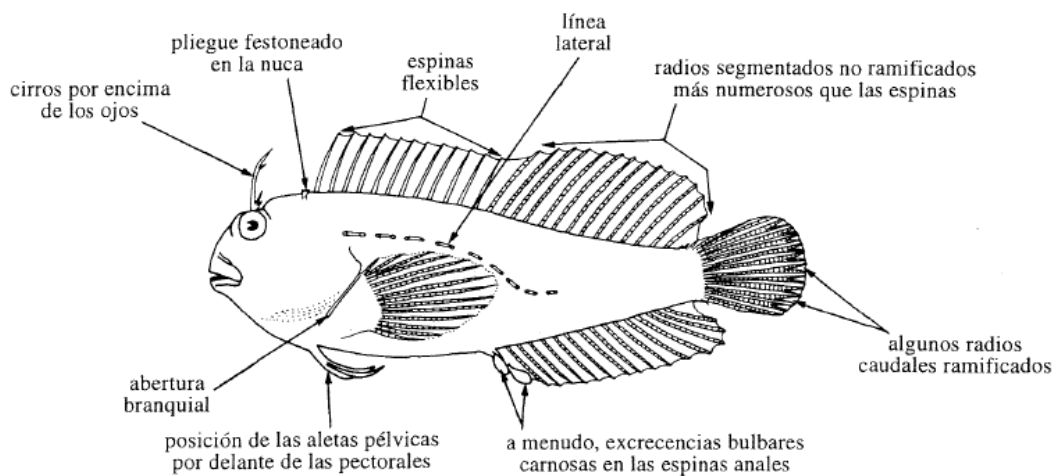


Figura 2: Características del pez borracho (*Scartichthys gigas*).

Fuente: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca - Pacífico Centro - Oriental, 1995 (6).

## Anexo 3

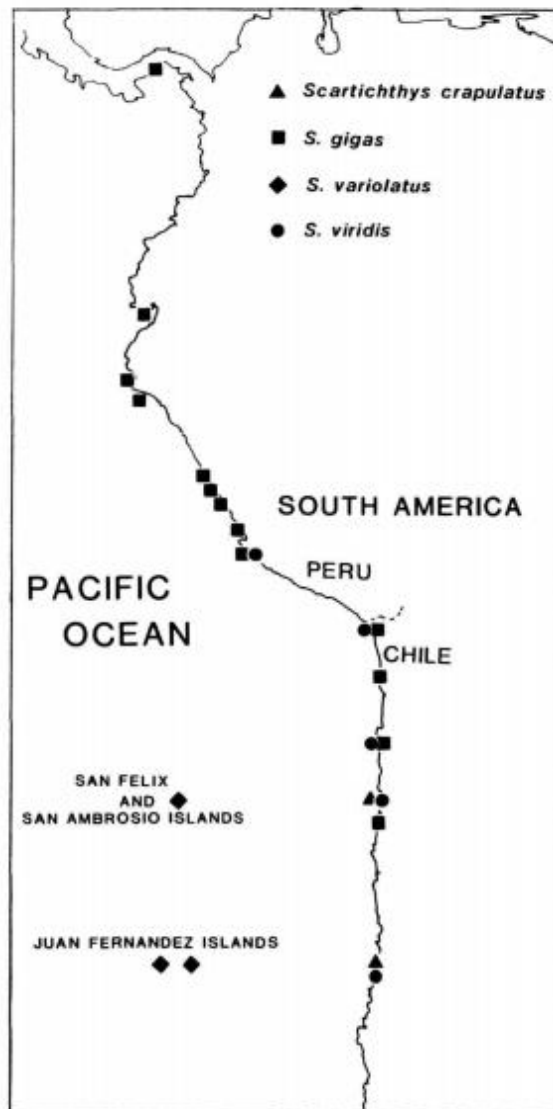


Figura 3: Distribución geográfica de *Scartichthys* (la línea discontinua indica el límite entre Perú y Chile).

Fuente: Phylogenetic relationships and revision of the Blenniid fish genus *Scartichthys*, 1990 (10).

## Anexo 4

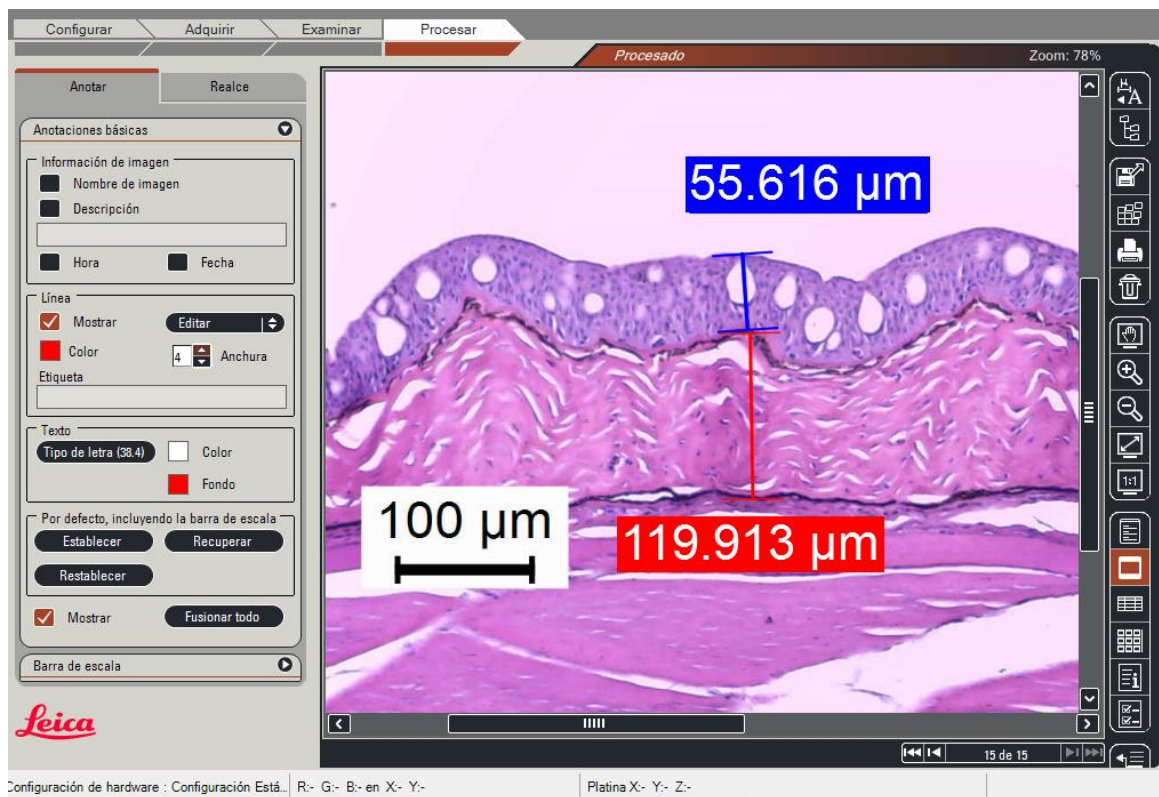


Figura 4: Medición del grosor de las capas cutáneas con el software de microscopía, Leica Application Suite (LAS).

Fuente: Elaboración propia, 2018.



## Anexo 5

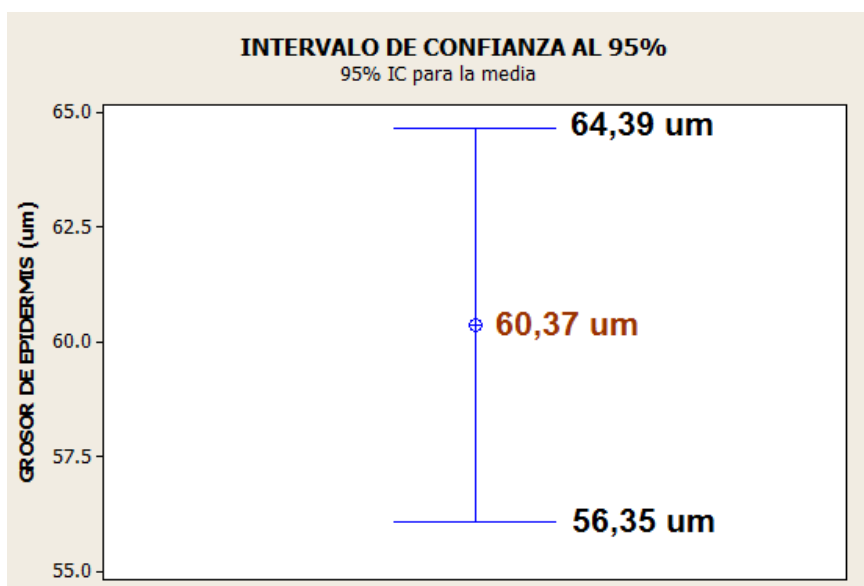


Figura 14: Intervalo de confianza al 95% para la media del grosor de la epidermis del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*).

Fuente: Elaboración propia, 2018.

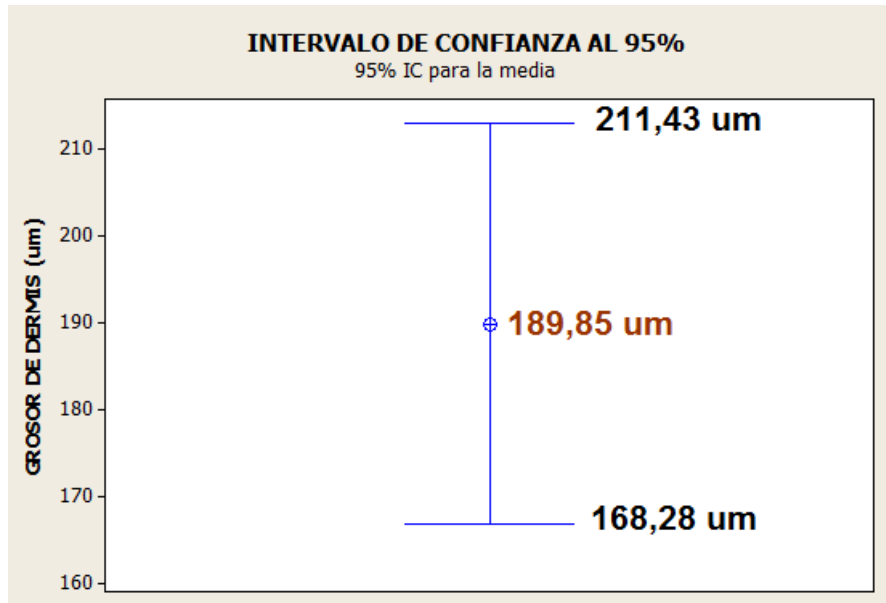
**Anexo 6**

Figura 15: Intervalo de confianza al 95% para la media del grosor de la dermis del pez "Borracho" (*Scartichthys gigas*).

Fuente: Elaboración propia, 2018.