



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

"Fotomacrografía del hueso urohial  
de peces del Atlántico Mexicano."

Tesis

Que para obtener el título de  
**Licenciada en Diseño y Comunicación Visual**

Presenta  
Bravo Morán Samantha

Asesor:  
L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios  
Superiores Cuautitlán

“Fotomacrografía del hueso  
urohial de peces del  
Atlántico Mexicano.”

**tesis**

Que para obtener el título  
de Licenciada en Diseño  
y Comunicación Visual

**Presenta**

**Bravo Morán Samantha**

Asesor: L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes

Cuautitlán Izcalli, Estado de México; 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano

Que presenta la pasante: **Samantha Bravo Moran**

Con número de cuenta: **415047768** para obtener el título de: **Licenciada en Diseño y Comunicación Visual**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Marzo de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	L.D.C.G. José Luis Tobías Carranza	
<b>VOCAL</b>	M.A.V. Araceli Carmona Carrasco	
<b>SECRETARIO</b>	L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes	
<b>1er. SUPLENTE</b>	L.C.G. Erik Eduardo Cortés Rico	
<b>2do. SUPLENTE</b>	LDG. Jorge Daniel Jasso Moreno	

NOTA: los sindocales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano**

Que presenta la pasante: **Samantha Bravo Moran**

Con número de cuenta: **415047768** para obtener el título de: **Licenciada en Diseño y Comunicación Visual**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Marzo de 2021.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	L.D.C.G. José Luis Tobías Carranza	
<b>VOCAL</b>	M.A.V. Araceli Carmona Carrasco	
<b>SECRETARIO</b>	L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes	
<b>1er. SUPLENTE</b>	L.C.G. Erik Eduardo Cortés Rico	
<b>2do. SUPLENTE</b>	LDG. Jorge Daniel Jasso Moreno	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano**

Que presenta la pasante: **Samantha Bravo Moran**

Con número de cuenta: **415047768** para obtener el título de: **Licenciada en Diseño y Comunicación Visual**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Marzo de 2021.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	L.D.C.G. José Luis Tobías Carranza	
<b>VOCAL</b>	M.A.V. Araceli Carmona Carrasco	
<b>SECRETARIO</b>	L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes	
<b>1er. SUPLENTE</b>	L.C.G. Erik Eduardo Cortés Rico	
<b>2do. SUPLENTE</b>	LDG. Jorge Daniel Jasso Moreno	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano**

Que presenta la pasante: **Samantha Bravo Moran**

Con número de cuenta: **415047768** para obtener el título de: **Licenciada en Diseño y Comunicación Visual**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Marzo de 2021.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	L.D.C.G. José Luis Tobías Carranza	_____
<b>VOCAL</b>	M.A.V. Araceli Carmona Carrasco	_____
<b>SECRETARIO</b>	L.D.C.V. José Alejandro Vázquez Reyes	_____
<b>1er. SUPLENTE</b>	L.C.G. Erik Eduardo Cortés Rico	_____
<b>2do. SUPLENTE</b>	LDG. Jorge Daniel Jasso Moreno	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).





*A mis padres*

**Juan y Beatriz**

*Quienes han estado presentes en cada momento de la elaboración de este proyecto; por su apoyo, motivación, paciencia e insistencia en nunca rendirme. Por permitirme culminar mis estudios y ayudarme en la obtención de este título.*

*A mi hermana*

**Isabel**

*Quien siempre al verme titubear sabía qué decir para no tirar la toalla y siempre me acompañó a buscar la información que parecía inexistente.*





## Agradecimientos

A mi director de tesis, el diseñador y comunicador visual Alejandro Vázquez, quien apoyó en todo momento la elaboración del proyecto, dio consejos para presentar un trabajo de calidad y volvió posible la culminación de un propósito de aportación a la carrera y la institución en la que cursé la misma.

A los profesores y sinodales, Jorge Daniel Jasso Moreno, Araceli Carmona Carrasco, Erik Cortés Rico y José Luis Tobías Carranza, quienes con sus comentarios y correcciones permitieron la conclusión del proyecto.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en especial al laboratorio de Zoología, donde siempre me sentí un biólogo más y que al escuchar la pregunta de alguien nuevo “¿eres de Diseño?” en vez de molestarme sólo me daba risa y alegraba mis días.

Al biólogo José Luis Tello Musi. Profe, muchas gracias por conectarme con el profe José Antonio, por darme tips para la realización de las tomas, por permitirme guardar mi equipo para prevenir malas situaciones en el transporte. Por el apoyo en la culminación de mi tesis.

Al biólogo José Antonio Martínez Pérez. Profe... con usted no tengo las palabras suficientes para agradecerle. Usted me permitió trabajar y colaborar con los chicos de Ictiología, me incursionó en un mundo poco trabajado por los biólogos del mundo y de México; no sólo me envolvió en un nuevo mundo, sino me permitió colaborar en diversos proyectos para la difusión del proyecto. Por último, agradecerle al ayudarme a concluir esta tesis... sin su intervención tal vez esta parte jamás hubiese existido.

A los chicos de Ictiología...

Al biólogo Armando Quijano, quien siempre estuvo al pendiente ayudándome con la iluminación y la redacción correcta de este escrito.

Brenda e Ivonne, quienes gracias a su constante recolecta y limpieza de los organismos fue que se logró obtener estas tomas.

Luis Ángel, quien continua con la recolecta de urohiales, me ayudó con la interpretación de los datos y no ha dejado que se pierdan.

Sarael... al final fuiste quien estuvo al pendiente de lo que



hacía, me ayudaste con las tomas fotográficas (aún cuando estas no participaran en mi proyecto), en lo que quedaba de redacción, en insistir en que entrara a un curso del cual aprendí más de lo que pensaba que podía aprender. Por todo tu apoyo dentro y fuera de este proyecto... muchas gracias.

A los Maestros en Ciencias del área de Entomología, Marcela Ibarra y Sergio Stanford, quienes fueron los primeros en recibirme en biología, aunque en un mundo algo distinto y que en este inicié mi incursión en el mundo de la fotomacrografía con las orugas del Jardín de Mariposas; además de que siempre me han dado su apoyo para la culminación del proyecto.

Al fotógrafo Antonio Tachiquín Benito, quien desde que le presenté el proyecto ha estado apoyándome con conocimientos teóricos y prácticos de iluminación y tomas de fotomacrografía (y otras áreas más); me ha enseñado a perfeccionar mi trabajo y mis tomas en cada sesión que realizo (siempre hay algo en lo que podemos mejorar), y que la fotografía no tiene porque estar distanciada y mucho menos separada de la ciencia cuando ambas se complementan. Tanto él como Ansel Adams, me han enseñado que el fotógrafo se va desarrollando conforme lo que se le presenta, ya sea en sus hobbies o en su trabajo, y que no por no ser estudiado de la profesión significa que sea menos fotógrafo de lo que nosotros somos. Gracias por todo Antonio, espero colaborar en algún futuro contigo.

A mis colegas y amigas de la FES Cuautitlán... Lupita, Gaby, Brenda y Yas... ustedes no me permitieron rendirme ni abandonar el proyecto, sobre todo cuando veía todo perdido. Jamás perdieron la fe en mí y les agradezco de todo corazón no dejarme caer.

A mis profesores de carrera... María de la Luz, Chío, Raúl Piña, quienes siempre estuvieron al pendiente de mis avances y tampoco me dejaron abandonar el proyecto después de tanto.

A los amigos que a pesar de la distancia han estado apoyándome e interesándose en las diversas áreas de la carrera. Que al ver el proyecto y explicarlo han entendido que es más que "hacer click" en la cámara.

A mis amig@s que son como mis herman@s... Horacio (Lachi), Andy, Erick, Diego... jamás me han dejado caer, me han levantado el ánimo y las ganas de seguir adelante cada que quise desistir. Me motivan para seguir adelante y cumplir mis sueños.



Genaro.

Pues a tí te debo el apoyo emocional, profesional y de este el aspecto técnico.

En muchas ocasiones me sentía perdida y que esto no tenía ni pies ni cabeza, y si los tenía quien sabría que clase de creación se estaba desarrollando. Gracias a tus consejos fue que esto empezó a desarrollar estructura y poco a poco se volvió lo que se presenta.

Abbi y Eduardo. Les agradezco por sus consejos y observaciones en el aspecto editorial.

Y por último, pero no menos importante... a toda mi familia que siempre me apoyó cuando acepté la loca idea de titularme por tesis y que cuando quería dejarla por la paz me insistieron y motivaron a que esta habría de concluirse.

Familia... he aquí la conclusión.



# ÍNDICE

◇ DEDICATORIA	
◇ AGRADECIMIENTOS	
◇ RESUMEN	17
◇ INTRODUCCIÓN	19
◇ <b>CAPÍTULO I: Fotomacrografía</b>	
1.1 Antecedentes	22
1.2 Fotografía Científica en México	28
1.3 De la Fotografía Científica a la Fotomacrografía en Estructuras Óseas	30
1.3.1 Definición de la Fotomacrografía	34
1.3.2 Importancia de la Fotografía Científica y la Fotomacrografía	36
1.3.3 Utilidad	36
1.3.4 Elementos Técnicos de la Fotomacrografía	39
1.3.4.1 La Técnica Fotomacrografía	46
◇ <b>CAPÍTULO II: Biología en la FES Iztacala</b>	
2.1 Área de Ictiología en el Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala	54
2.2 Historia de la FES Iztacala	54
2.2.1 Ubicación	55
2.3 Carrera de Biología	56
2.3.1 Visión	57
2.3.2 Misión	58
2.4 Laboratorio de Ictiología	58
2.4.1 Ictiología	59
◇ <b>CAPÍTULO III: Proyecto</b>	
3.1 Tema	62
3.2 Problema	62
3.3 Antecedentes	62
3.4 Justificación	64
3.5 Metodología	65
3.6 Resultados	123
◇ Conclusiones	170
◇ Fuentes de Consulta	172
◇ Créditos Iconográficos	177
◇ ANEXOS	181





# RESUMEN

Diseñando una estrategia basada en la documentación existente del tema urohiales y de la fotografía científica se empleó una técnica que cumplió con las necesidades de los ictiólogos de la FES Iztacala, la cual se desarrolló en el proyecto Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano, y fungió como herramienta para un registro gráfico.

El objetivo de la tesis es generar e implementar una técnica que permita la obtención de imágenes nítidas para el estudio de estas estructuras óseas, recalcando los detalles más importantes y así generar un acervo fotográfico que posteriormente ayude a la difusión del tema, esto por medio de carteles y la presentación de las mismas tomas.

Para su realización se define la fotografía científica y cómo se ha desarrollado a lo largo de la historia, cómo es que ha incursionado en proyectos de investigación de urohiales. Conociendo esto, se prosiguió a realizar tomas fotográficas haciendo pruebas con la posición de cámara, lámparas, así como de los organismos para así definir y concretar la técnica.

Se obtuvo un total de 137 tomas fotográficas conformadas por las diferentes vistas del urohial (lateral, anterior, posterior, ventral y dorsal), de estas se seleccionaron las 22 vistas laterales; y estas se emplearon en dos carteles que difunden el tema, una tesis y un proyecto de investigación.

Se desarrolló e implementó una técnica funcional en 28 urohiales de diversas especies de peces óseos del Atlántico Mexicano suministrados por el laboratorio de Zoología en la FES Iztacala.



# INTRODUCCIÓN

¿Qué viene a la mente cuando mencionan la palabra pez? ¿Será agua, escamas o aletas? ¿Alguna vez se ha cuestionado sobre cómo está conformado internamente, cuántos huesos tiene y cómo son estos? O si alguna vez se ha considerado la idea de que se pueda estudiar un pez por medio de fotografías y no sólo apreciarlos al realizar una fotografía submarina.

En la FES Iztacala, en el departamento de Ictiología del Laboratorio de Zoología, se trabaja la biología de peces del Atlántico Mexicano. Una estructura relevante para el estudio de estos es el hueso urohial, el cual tiene una línea de investigación poco desarrollada.

Al tener pocos datos respecto a los urohiales algunos miembros de dicho departamento iniciaron con su recolección; al poseerlos notaron que se requería de resguardo fotográfico para así analizar y comprender la información desde otro punto de vista.

La creación y desarrollo de la fotografía ha ido de la mano con los requerimientos de la ciencia. La primera no existiría sin la curiosidad y necesidad de la segunda. Por esto último, se acompañan para el registro de resultados que se van generando hasta hoy en día.

La fotografía científica es una rama de la fotografía, que a su vez se diversifica y especializa dependiendo de las necesidades de la ciencia. Desde capturar los detalles, como las características diminutas o alta velocidad, que son imperceptibles al ojo humano, así como desenvolverse en entornos diversos al que habitan, un caso que destaca es la fotografía submarina. Esto la vuelve una herramienta de comunicación con la que se complementa y difunde la ciencia.

Como diseñadores y comunicadores visuales existe poca participación en esta rama de la fotografía, por lo que al conocer la importancia y necesidad que implica para los ictiólogos se acordó una colaboración entre ambas disciplinas.

Así pues, con documentación bibliográfica se sabe que la fotografía científica está conformada de varias ramas, una de ellas es la fotomacrografía; por lo que se eligió como técnica a emplear para capturar en imágenes la colección de los huesos urohiales de algunos peces recolectados en el Atlántico Mexicano, así mismo se buscó obtener los detalles más importantes que necesitan resaltarse durante las tomas, como sus líneas de crecimiento, forma, longitud, altura, y las proyecciones que algunos de ellos llegasen a presentar.

Los textos consultados y los fotógrafos que asesoraron parte de la investigación consideran la fotomacrografía como una técnica de aproxima-



ción que obtiene una imagen con relación de tamaño real e incluso mayor. Gracias a estas características es posible percibir detalles que en una toma realizada con un lente estándar no son evidentes, pues al ampliar la imagen en un programa de edición fotográfica y posteriormente imprimirlo, todos los detalles se perderían.

La elección e implementación de la fotomacrografía como técnica para abordar el análisis de urohiales es por ser el punto medio entre las técnicas convencionales y de aproximación, así mismo por las dimensiones de algunas muestras no fue necesario emplear un equipo especializado como un microscopio, sin embargo sí se requirió de objetivos-lentes especiales los cuales permiten un acercamiento óptimo que no deforme o modifique los detalles importantes de estas; la nitidez requerida se logró en conjunto con la técnica complementaria de Z-Stack permitiendo el registro preciso de información, evitando el efecto de difracción y manteniendo todo en foco sin necesidad de cerrar el diafragma en su totalidad.



# Capítulo I



## Fotomacrografía



## 1.1 Antecedentes

*"Los científicos han sabido aprovechar muy bien el recurso de la fotografía para registrar e ilustrar sus proyectos de investigación, también muchos fotógrafos han sabido sacar provecho de sus cámaras fotográficas para hacer aportaciones a los trabajos de científicos y tecnólogos."*  
(González. 2009)

Los primeros registros gráficos que proyectan la expresión e información de cómo la humanidad empleó la producción de imágenes para obtener conocimiento fueron las pinturas rupestres, como las que se encuentran en las cavernas de las paredes de Lascaux y Altamira, las cuales son definidas por la UNESCO como "La fuente más importante de información de que disponemos sobre los comienzos artísticos, intelectuales y culturales de la humanidad." (Bednarik, 1998, p.4)

Al consolidarse el sistema de conocimiento occidental, llamado modernidad, basado en la veracidad de la visualidad, la perspectiva y la cámara oscura, hubo una evolución en las técnicas, las cuales lograron un sentido más apegado a la realidad y la objetividad; y fue gracias a pinturas e ilustraciones que se logró un acercamiento a estas. Sin embargo, al ser el punto de vista de un individuo el resultado no era 100% objetivo ni verídico, por lo que el pintor Leonardo Da Vinci describe y publica la técnica de la cámara oscura en su tratado *Il trattato della pittura*, en el cual menciona que por un pequeño agujero realizado en la caja, entra un rayo de luz que es proyectado en el soporte, generando una "calca" y reproducción, lo más cercano a las características del sujeto "retratado" (1651).

Basándose en las técnicas del tratado de Da Vinci, se anexa una lente biconvexa en la primera mitad del siglo XVI, sugerida por Gerolamo Cardano en *De subtilitate*, Daniello Barboro en *La prattica della prospettiva* y Giambattista Benedetti en *Speculationum mathematicarum ad physicarum liber*, mientras aparece publicado a la par la primera ilustración gráfica en *De ratio astronomico et geometrico liber* de Reinerus Gemma-Frisius (Esteban, (2008), p. 3-4). Sin embargo, fue Giovanni Battista della Porta quien es considerado como descubridor de la cámara oscura al publicar su libro *Magia Naturalis* (1558) donde describe y sugiere el empleo de tubos huecos y a estos se les anexaba lentillas convexas y espejos para que la imagen regresase a su posición natural. [Figura 1] (Márquez, (2020), p.4)

Con el inicio y crecimiento de la Revolución Industrial se originó un progreso tecnológico, provocando que se buscaran alternativas para remplazar el "trabajo humano" por el "trabajo de máquina", aunque este dependería aún de esa parte "humana". A la par del desarrollo mecánico, también hubo descubrimientos de los diversos procesos

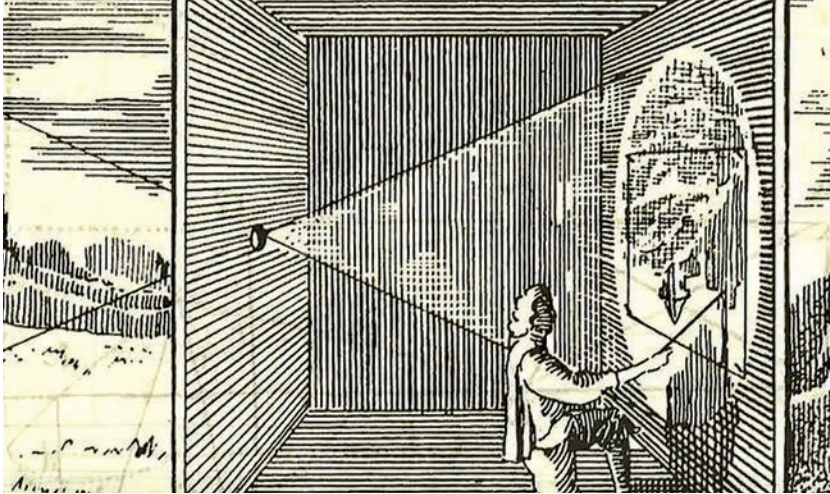


Fig. 1: El empleo de la cámara oscura  
Imagen Digital  
(Milenio Diario: Lésper - 2019)

químicos para la elaboración de la impresión y fijación en el papel de una imagen, y fue con ello que surgió lo que se conoce como fotografía, inventada por Nicephore Niépce y Louis Daguerre.

En 1839, a la par de los proyectos desarrollados por Niépce y Daguerre, William Henry Talbot trabajaba imágenes en negativo sobre papel para posteriormente, positivarlos y hacer réplicas de estas.

Gracias a este tipo de trabajos, se muestran los primeros indicios de la fotografía científica, pues en 1840 Joseph Berres, Simon Plossl y Carl Schuch con ayuda de un daguerrotipo enfocado a la microscopía lograron realizar una imagen de un corte transversal del tallo de una clemátide (planta con flores) tal como se muestra en la figura 2. (Gálvez, (2017, mayo-junio), p.7)

Con esta clase de proyectos, enfocados a investigar el desarrollo de todo aquello que no está "intervenido" por el hombre, fue que se desarrolló la primera "publicación científica" realizada por Talbot, la cual fue mostrada



Fig. 2: Corte transversal Planta  
Daguerrotipo  
(Joseph Berres - 1840)



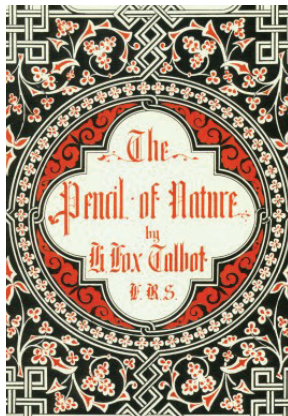


Fig. 3: Libro *The Pencil of Nature*  
Imagen Digital  
(W. Talbot - 1844)



Fig. 4: Algae  
Cyanotype  
(Anna Atkins - 1841)

por el Royal Institution (Londres) donde se incluían imágenes de flores y hojas, y con esto se le consideró como "un excelente medio de conservar especímenes en imágenes" (Sáenz, M.R., (2020), p.3). Esto logró abrir las puertas a más publicaciones de fotografía científica como en su libro "The Pencil of Nature" (publicado en 1844, figura 3), considerado el primer catálogo fotográfico importante por ser el primer libro que otorgaba un discurso o explicación a cada una de sus tomas. (Pérez, (2007).., p.134)

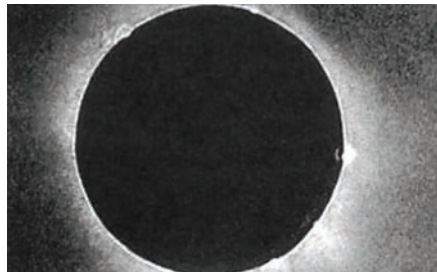
Así mismo, otra obra considerada como una de las primeras en ilustrar con fotografías trabajos científicos fue realizada por Anna Atkins. La *British Algae: Cyanotype Impressions* recolectó ejemplares publicados entre 1843 y 1854, donde cada uno de ellos incluía 389 cianotipos de algas inglesas, como se muestra en la figura 4. Esto logró que Atkins fuese la primera mujer en publicar un libro ilustrado de este modo. (Sáenz, (2020), p.3)

Cinco años después Louis Fizeau y Lion Foucault fueron los primeros científicos en realizar daguerrotipos del sol, con los que lograron mostrar detalles de las manchas solares y con estas tomas se impulsó la fotografía astronómica, ya que en 1851 en el Real Observatorio de Königsberg (antigua Prusia), el daguerrotipista Johann Berkowski, realizó el registro de un eclipse solar total gracias a un telescopio refractor de 6 cm con una exposición de 84 segundos [figura 5]; tiempo después gracias a estas tomas "estáticas" diversos investigadores realizaron el estudio y análisis de cuerpos celestes y seres vivos, por lo que con estas imágenes se desarrolló las bases del cine científico (precursor del cine moderno). (Gálvez, (2017, mayo-junio), p.7)

Para 1874, los astrónomos prosiguen con el empleo, modificación y mejoramiento de la fotografía para sus estudios e investigaciones. Esto lo muestra el astrónomo Pierre Jules César Janssen, quien, al querer probar la existencia de una corona solar, inventa y diseña el "revólver

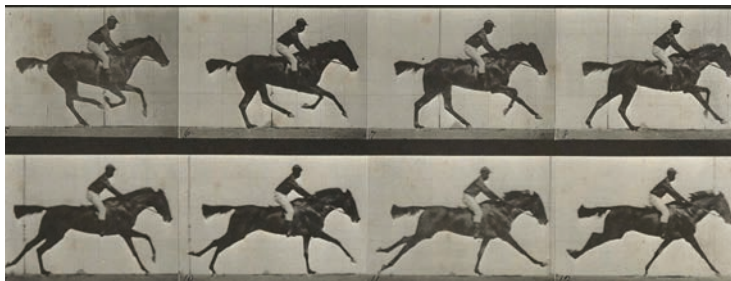
fotográfico". Este nuevo dispositivo permitió realizar una serie de daguerrotipos, las cuales lograron descomponer las distintas fases del fenómeno a una serie de intervalos irregulares. Al dar a conocer estos resultados un estudioso de la medicina, mecánica y fisiología, realizó un estudio del movimiento en seres vivos, enfocándolo al estudio del vuelo de las aves; para llevarlo a cabo, modificó el aparato de Janssen, haciéndolo más pequeño, logrando así seguir y captar los vuelos con una serie de doce fotografías por segundo, nombrándolo "fusil fotográfico". (Gálvez, (2017, mayo-junio), pp.7-8)

Fig. 5: Eclipse Total de Sol  
Daguerrotipo  
(Johann Berkowski - 1851)



Fue entonces que alrededor de esas fechas (1872), el fotógrafo inglés Eadweard Muybridge (Edward James Muggeridge), migró a los Estados Unidos (San Francisco), donde se encontró con el presidente del Central Pacific Railroad de California Leland Stanford (en ese entonces gobernador), quien le solicitó asistencia en la resolución de una apuesta, en esta se le solicitó apoyo para que con sus tomas fotográficas mostrara que durante el galope de los caballos estos lograban despegar sus cuatro patas del suelo; para tratar de resolverlo Muybridge recurrió al colodión húmedo, sin comprobarlo ni resolverlo (Miller, Hemsath, & McConaghy, (2013), p.4). En 1877, empleó una serie de doce cámaras, las cuales estaban dispuestas a lo largo de la pista a 50 cm la una de la otra, con unos hilos atados al otro extremo de la pista. En un principio, los obturadores se encontraban a la altura de las patas de los caballos; al no romperse los hilos optó por disponerlos a la altura del pecho para que al momento en el que pasará los hilos se rompieran y así fuesen disparados, y fue gracias a la intensidad de luz del sol en California, que se pudieron realizar las tomas a una velocidad de entre 1/500 y 1/2000 fracciones de segundo; aunque para que la prueba fuese detallada dispuso la colocación de veinticuatro cámaras en lugar de las doce de un inicio. (Vázquez, (2002), p.16)

Esta serie permitió la modificación de la idea que se tenía sobre el movimiento/galope de los caballos ya que descubrió, probó y demostró



*Fig. 6: Animal locomotion.  
An electro-photographic investigation of consecutive phases of animal movements.  
Colodión Húmedo  
(Eadweard Muybridge - 1872-1885)*

que sí se despegan las cuatro patas [figura 6], pero sólo cuando están retraídas. Con los resultados de la serie decidió seguir con el estudio del movimiento en diversos seres vivos, tanto animales como seres humanos, que después se volverían famosas a nivel internacional por la importancia y relevancia que generaron. Fue así como logró levantar el interés de revistas como *Scientific American* y *La Nature*. (Gálvez, (2017, mayo-junio), p.8)

Dos décadas antes de finalizar este siglo, alrededor de 1882, Peter Henry Emerson inició con tomas fotográficas, las cuales considera que muestran una fidelidad absoluta a las líneas y valores tonales. Sus tomas eran escenas de la vida diaria, en las cuales el tema era el trabajo y el campo de Inglaterra; estas eran directas, espontáneas y consistía en un enfoque preciso y de sólo un plano del encuadre, como se ve en la figura 7. (Álvarez, (2020))

Así pues, en 1889 publicó su libro *Naturalistic Photography*, donde trató argumentos en los que la fotografía artística debe basarse en la naturaleza y no en principios adoptados de la pintura, promoviendo así su percepción de la fotografía como arte y que debe juzgarse conforme los estándares de la naturaleza. Del mismo modo, ejemplificó su desacuerdo a la técnica con el trabajo del fotógrafo Henry Peach Robinson, (A su vez, ejemplificó con el trabajo del fotógrafo Henry Peach Robinson,) quien realizaba fotomontajes con sus negativos para obtener una toma final completamente diferente a la original (Coleman, (2005), pp.83-84). En términos generales su filosofía era que la fotografía no necesita intervenciones ni retoques, la técnica debe ser perfecta y precisa para así mostrar tal cual son los sujetos. Si bien sus posteriores cuatro libros están más enfocados al paisajismo, se puede hacer énfasis en que rescata la idea de la fotografía científica en la que no se debe alterar en ninguna circunstancia la toma fotográfica, volviéndose así una imagen real y objetiva.

Con los avances en la tecnología fotográfica se propició una inclu-

sión en medios que el ser humano no hubiese imaginado, como lo fue con paisajes, animales y plantas acuáticas, esto se logró gracias a la investigación que realizó el zoólogo marino francés Louis Boutan, quien, para 1893 se convirtió en el primer fotógrafo submarino. (Sáenz, (2020), p.6)

Fue así como la fotografía científica poco a poco perfeccionó sus capacidades gracias a las publicaciones realizadas hasta ese momento en revistas o libros que pertenecían a instituciones científicas, una de ellas era la Biological Photographic Association (BPA). Esta institución tenía un propósito para/con la sociedad, la cual consistía en el intercambio de ideas, educación y experiencia que estaban adquiriendo y generando los fotógrafos en las áreas médicas y naturales; sin embargo, no fue sólo el BPA quien incursionó en este tipo de acciones, ya que en 1903 el Instituto de Francia publicó las cronografías de E. Marey (Gálvez, V., (2017, mayo-junio), p.8).

La mayoría de las publicaciones solían pertenecer a un mismo fotógrafo, como las que realizó Muybridge: *Animal Locomotion*, *Descriptive Zoopraxography* y *Prospectus of a New and Elaborate Work Upon the Attitudes of Man, The Horse, and other Animal in Motion*; aunque no fue el único, un ejemplo a mencionar es *El Atlas de Fotografía Solar* de Janssen. A estas personas no se les consideraba como sólo fotógrafos, sino como generadores y divulgadores del conocimiento; y fue hasta el siglo XX cuando la fotografía científica, su publicación y divulgación, comenzó a volverse "formal".



*Fig. 7: The Haunt of the Pike  
Impesión en Platino  
(Peter Henry Emerson - 1886)*

## 1.2 Fotografía Científica en México

En este apartado se relata el surgimiento de la fotografía científica en México ya que este tipo de fotografía no fue exclusiva de Europa.

Fue a mediados del s. XIX, aproximadamente en 1867, que el auge de la ciencia en México se incrementó y fue con una visión nacionalista que la fotografía científica se desarrolló y aplicó.

Su área de desarrollo fue principalmente la geografía, un ejemplo es el texto "Memoria de los Trabajos Científicos Practicados" de Francisco Jiménez el cual hace referencia a la geografía y astronomía estudiada por dicho autor, otro ejemplo es el "Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística" el cual habla de la etnología, razas, poblaciones y geografía del país. (Gutiérrez, (2002), p. 8-9)

Al mismo tiempo que se realizaban proyectos independientes también se realizaban por comunidades científicas, las cuales fueron creadas por el gobierno mexicano para investigar y dar a conocer los recursos de flora, fauna y minería de la nación.

La primera fotografía de la cual se tiene registro en este tipo de publicaciones fue la de "Estudios Microscópicos", elaborada por Manuel Pasalagua [figura 8], en la cual popularizó los estudios de cortes histológicos, que eran realizados en microscopios, brindando así la importancia que merecía este dispositivo; en consecuencia, se podría decir que es el primer estudio fotográfico realizado por medio de la técnica fotomicrografía. Con esta publicación se explicó los detalles de la técnica titulado su obra como "Diatomácea Triceratium flauum Brebisson"; y El Dr. Emilio Böse creó y diseñó un dispositivo que permitía el tomar fotografías con una iluminación más controlada en el microscopio. (Gutiérrez, (2002), p.10)

Hay que mencionar que todas estas tomas fueron realizadas por científicos, quienes desarrollaron sus propias técnicas y nunca emplearon los conocimientos ni las técnicas de un fotógrafo especializado; a su vez nunca esperaron que sus proyectos e investigaciones terminaran en cuestiones editoriales comerciales, si no en el ámbito educativo y de divulgación que ayudase a entender todo aquello que ya podían percibir y los demás no, ampliando un panorama donde la enseñanza teórica ya no sería simplemente el texto, si no que habría imágenes que ayudarían a su comprensión.

En los años consecutivos surgieron más publicaciones científicas empleando y respaldando sus estudios con la fotografía. Un ejemplo es la revista Anales del Museo publicó un artículo que contaba con fotografías de índole antropológico, estudiando a los tarascos; posteriormente a esta publicación optaron por seguir incluyendo fotogra-

ffias en sus artículos, como las del naturalista Manuel María Villada; otras más fueron por parte de las instituciones que incursionaron en la implementación de la fotografía para sus publicaciones fue el Instituto Médico Nacional con su revista Guayule, o con la creación de la Dirección de Estudios Biológicos en conjunto con el Museo de Historia Natural y el museo de Tacubaya quienes realizaban publicaciones de boletines donde incluían fotografías. (Cuevas, (2002), p.25)

Además de estas instituciones había científicos como Issac Ochoterenana quien estudió y documentó la fosforescencia en cactáceas y mitosis celular, el Duque de Estrada con su estudio de deformaciones pélvicas o Manuel Pérez Amador con sus radiografías trabajadas con fósforo. (Cuevas, (2002), p.27)

Para 1929 la fotografía ya estaba más que establecida para su empleo en revistas científicas, las cuales han sido editadas y propagadas por el Instituto de Biología.



*Fig. 8: Retrato de Manuel Pasalagua. Biólogo Mexicano  
Imagen escaneada de revista Alquimia  
(Cuevas - 1873)*

### 1.3 De la Fotografía Científica a la Fotomacrografía en Estructuras Óseas

El desarrollo de las técnicas fotográficas enfocadas a la ciencia se genera a partir de los inicios del siglo XIX y en esta rama sobresalieron Wedgwood y Davy quienes realizaron las primeras imágenes microscópicas a partir de fotogramas. A la par y consecutivamente a esta publicación se registraron algunas otras más como la de Donné (1840) quien realizó 80 daguerrotipos de microscopio para su libro Atlas descubriendo así la *Trichomonas vaginalis* [figura 9]. (Overney, & Overney, (2011), p.2)

El fotógrafo Karl Blossfeldt realizó una colección fotográfica de plantas en las cuales presentaba las obras bajo dos aspectos: el modo claro y sin ornamentos que no desviasen la atención del espectador al verlas y los negativos revelados que realizaban diapositivas para su posterior proyección; fue que en 1928 publicó el libro *Formas Primitivas de la Naturaleza* y esto influyó en el trabajo del fotógrafo Emili Godes, quien en 1930 inicia con lo que se consideran las primeras fotomacrografías. (Sáenz, (2020), pp.7-8)

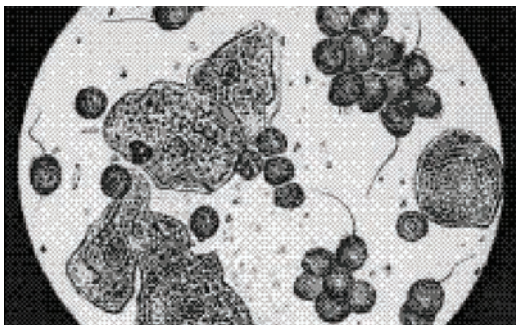


Fig. 9: *Trichomonas vaginalis*  
Daguerrotypo  
(Alfred F. Donné - 1840)

Un registro de 1974 se encuentra relacionado a la fotomacrografía fue un proyecto desarrollado con la técnica de fotografía estereoscópica la cual es considerada como predecesora del actual modelado 3D ya que realiza imágenes en tres dimensiones y esto se muestra en el trabajo "A Stereo Atlas of Ostracod Shells". (Savazzi, (2011), p.516)

A continuación, se presenta una recopilación de algunos trabajos e investigaciones realizados sobre el tema de urohiales, que incluyen o abordan la fotografía en México y el mundo.

El primer documento del que se tiene registro, *Merluzas del mundo, familia Merlucciidae: Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas* (2003), pertenece a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Es un catálogo publicado en Roma, el cual contiene con una colección de 14 fotografías de urohiales en donde se muestran las vistas laterales de estos [figura 10].



Fig. 10: Vistas laterales de urohiales de Merluzas  
Fotografía  
(Lloris, Matallanas & Oliver - 2003)

La primera tesis en México es *Urohiales de especies selectas de peces del Pacífico Oriental* (2006). Realizada por Luis Arturo Burnes Romo, perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la cual aborda la fotografía de urohiales y los emplea en un catálogo incluido en dicho documento. Cabe mencionar que realiza la breve descripción de los organismos, así como de la realización de sus tomas [figura 11].



Fig. 11: Catálogo de Peces del Pacífico y sus Urohiales  
Fotografía  
(Burnes - 2006)

*Análisis osteológico de peces de la Laguna Mar Chiquita* (2008). Artículo de la revista de Biología Marina y Oceanografía publicado por Mariana Deli Antoni et al., hacen empleo de algunas fotografías. Este documento fue realizado en Argentina [figura 12].



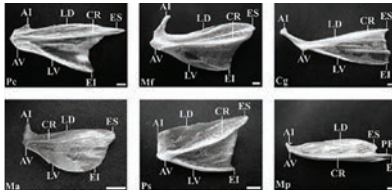


Fig. 12: Urohiales de Argentina  
Fotografía  
(Deli, González & Díaz - 2008)

*Morfología comparada del hueso urohial en especies de la familia Gerreidae* (2009). Tesis realizada por Jorge Guillermo Chollet Villalpando, de la Universidad de Baja California Sur, la cual sólo cuenta con seis tomas fotográficas realizadas con una cámara, adaptador de microscopio y microscopio [figura 13].



Fig. 13: Urohiales de la familia Gerreidae  
Fotografía en Microscopio  
(Chollet - 2009)

*El hueso urohial en la familia Gerreidae* (2012). Tesis para maestría del Instituto Politécnico Nacional realizada nuevamente por Jorge Guillermo Chollet Villalpando quien ahora realizó más tomas y de distintas especies para el registro entero de una familia. Empleó la misma técnica que en su tesis de licenciatura [figura 14].

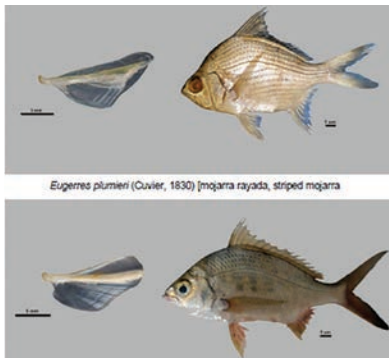


Fig. 14: Pez y Urohial de la familia Gerreidae  
Fotografía en Microscopio  
(Chollet - 2012)

*Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus Aphanis Nardo, 1827, in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae) (2018)*. Artículo realizado por el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Shahid Bahonar en Kerman, Irán, en el cual hay un registro visual de 17 urohiales pertenecientes a organismos del Golfo Pérsico. Sin embargo, la fotografía fue realizada por medio de fotomicroscopía de barrido electrónico, por las características mostradas en la impresión final [figura 15].

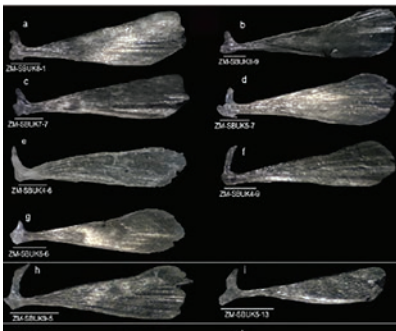


Fig. 15: Urohiales del Golfo Pérsico  
Fotomicroscopía de Barrido Electrónico  
(Teimori, Motamedi & Iranmanesh - 2018)

Finalmente, la tesis de Guadalupe Arévalo Herrera "*Morfología trófica de *Tlaloc candalarius**" (2018) realizada en el Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, en la cual ya encontramos no sólo la vista lateral de un urohial, sino además la dorsal y ventral, las tomas muestran una coloración rosada por la pigmentación que se le dio al organismo [figura 16].

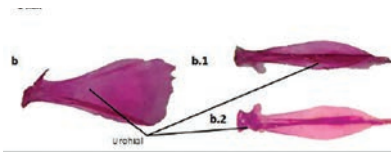


Fig. 16: Vistas diversas de un Urohial  
Fotografía  
(Arévalo - 2018)

### 1.3.1 Definición de Fotomacrografía

Cuando se habla de la fotomacrografía se considera como sinónimo de macrofotografía, por ello habrán de dar los mismos resultados, sin embargo, se debe explicar y aclarar la diferencia existente entre una y otra.

La macrofotografía es la técnica donde no importa la distancia focal existente entre el sensor de la cámara y el sujeto, ni tampoco considera el empleo de objetivos o cámaras especializadas, sólo importan las dimensiones de impresión, otorgándole este nombre. El formato de salida debe ser a "gran formato", como referencia lo son las fotografías que se ven en la vía pública entre ellos espectaculares y murales [figura 17]. Por otro lado, la fotomacrografía hace referencia a una técnica en la cual sí importan la distancia focal, el objetivo y todo el equipo complementario que se emplea para llevarla a cabo, logrando en ciertas ocasiones conjuntarlas con alguna otra para obtener un mejor resultado. A su vez, busca mayor acercamiento al sujeto para obtener la mayor cantidad de detalles posibles, esto sólo se logra con una relación de rango 1:0 a 1:1 lo cual habla de la relación y proporción que existe entre la impresión respecto al tamaño real del sujeto [figura 18]. (FotoNostra. (2020). & Güido, (2019))

El tema del presente proyecto está dirigido y enfocado a la fotomacrografía en urohiales. La definición más "antigua" de fotomacrografía que se encontró fue del texto Photo Documentation of Toolmark Identifications – An Argument in Support en el cual la definen como un método para producir imágenes ampliadas (mayores de 1:1) de un sujeto usando una cámara equipada con extensión de fuelle o lente macro (Morán, 2003). La siguiente pertenece al libro Digital Photography for Science: Close Up Photography, Macrophotography and Photomacrography, consta de una pequeña definición la cual dice: es una técnica que permite la realización de una imagen con detalle de los sujetos y estructuras de grandes o pequeñas dimensiones con una relación 1:1 (Savazzi, 2011). Continuando con definiciones más recientes, se encontró como la técnica empleada para lograr imágenes ampliadas, a nivel del sitio donde se captura la imagen, con relación al sujeto fotografiado (Güido, 2018); para 2019 se desarrollaron tres diferentes, pero con algunas similitudes. Sanz hace mención de ella como la técnica que permite realizar una imagen con detalles de los sujetos (grandes o pequeños) con una relación 1:1; Vetter lo emplea cuando las imágenes captadas agrandan o amplían al sujeto y si éste es mayor que la relación 1:1; por último, The Goodheart-Willcox la considera como la técnica que cubre un intervalo de acercamiento 1:1 a 25:1, en la toma fotográfica del sujeto. Es posible

apreciar como los autores citados con anterioridad concuerdan y consideran una relación 1:1 la base para iniciar esta técnica. (Sanz, (2020); Verter & Peres, (2020) & The Goodheart-Willcox Co., Inc. (2020)



Fig. 17: Publicidad en Espectacular  
Macrofotografía  
(FotoNostra - 2020)

Fig. 18: Otolito con relación de toma 1:1  
Fotomacrografía  
(Bravo - 2019)



## 1.3.2 Importancia de la Fotografía Científica y la Fotomacrografía

"Las imágenes científicas trasladan la ciencia al público empleando mensajes valorativos a través del cine, la fotografía, videos científicos, entre otros." (Acevedo, 2011)

Así como menciona Elsa Acevedo en la cita anterior, estas imágenes han creado un lazo entre realidad, conocimiento, cotidianidad, fenómenos considerados visibles o invisibles con nuestra forma de percibir todo aquello que nos rodea, pasando por diversas apreciaciones e interpretaciones que variarán dependiendo de su finalidad, como podría darse entre un artículo científico y una revista que muestren figuras similares, pero a distintos espectadores. (Acevedo, (2011), pp. 1&5)

El biólogo y profesor de fotografía científica de la Universidad de Alcalá de Henares (UAH) de Madrid, Luis Monje Arenas, menciona las dos divisiones existentes en fotografía científica y su importancia, estas son: descriptivas e ilustrativas. En el primer caso se evita la edición ya que busca fidelidad máxima con la realidad; en el segundo, es ilustrar, además de atraer la atención del espectador, sin importar si la imagen final es sensacionalista o si modifica de cualquier forma el realismo y veracidad de la toma. (Monje, (2014) & Redacción EL TIEMPO. (2016))

Retomando el libro Digital Photography, citado con anterioridad, cataloga este género fotográfico para documentar e identificar eventos, situaciones y objetos a los que hay que prestar atención específica; así mismo provee con ilustraciones a la literatura científica, las cuales son necesarias para comprender, conservar y difundir los conocimientos descubiertos. (Savazzi, (2011), p. 11)

En otras palabras, las características mencionadas con anterioridad determinarán la finalidad de las tomas a realizar y así tener un objetivo bien definido para el proyecto.

## 1.3.3 Utilidad

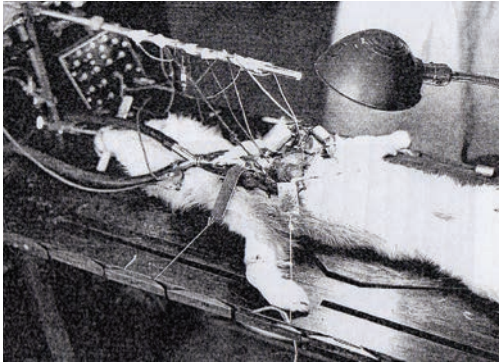
En cuanto a la utilidad de la fotomacrografía, es sobre todo, su aplicación a diversas ciencias; algunas de ellas son:

### Ciencias de la Tierra (geología)

Enfocada a la captura de aquellos detalles localizados sobre o debajo de la superficie terrestre; algunos ejemplos son los fósiles y minerales que forman las rocas de la corteza terrestre.

**Medicina**

Ciencia diversificada y especializada en diferentes partes del cuerpo humano como lo es odontología, la cual estudia la anatomía, deterioro y sanación de la cavidad bucal; incluso la medicina en diferentes animales, en otras palabras, veterinaria [figura 19].



*Fig. 19: Disección de un gato  
Imagen de Alquimia  
(Gutiérrez - 1950)*

**Botánica**

Al ser una rama de estudio de la biología se debió de incorporar en el siguiente punto; sin embargo, se menciona a parte porque esta fue el inicio, centro y punto de acercamiento de la ciencia y la fotografía, ya que los primeros fotógrafos de ciencia realizaron disecciones y tomas de diversas plantas [figura 20], para el estudio tanto de los organismos como el funcionamiento del equipo fotográfico.



*Fig. 20: Fruto de Cactácea  
Fotomicrografía  
(Bravo - 2020)*

### Biología

En las diversas ramas de la biología es aplicada esta técnica. Los entomólogos la emplean en insectos y otros artrópodos, sus características y detalles que ayudan a su determinación; esto se nota cuando se realizan tomas de ocelos, alas, apéndices, antenas y las características particulares de cada una de ellas.

Los ictiólogos la aplican en peces, lo que ellos rescatan son características muy particulares de cada organismo, como escamas y dientes; sin embargo, recientemente se ha decidido aplicarlos en detalles internos del organismo, los cuales sólo se pueden apreciar y fotografiar al momento de diseccionar y extraer las estructuras de interés, en este caso se habla de algunas estructuras óseas como otolitos y urohiales [figura 21].

Además de estas dos áreas existen: la ornitología, mastozoología, herpetología, malacología, entre otras; sin embargo, se hace hincapié en las dos primeras áreas porque las estructuras de interés de los organismos son en su mayoría de dimensiones diminutas y sus detalles son apreciados gracias a la fotomacrografía o a la fotomicrografía, siendo la primera el punto de interés del proyecto.



Fig. 21: Cámara Ótica  
Fotomacrografía  
(Bravo - 2020)

La contribución de la fotomacrografía en cualquiera de las áreas de la ciencia es el aportar información fiel en donde algunas ocasiones no bastan los ojos para percibir o notar ciertos fenómenos o detalles. En la actualidad es empleada para fines educativos, publicitarios e incluso artísticos. (Fernández, (2002)., p.11)

### 1.3.4 Elementos Técnicos de la Fotomacrografía

La fotomacrografía es una técnica cuya característica principal consta en acercar el equipo fotográfico al sujeto para capturar esos detalles que son imperceptibles a simple vista para el ojo humano.

Sin embargo, hay algunos detalles a considerar de esta técnica, los cuales constan de lo siguiente:

1. Obtener una nitidez suficiente en las imágenes es importante ya que así se obtienen detalles de las muestras, los cuales posteriormente se manejan y emplean para definir características determinantes en los resultados.
2. Las muestras son pequeñas, por lo cual el equipo óptico debe ser especializado para obtener un enfoque preciso en los acercamientos.
3. Existen fenómenos ópticos como la difracción y diversas aberraciones que surge cuando el contorno de un sólido (el sujeto) obstruye el paso de la luz, provocando la desviación de la luz; se incrementa cuando hay apertura de diafragma (necesaria para una buena profundidad de campo), cuando hay un cierre se reducen las aberraciones como las esféricas, cromáticas, astigmatismo, entre otras.
4. En consecuencia a los puntos anteriores, surge la motivación para el empleo de estrategias que optimicen la calidad de la imagen.

Debido a estas situaciones, se busca una apertura de diafragma óptima, la cual se da en el punto intermedio entre la apertura máxima y la mínima de diafragma . (Freeman, (2005), p.17)

Las características mencionadas en los puntos anteriores merecen considerarse con cuidado; sin embargo, hay que entender que la apertura del diafragma es un elemento clave con el que se experimentará, así como con la profundidad de campo, por ello hay que entender los siguientes aspectos que conlleva la técnica, como lo son:

#### Objetivos

Compuesto por diversos elementos de vidrio óptico diseñados para dirigir los rayos de luz al sensor y así componer una imagen sobre él. (Fernández-Boza, (2005), p.83)



## Elementos Técnicos de la Fotomacrografía

<b>R</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>X</b>
1:10	0.1x	1.2	1/3	1.1
1:5	0.2x	1.4	1/2	1.2
1:3.3	0.3x	1.7	2/3	1.3
1:2.5	0.4x	2	1	1.4
1:2	0.5x	2.3	1 1/3	1.5
1:1.7	0.6x	2.6	1 1/3	1.6
1:1.4	0.7x	2.9	1 1/2	1.7
1:1.2	0.8x	3.2	1 2/3	1.8
1:1.1	0.9x	3.6	1 2/3	1.9
1:1	1x	4	2	2
1.2:1	1.2x	4.8	2 1/3	2.2
1.4:1	1.4x	5.8	2 1/3	2.5
1.6:1	1.6x	6.8	2 2/3	2.7
1.8:1	1.8x	7.8	3	2.8
2:1	2x	9	3 1/3	3
2.2:1	2.2x	10.2	3 1/3	3.2
2.4:1	2.4x	11.6	3 1/2	3.5
2.6:1	2.6x	13	3 1/2	3.7
2.8:1	2.8x	14.4	3 2/3	3.8
3:1	3x	16	4	4

*Tabla 1: Pérdida de Luz  
(Michael Freeman - 2005)*

*R= Relación Reproducción  
A= Ampliación  
E= Aumento Exposición  
F= Aumento exposición en números f  
X= Disminución del flash (es una alternativa de F)*

### Punto nodal

Son puntos virtuales, los cuales no corresponden a la posición real de la luz a través del objetivo. También se puede decir que es una pareja de puntos que se sitúan en el eje óptico de un objetivo y sirve para mediciones, como la longitud focal y tener una imagen con buena exposición de luz (Savazzi, (2011), p.76). La Enciclopedia de Fotografía la define como el punto dentro de una lente en el que convergen todos los rayos de luz. (Peres, (2007), p.480)

### Ampliación

Se define como la correspondencia entre las dimensiones del sujeto y la fotografía generada por la cámara, esta última es posible presentarla de forma impresa o digital. En el primer formato hace referencia a la ampliación como el tamaño del sensor empleado para registrar la imagen; mientras que, en el segundo, es la relación entre las dimensiones de la imagen proyectada en el sensor y las reales del sujeto [Tabla 1]. (Savazzi, (2011), p.90)

No obstante, algunos autores hacen mención de su existencia cuando el tamaño de la imagen es mayor al sujeto fotografiado; esto se puede encontrar como la medida más una X, haciendo alusión al aumento aplicado. Tal es el caso del objetivo Canon MP-E 65mm f/2.8 1-5x Macro, el cual da un aumento de "5X". (Vertter & Peres, (2020))

### Relación de Reproducción-Tamaño

La fotografía de aproximación busca obtener una correspondencia de imagen 1:1 o tamaño real. El nombre que recibe es relación de reproducción o relación de reproducción de la imagen, indica la concordancia matemática entre la dimensión de la imagen y el tamaño del objeto [Tabla 2]. (Vertter & Peres, (2020))

A su vez, es un término empleado para dar indicación de aumento; importante porque posteriormente advierte el tamaño real del sujeto, así mismo sirve para fines de identificación; ejemplo: Un sujeto de 25mm se enfoca para que se ajuste a un sensor de 25mm, la relación de reproducción es de 1:1; ahora si el sujeto tiene una longitud de 50mm y se quiere enfocar para un ajuste en el mismo sensor, se genera una imagen a la mitad de su tamaño real en función del sujeto, indicando una relación de reproducción 1:2; esto también puede ser a la inversa, si se desea enfocar un sujeto de 12.5mm en el sensor ya mencionado, la magnificación es del doble de su tamaño real o relación de reproducción de 2:1. (Freeman, (2005), pp.10,14; Davies, (2010), pp.6,8)



	Objetivo	50mm	Objetivo	100mm	Objetivo	200mm
Extensión (mm)	R.R	A.	R.R	A.	R.R	A.
5	1:10	0.1x	1:20	0.05x	1:40	0.025x
10	1:5	0.2x	1:10	0.1x	1:20	0.05x
15	1:3.3	0.3x	1:7	0.15x	1:13	0.075x
20	1:2.6	0.4x	1:5	0.2x	1:10	0.1x
25	1:2	0.5x	1:4	0.25x	1:8	0.125x
30	1:1.7	0.6x	1:3.3	0.3x	1:7	0.15x
35	1:1.4	0.7x	1:2.8	0.35x	1:6	0.175x
40	1:1.2	0.8x	1:2.5	0.4x	1:5	0.2x
45	1:1.1	0.9x	1:2.2	0.45x	1:4.4	0.225x
50	1:1	1x	1:2	0.5x	1:4	0.25x
55	1.1:1	1.1x	1:1.8	0.55x	1:3.6	0.275x
60	1.2:1	1.2x	1:1.7	0.6x	1:3.3	0.3x
70	1.4:1	1.4x	1:1.4	0.7x	1:2.8	0.35x
80	1.6:1	1.6x	1:1.2	0.8x	1:2.5	0.4x
90	1.8:1	1.8x	1:1.1	0.9x	1:2.2	0.45x
100	2:1	2x	1:1	1x	1:2	0.5x
110	2.2:1	2.2x	1.1:1	1.1x	1:1.8	0.55x
120	2.4:1	2.4x	1.2:1	1.2x	1:1.7	0.6x
130	2.6:1	2.6x	1.3:1	1.3x	1:1.5	0.65x
140	2.8:1	2.8x	1.4:1	1.4x	1:1.4	0.7x
150	3:1	3x	1.5:1	1.5x	1:1.3	0.75x

Tabla 2: Extensión, Relación de reproducción y Ampliación de los Objetivos  
(Michael Freeman - 2005)

R.R= Relación de Ampliación  
A.= Ampliación

### Resolución

*"Una alta resolución es problemática en la fotografía de diminutos sujetos tridimensionales, porque la profundidad de campo disminuye con el aumento de la ampliación."*

(Savazzi, (2011), p.95)

Con esto en mente, es necesario definir "resolución digital" y "resolución óptica" por separado.

La primera, según por Arturo Costa y Javier Fernández, se refiere a la cantidad y densidad de píxeles que forman la imagen y a su total de colores. Los píxeles son especificados con su cifra total en cada una de las dimensiones de la imagen (horizontal y vertical). A su vez depende del número de bits o profundidad de color que definen el color en la imagen; esta última puede tener, al menos, 24 bits (8 bits por canal) y con esto reproducir aproximadamente 16 millones de colores distinguibles por el ojo humano (Costa & Fernández, (2005), p.85); cuanto mayor sea el número de píxeles de la imagen mayor será el tamaño del archivo, este se puede expresar en kilobytes o megabytes, siendo MB el más común.

Por otro lado, la resolución óptica es considerada por Juan Domingo Marinello, como la capacidad de una lente u objetivo para resolver o diferenciar líneas en una superficie determinada (Marinello, (2014), p.18). En cambio, Savazzi la define en más de una forma, abordándola como: "Resolución y Difracción", "Resolución del Sensor" y "Resolución de los Objetivos"; sin embargo, tanto él como Davies coinciden en que la resolución viene determinada por los fabricantes de la cámara variando desde los 3-6Mp (Megapíxeles) a los 45Mp (Savazzi, (2011), p.40-41; & Davies, (2010), p.26); así mismo Savazzi lo describe como una matriz de sensores que genera una imagen digital en píxeles, los cuales son datos intercalados en diversos grupos de sensores situados unos cerca de otros. Entonces el número de megapíxeles en realidad es el número de sensores que a su vez resuelven los datos de forma individual de cada uno de ellos en un píxel de imagen.

Se debe mencionar que el formato procesado de la imagen y las cualidades de los sensores logran obtener una buena resolución, sin embargo, también se deben considerar las características de los objetivos, las cuales permiten el procesamiento de detalles finos y sin ellos se vería afectada la calidad final de la toma. (Savazzi, (2011), p.40-41)



### Absorción

Es la captación por parte de los cuerpos de energía luminosa y la transformación de esta en calor. Las ondas luminosas son absorbidas o reflejadas por las superficies en las que inciden, cuya coloración es resultado de la absorción selectiva. El negro absorbe casi todo el espectro, al contrario del blanco, que refleja casi todas las longitudes de onda; una superficie roja absorbe las luces azul y verde y refleja la roja [figura 23]. (FotoNostra, (2020))

### Reflexión

Cuando la luz proyectada incide en un fondo liso y además brillante, esta se refleja completamente en un ángulo igual al de incidencia. Sin embargo, si el fondo no cumple al 100% con las características mencionadas, esta se reflejará parcialmente y en diversas direcciones; éste fenómeno se conoce como reflexión difusa e indica que, si la luz incide en un objeto de distintas longitudes de ondas, algunas de ellas se absorben y otras son reflejadas [figura 22]. (Núñez, (2013), p.4)

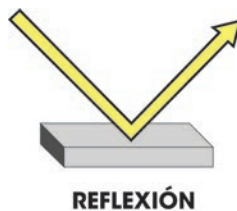


Fig. 22: Esquema Reflexión de la Luz  
Ilustración Digital  
(Bravo - 2020)



Fig. 23: Esquema Absorción de la Luz  
Ilustración Digital  
(Bravo - 2020)



### Difracción

Freeman lo define como una situación donde un contorno sólido y opaco obstruye el paso de la luz, pues esta en vez de ir en línea recta, tratar de pasar por el sujeto es desviada, generando su difusión además de provocar falta de nitidez, característica en la fotomacrografía (Freeman, (2005), p.16). De un modo similar, Davies la considera cuando los rayos lumínicos tocan el borde de cualquier objeto opaco provocando su división, tomando en cuenta que las longitudes de onda violetas se difractan más a comparación de las rojas (Davies, (2010), p.64). Finalmente, Savazzi toma en cuenta a partículas y ondas como luz, es afectada por los efectos de reflexión, refracción y difracción, mencionando la última como el momento cuando la luz pasa cerca del borde de un objeto opaco para así desviarla de su "camino establecido" por la óptica geométrica, dispersándola en el resto del "área de trabajo" del sensor, trayendo como consecuencia la disminución de resolución y contraste en la imagen. Como puede verse, este fenómeno ocurre principalmente cerca del borde del diafragma además de en los lentes internos convexos, por ello la información perdida a través de este fenómeno no se podrá recuperar, causando así una imagen de poca utilidad (Savazzi, (2011), p.102).

Anteriormente, los autores hacen alusión a las reacciones generadas por la difracción, sin embargo, Savazzi lo aborda a mayor profundidad, mencionando el sitio donde se lleva a cabo, considerándolo como el perímetro de la apertura del lente siendo proporcional a su diámetro; esto implica un área de apertura (sitio donde se controla la cantidad de luz entrante al objetivo) proporcional al cuadrado de su diámetro. Al detenerla, su zona disminuye más rápido que su circunferencia, por ello, la cantidad de luz incrementa de forma proporcional a medida que la apertura se va estrechando; así la difracción es más notoria cuando las aperturas son estrechas.

Algunos otros factores que propician la difracción son las partículas de polvo o los posibles rasguños existentes en los lentes internos del objetivo, aunque es más factible hallarlos en el externo; sin embargo, estos factores son casi insignificantes en comparación con la apertura del objetivo; así mismo modo, un factor más a considerar es la distancia proporcional existente del borde desde del diafragma con respecto a la longitud de onda lumínica, lo cual afecta directamente este fenómeno; a su vez, las longitudes de ondas más largas (rojo), son afectadas significativamente en comparación a las longitudes más cortas (azul y el violeta), influyendo así en las tomas finales.

### 1.3.4.1 La Técnica Fotomacrografía

Una de las características más importantes en la fotomacrografía es el acercamiento y la relación de este con el sujeto para obtener detalles diminutos, sin embargo, el empleo de un diafragma intermedio no nos permite obtener la profundidad de campo ni la nitidez necesaria para una imagen en foco total; así mismo existen situaciones donde acercarse al sujeto es complicado, o inclusive sus formas no permiten la captura adecuada en la primera toma. Por ello, en este apartado se mencionarán algunas técnicas que podrían auxiliarla.

#### Primer Plano a Distancia

Esta técnica nos permite un acercamiento moderado y considerado para tomar cierto trecho en situaciones de posible riesgo sin perder la posibilidad de capturar esos detalles pequeños a la distancia (como su nombre lo indica); la longitud entre el sujeto y la cámara puede ser de unos cuantos centímetros a unos cuantos metros, considerando que el sujeto a resaltar deberá estar en primer plano (como lo indica el nombre), esto quiere decir que el enfoque habrá de estar situado en el motivo principal y en desenfoco todo aquello que esté delante o detrás suyo y llegue a alejar la atención al percibir a imagen.

La fotografía de primer plano incluye objetivos de distancias focales variables en longitud que no superen los 180-200mm; aunque los enfoques internos y distancias focales son efectivas en primer plano, sus rangos macro son mínimos. A estos se les conoce como teleobjetivos, poseen características para realizar tomas de primer plano, útiles para fotografía en campo de organismos atentos y activos a cualquier movimiento, como insectos [figura 24], o para mantener distancia con aquellos que puedan ser venenosos, como las serpientes. En caso de requerir distancia en el laboratorio por técnicas riesgosas para el fotógrafo y su equipo, como radiación, fuego y explosiones, esta técnica es la adecuada para esto. (Savazzi, (2011), pp.513-514)

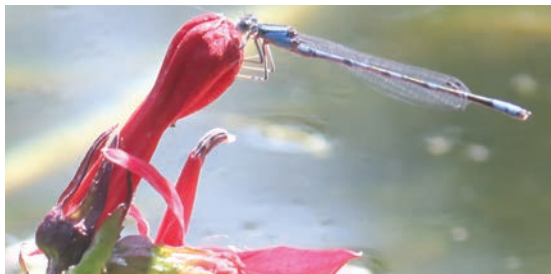


Fig. 24: Libélula  
Fotografía de Primer Plano a Distancia  
(Bravo - 2020)

## Tilt & Shift

### Tilt

Es un movimiento de inclinación, permitiendo inclinar la zona de enfoque de la cámara sin afectar la inclinación de los planos; el objetivo se mueve de arriba hacia abajo. Dependiendo del movimiento que se realice, se logrará que crezca la zona de enfoque desde el punto inferior más próximo hacia el superior más alejado. (González, 2012)

### Shift

Es el desplazamiento hacia la izquierda a la derecha en el eje del objetivo, paralelo al plano focal, permitiendo mejor control de perspectiva. Se puede ejemplificar con una toma panorámica, en la cual al enfocar en un punto no hay necesidad de mover la cámara, sólo basta con desplazarlo a ambos lados del enfoque inicial para en postproducción unirlos a tener la toma final. (González, 2012)

Esta técnica consta en la inclinación y basculamiento que se le brinda al objetivo y/o cámara para que en la toma fotográfica los sujetos que presenten variadas dimensiones, proyecciones o desniveles en diferentes distancias focales resulten enfocados en su totalidad [figura 25].

Se considera que los objetivos convencionales brindan un plano de enfoque paralelo entre los lados del sujeto y de las imágenes, aunque el autor considera que la mayoría de los fotógrafos tienen noción de que los planos de enfoque pueden tener una inclinación oblicua que depende del grado de inclinación que se le dé al objetivo.

Por ello, al cambiar la posición del objetivo con respecto al sensor de la imagen provoca un cambio en su inclinación, indicando un cambio en la representación del paralaje. Al realizar dichas acciones, se corrige en el plano una estructura tridimensional con proyecciones (ya sea delante o detrás del plano a enfocar) vistas a través del sensor; sin embargo, existe una desventaja en la toma final al realizarla con una cámara Full Frame, ya que las paredes del espejo profundo de la cámara pueden crear "viñetas", aunque esto es menos probable con una APS-C, debido a su sensor son más pequeño.

Si bien, Savazzi hace mención por separado de cada término, también comenta que ambos, tilt & shift, se pueden combinar; al realizar la mezcla de inclinación y desplazamiento en vertical y horizontal, generando un encuadre, enfoque y perspectiva necesaria para una toma completa.





Los términos manejados con anterioridad están enfocados a la situación de empleo de fuelles y el mover la cámara para emplear esta técnica. Actualmente, algunos fabricantes de óptica han desarrollado y ofrecido al mercado objetivos que ajustan la inclinación y desplazamiento sin la necesidad de mover la cámara o la implementación de un extra como el fuelle.

Los movimientos que se realizan, ya sea por parte de la cámara y/o de los objetivos, de "inclinación" y "desplazamiento" son empleados en la fotografía de primer plano, aunque normalmente es para arquitectura, pero en la fotomacrografía es un poco más complicado debido a la precisión que se debe de tener con estos. (Savazzi, (2011), pp.517-518)

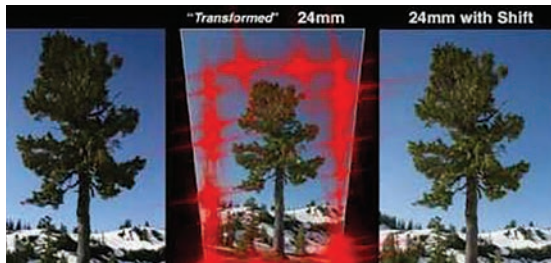


Fig. 25: Árbol  
Tilt & Shift  
(Maio - 2020)

### Fotografía de Placa de Zona

También llamada placa de zona de Fresnel en referencia a su inventor. Consta de un sustrato plano y transparente, llevando unos anillos concéntricos de material opaco, estos son diseñados con un tamaño y espacio determinado para así proyectar una imagen enfocada. Cada uno de estos anillos posee un área del mismo tamaño del disco central de la placa.

Las placas de zona desvían el camino de la luz incidente por difracción, en lugar de refracción; están optimizadas para una longitud de onda y una distancia focal específicas.

Estas características propician la restricción de su uso y utilidad en la fotografía con luz visible; aunque, por otro lado, producen imágenes suaves, ligeramente borrosas y con una aberración cromática visible causada por su longitud focal, que depende de la longitud de onda.

Enrico Savazzi menciona que en la actualidad no hay alguna aplicación científica para este tipo de fotografía en un rango de luz visible; sin embargo, debido a que el ancho de los anillos son múltiplos de la longitud de onda óptima de la placa y por ello, podría ser factible fabricar una placa de zonas optimizada para el rango UV medio. (Savazzi, (2011), pp.534-535)

### Endoscopía

*"Los sujetos especiales y las necesidades fotográficas pueden ser mejor atendidos por un sistema óptico compuesto, en lugar de uno simple (cámara y objetivo común). Estas situaciones se encuentran con frecuencia en las imágenes médicas [figura 26]."*

*Para este tipo de imágenes se diseñaron dos tipos de dispositivos:*

#### Rígido

Posee una serie de lentes de retransmisión, los cuales proyectan una imagen en un área determinada para después ser recolectada por el siguiente. Cada uno tiene una abertura intrínseca que limita la cantidad de luz emitida. Debido a estas restricciones, el diámetro del tubo con una relación de diafragma baja, proyecta más luz; al tener un diámetro estrecho, debe tener una distancia focal más baja. Estas características demandan el uso de una gran cantidad de lentes que son caros.

El diseño de este dispositivo genera una imagen con una resolución muy alta, aunque sólo aplique a longitudes cortas y se logrará si el número total de lentes es impar, ya que la imagen producida se ve con el lado derecho hacia arriba.

#### Flexible

Basado en un paquete de fibras ópticas para así transmitir la imagen, permitiendo flexibilidad y una reducción menor del brillo de la imagen.

Para obtener una toma coherente cada fibra óptica debe colocarse de forma precisa y correspondiente en ambos extremos del haz. Cada una transmite determinada cantidad de información, la cual se asemeja a un pixel en una imagen digital; por lo que la resolución se encuentra limitada al número de filamentos ópticos presentes, si se llegan a romper (equivalente a un pixel muerto en un sensor de estado sólido) puede generar un defecto permanente en la fotografía.



La mayoría de estos endoscopios son adecuados para la inspección visual, pero no coinciden con la resolución de cámaras fijas de buena calidad. También emplean un objetivo y un ocular en ambos extremos del haz de fibras; además pueden agregar óptica adicional para corregir la imagen final; algunos otros poseen un prisma frente al objetivo, lo que les permite observar a los sujetos colocados a un ángulo con respecto a la longitud del instrumento. (Savazzi, (2011), pp.536-537)



*Fig. 26: Endoscopia  
Polipectomía Endoscópica  
(2020)*

### Z-Stack

Conocido también como "apilamiento de enfoque".

Técnica que consta en realizar una serie de tomas consecutivamente enfocadas en diferentes planos del sujeto para posteriormente, procesarlas en un programa de edición para así generar una fotografía compuesta por nitidez y profundidad de campo en las diversas áreas enfocadas de cada imagen realizada con anterioridad.

Una de sus finalidades es eliminar las limitaciones que ocasiona la profundidad de campo, como lo son la pérdida de resolución y la difracción del objetivo. Al realizar cada uno de los enfoques se debe tener en consideración el realizarlos con suma delicadeza para así evitar los "huecos" entre cada uno de estos, pues si sucede habrá espacios sin información que en vez de beneficiar o hacer útil el empleo de esta técnica se vuelve inservible, a menos que se realice el

complemento de esta información manualmente, aunque el dilema es que la información estaría manipulada/alterada afectando la veracidad de la toma. El autor hace la recomendación de una superposición de imágenes de entre el 15% al 30% de la profundidad de campo entre cada toma realizada.

Como se menciona al inicio de este punto, la técnica de Stack sirve para dar una mayor profundidad de campo del sujeto, pero se debe destacar que no sólo sirve para eso, sino también determina la distancia que existe entre planos de enfoque de cada apilamiento de imágenes realizadas.

El Stack puede ser sencillo realizando un compilamiento mínimo de imágenes, pueden ir de cinco a seis; al ser una cantidad reducida, se permite un procesamiento manual, de tal modo que se borran las partes desenfocadas de cada una de las tomas apiladas para que sólo queden las enfocadas y se forme una fotografía nítida; por otro lado, se debe dejar sin "tocar" la imagen base para que el fondo salga desenfocado en lugar de un vacío o hueco donde flote el sujeto.

Por otro lado, puede hacerse una compilación sumamente compleja donde el apilamiento consta de cientos de imágenes; normalmente se emplea esta cantidad de apilamiento para mostrar los detalles más mínimos de los insectos.

El procesamiento de apilación de imágenes se realiza en programas de edición como Adobe Photoshop, estimado como el más comercial y "sencillo" de manejar; o con programas más "complejos" como lo son Zerene Stacker, Helicon Focus, TuFuse Pro, Combine ZM y Picolay (estos últimos son de uso gratuito); si bien Photoshop es el más "común" y "sencillo de emplear", Savazzi no lo valora como el de procesamiento más rápido, eso lo delega al programa Zerene Stacker.

Como último punto a destacar, se considera que la aplicación del apilamiento de imágenes se enfoca más en sujetos hallados lo más estáticos posible, aunque tampoco se maneja como una ley absoluta, ya que también es empleada en insectos que se encuentran en reposo. Un ejemplo son las mariposas o libélulas [figura 27], las cuales se hallan quietas durante las mañanas, siendo frías para ellas. (Savazzi, (2011), pp.543-553)



*Fig. 27: Bruneum*  
*Fotomacrografía complementada con Z-Stack*  
*(Antonio Tachiquín - 2020)*



# Capítulo II



## Biología en la FESI





## 2.2.1 Ubicación

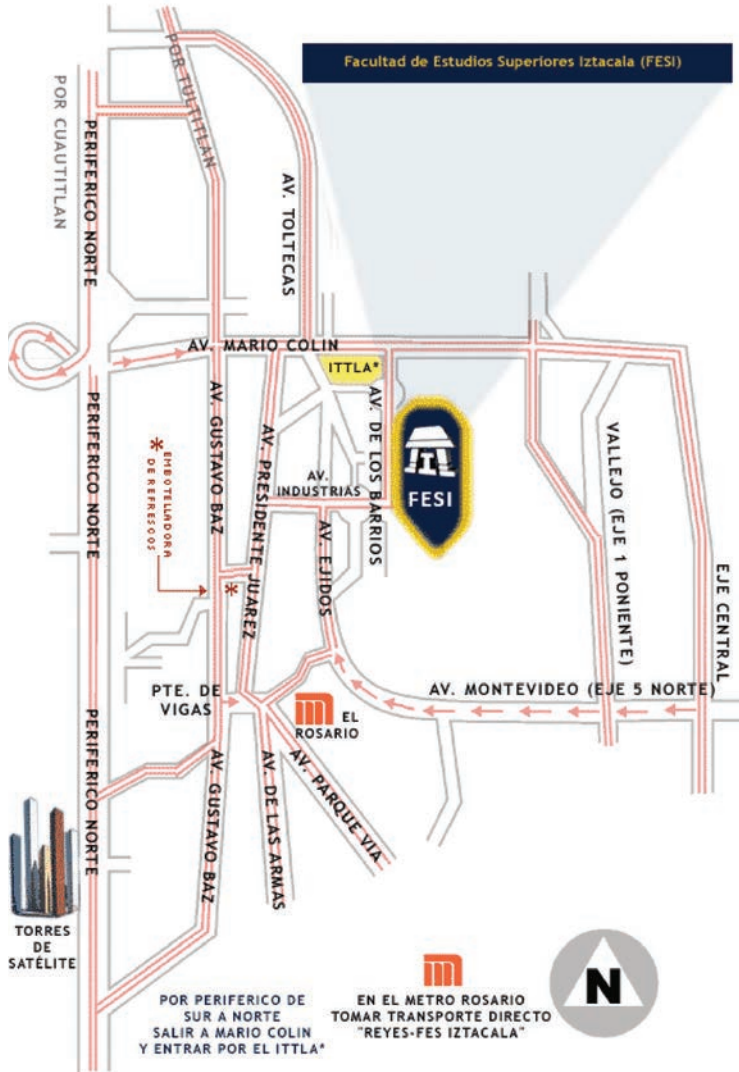


Fig. 28: Mapa de Ubicación de la FES Iztacala  
 Imagen  
 (FES Iztacala - 2020)



## 2.3 Carrera de Biología<sub>2</sub>

La creación de la ENEP Iztacala fue acordada el 13 de noviembre de 1974 por el H. Consejo Universitario de la UNAM. El 19 de marzo de 1975 abrió sus puertas al alumnado, incluyendo el de la carrera de Biología; en sus inicios estuvo a cargo del Biólogo Luis Bojórquez Castro, como primer coordinador de esta y responsable del diseño inicial de las instalaciones, de la petición del equipamiento que utiliza y de la selección del personal docente. Después del corto periodo del Mtro. Bojórquez al frente de la carrera, quedó la Dra. Consuelo Savín Vázquez, apoyada inicialmente por el Biólogo Juan Manuel Chávez como Secretario técnico y después, por el Biólogo Sergio González Moreno.

Con la conducción de la Dra. Consuelo Savín Vázquez y el Biólogo Sergio González Moreno, se inició una de las experiencias más importantes e interesantes para la enseñanza de la biología en Iztacala -y en general por su impacto, para toda la UNAM y el país- la elaboración de un plan de estudios alternativo al plan llamado "tradicional" que procedía de la Facultad de Ciencias e inició en 1966. El llamado "nuevo plan" o "plan modular" surgió de una intenso proceso de discusión y reflexión acerca de la necesidad de transformar la forma de enseñar la biología a nivel superior, incorporando ideas innovadoras como las derivadas de la pedagogía brasileña de Oswaldo Frota-Pessoa, que tuvo su concreción en la introducción del "sistema de proyectos para la enseñanza", en un espacio curricular adecuada para ello: los módulos de Metodología Científica.

El concepto de "módulo" base del nuevo plan, fue definido como una estructura integrativa, de actividades de aprendizaje que en un lapso determinado permite alcanzar objetivos educacionales de capacidades, destrezas y actitudes que permiten al alumno desempeñar funciones específicas. Este nuevo plan de estudios "modular" fue organizado en 3 etapas. La primera de bases fisicoquímicas, la segunda de procesos biológicos en distintos niveles de organización y la tercera orientada a iniciar al alumno en la investigación científica y tecnológica. Su funcionamiento comenzó en 1978 (semestre 1979-1), con dos grupos llamados "piloto" formados por alumnos que voluntariamente decidieron cambiarse del plan tradicional al "nuevo", aunque en los años posteriores, la asignación a uno u otro plan fue realizada por sorteo. Un elemento importante en el desarrollo de la biología en Iztacala fue la aprobación en 1980 del "Proyecto de Investigación Troncal", que sirvió como un medio para vincular las actividades docentes con las de investigación.



Ambos planes el “tradicional” y el “modular”, coexistieron en Iztacala durante el periodo de 1978 a 1995, cuando comenzó el funcionamiento del nuevo plan “modificado”, que actualmente se imparte y constituye una interesante síntesis de las experiencias obtenidas con los dos modelos curriculares anteriores. El choque cultural e intelectual de estos implicó una de las fortalezas fundamentales de Iztacala, funcionando como estímulo para la elaboración de otras propuestas alternativas en diversas instituciones de educación superior del país.

Un hecho importante en relación con lo anterior fue que a partir de 1981. La coordinación de la carrera de biólogo fue asumida por la Mtra. en Ciencias Arlette López Trujillo, quien, de acuerdo con su preocupación por los métodos de enseñanza y el análisis de currículum de biología, impulsó diversos foros, inicialmente en Iztacala y tiempo después en otros ámbitos tanto a nivel nacional como internacional. La Mtra. Arlette López Trujillo fue designada Directora de la ENEP Iztacala (1987-1991 y 1991-1995) y en dicho periodo fomentó el debate nacional sobre la enseñanza de la biología a nivel profesional, participando en las reuniones de Guadalajara, Jalisco en 1990; Fortín de las Flores, Veracruz en 1991; La Habana, Cuba, 1992; México, D.F., en 1992; Mérida, Venezuela en 1993 y Salamanca, España en 1994, habiendo asumido la presidencia de la Asociación Mexicana de Escuelas y Facultades de Biología (AMFEB) desde 1990 hasta 1995 y de la Asociación Ibero-latinoamericana de Decanos y Directores de Escuelas y Facultades de Biología, de 1992 a 1994. Todos estos eventos tuvieron un papel determinante en la transformación del plan de estudios de biología en Iztacala.

La carrera de biólogo en la ahora FES Iztacala, ha estado a cargo de la M. en C. Beatriz Flores Peñafiel (1987 a 1989), de la M. en C. Martha Ofelia Salcedo Álvarez (1989 a 1994), del M. en C. y luego Dr. Ignacio Peñalosa Castro (1995 a 1999), del M. en C. y luego Dr. Sergio Vaca Pacheco (de 1999 a 2003), del M. en C. y luego Dr. Sergio Cházaro Olvera (de 2003 a 2007), del M. en C. Mario Alfredo Fernández Araiza (de 2007 a 2008), del M. en C. Rafael Chávez López (de 2008 a 2012) y actualmente de la Dra. Claudia Tzasná Hernández Delgado.

### 2.3.2 Visión<sub>2</sub>

Ser una licenciatura acreditada, con un plan de estudios vigente, flexible y con contenidos éticos.

Contar con una planta académica de calidad con líneas de investigación consolidadas que puedan ofrecer servicios profesionales.

Formar alumnos integralmente con capacidad para favorecer el desarrollo sustentable tanto en su entorno de influencia como a nivel nacional e internacional.



### 2.3.1 Misión<sub>2</sub>

Formar recursos humanos en las áreas de la salud, el manejo racional de los recursos naturales y la educación a través de los procesos integrales desarrollados en un currículum que se fundamenta en la práctica de la metodología científica y que provee de una actitud emprendedora, innovadora y de alta calidad humana, para favorecer el desarrollo sustentable con prioridad en su entorno de influencia.

## 2.4 Laboratorio de Zoología

El laboratorio de zoología se encuentra ubicado en el segundo piso del edificio L2, en el cual se encuentran diversas áreas de la biología. Allí encontramos:

### **Ictiología**

Área de la biología que estudia a los peces.  
Las personas encargadas son el Biólogo José Antonio Martínez Pérez y el Dr. Luis Fernando del Moral Flores.

### **Ornitología**

Área que se encarga del estudio de las aves.  
A cargo de la Dra. Patricia Ramírez Bastida y el Maestro en Ciencias (Mtro. en C.) Atahualpa Eduardo de Sucre Medrano.

### **Herpetología**

Área que se encarga del estudio de los reptiles y anfibios.  
A cargo del Dr. Rodolfo García Collazo.

### **Mastozoología**

Área que se encarga del estudio de los mamíferos.  
A cargo de la Mtra. en C. Leticia Adriana Espinosa Ávila.

### **Parasitología**

Área que se encarga del estudio de parásitos.  
A cargo del Mtro. en Educación Daniel Octavio Ramos Carmona.

**Malacología**

Área que se encarga del estudio de moluscos.  
A cargo de los Biólogos José Luis Tello Musi, Felipe de Jesús Cruz López.

**Equinodermos**

A cargo del Biólogo José Ángel Lara Vázquez.

**Entomología**

Área que se encarga del estudio de los artrópodos.  
A cargo del Dr. Esteban Jiménez Sánchez, el Mtro. en C. Jorge Ricardo Padilla Ramírez, el Biólogo Alberto Morales Moreno, el Mtro. en C. Sergio Gerardo Stanford Camargo y las Mtras. en C. Marcela Patricia Ibarra González y María del Pilar Villeda Callejas.

**2.4.1 Ictiología**

Como se mencionó en el punto anterior, es una de las tantas áreas que trabaja en el laboratorio de zoología. El Biólogo José Antonio Martínez es quien realiza diversos proyectos de investigación con alumnos en la materia, que lleva el mismo nombre de esta área y con aquellos interesados en peces y que necesitan un proyecto para su Laboratorios de Investigación Científica (LIC).

Tanto él, como el Dr. Del Moral, son los encargados de la colección de peces que se encuentra resguardada en mencionado laboratorio. A su cargo se encuentran tesistas, servicios sociales y alumnos de la materia de LIC; todos ellos requieren de imágenes para reportar los resultados en sus proyectos de investigación, así como para sus actividades académicas como lo son congresos, simposios, presentaciones, carteles, entre otros, incluso algunos de los trabajos que se desarrollan en ese laboratorio consisten plenamente en fotografías, como los catálogos o trípticos.

Dentro de las actividades que se realizan se encuentra la investigación teórico/práctico de peces óseos y cartilaginosos, en ellos estudian su biología en donde abarcan aspectos como: alimentación, reproducción, anatomía, fisiología, morfología, estructuras de importancia taxonómica, como otolitos, mandíbulas y urohiales.

Su fuerte es el Atlántico Mexicano debido a la accesibilidad (distancia), condiciones de seguridad, topografía y los contactos que han creado a lo largo de los años.





# Capítulo III



## Proyecto





## Proyecto

Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano.

## Tema

Diseño de una estrategia de foto documentación en urohiales para las necesidades del área de Ictiología del Laboratorio de Zoología, encabezado por los Biólogos José Antonio Martínez Pérez y José Luis Tello Musi.

## Problema

Documentar con la suficiente calidad y con los medios adecuados la colección de urohiales pertenecientes al área de Ictiología del Laboratorio de Zoología de la FES Iztacala, sirviendo así para identificar y clasificar a los peces óseos del Atlántico Mexicano.

## Antecedentes

El área de Ictiología del Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, no cuenta con un registro fotográfico de las estructuras óseas conocidas como urohiales, los cuales sólo se han extraído de los peces y conservado en cajas para su posterior uso. Las escasas fotografías que se han realizado han sido para proyectos personales de contados alumnos de dicha área, estas tomas eran realizadas con celulares y la calidad de estas no fueron impedimento para su implementación por la necesidad con las que las requerían.

Para un estudio con base en imágenes, se requiere de las vistas laterales, que proporcionan la información necesaria para su estudio; sin embargo, las pocas tomas existentes en el laboratorio han sido realizadas con celulares y ello evita que tengan la calidad necesaria para su posterior aplicación.

La fotografía científica es considerada una herramienta para el desarrollo científico, encargada de explicar y registrar diversos fenómenos, algunos de ellos son imperceptibles para el ojo humano. Así mismo, es empleada con fines documentales y de divulgación, en este punto se debe representar la información de forma precisa y objetiva; al momento de realizar descubrimientos se documentará sin alteración alguna, esto debido a la contribución de desarrollo para la ciencia como nueva utilidad. Todo esto es resultado de un trabajo de investigación. (Gasque, R., (1993), p.23)

En el artículo *"De la fotografía a la fotografía científica"*, es definida como aquella realizada en el ámbito de la investigación así como del desarrollo científico (Posadas, J., (2017), pp.48-49), sin embargo, Posadas hace una separación respecto a la fotografía, por un lado puede llegar a ser catalogada como "estética", enfocada a exposiciones, concursos fotográficos, publicaciones editoriales o digitales; en otro se encuentra la "periodística", buscando informar para crear un criterio con noticias-sucesos; también se halla la "propagandística o publicitaria", son aquellas que se aprecian en postales, revistas e incluso páginas web oficiales, para dar a conocer especies y/o paisajes de ciertos territorios para fines turísticos; por último, la científica, que debe ser realizada dentro y exclusivamente en un contexto de investigación.

Una de las primeras personas en adentrarse al mundo de los urohiales, ser el antecedente inmediato y la base de las investigaciones realizadas en la actualidad, fue Takaya Kusaka (1974), quien realizó las primas ilustraciones de estas estructuras óseas; prosiguiendo con sus pasos, algunos biólogos de diversas partes del mundo han recurrido al empleo de sus ilustraciones para documentar y registrar sus estudios, como el documento de tesis *"Análisis filogenético y biogeográfico de los peces de género Diapterus"* para doctorado del Mtro. en C. Nicolás Álvarez Pliego (2009), quien se auxilió de ilustraciones de vistas laterales de los urohiales; o la tesis de maestría *"Osteología comparada de los peces linterna del género Triphoturus"* de Uriel Rubio Rodríguez (2011).

Retomando la cita: *"Los científicos han aprovechado el recurso de la fotografía para registrar e ilustrar sus proyectos de investigación, también muchos fotógrafos han aprovechado sus cámaras fotográficas para realizar aportaciones a los trabajos de científicos y tecnólogos"* (González, L., (2009), p.34), es el soporte del siguiente proyecto de investigación, ya que como se muestra en el párrafo anterior, las investigaciones con base al tema de urohiales se iniciaron con ilustraciones, sin embargo, al retomar los datos del marco teórico (en antecedentes inmediatos), se puede apreciar cómo han sido los investigadores quienes han tenido que aprovechar el recurso mencionado en la cita para sustentar y exponer resultados en sus proyectos, lo cual supone que algunos fotógrafos formados en las bases de artes o diseño no aportan lo necesario para el apoyo de las ciencias; es por ello que debe existir una cooperación de ambas partes para tener registros funcionales en cuanto a conocimientos y técnica en ámbitos interdisciplinarios.



## Justificación

Como se mostró en el capítulo I, la sección de antecedentes, los trabajos de urohiales son escasos, existiendo en México sólo seis, siendo sólo tres los dirigidos completamente al tema, de ellos, sólo uno es un catálogo en donde describen características, se presentan sus fotografías y los peces a los cuales pertenecen.

Las tomas existentes en la FES Iztacala son realizadas, editadas y aplicadas por estudiantes de biología sin el equipo adecuado ni nociones básicas de fotografía, por ello, el presente proyecto incursionará para lograr un estudio sistematizado de las estructuras óseas llamada urohiales, a través de la fotomacrografía como herramienta de registro; ya que, hasta el momento la intervención de un diseñador especializado en fotografía ha pasado a ser "prescindible" para ellos. Por supuesto esto no sólo ocurre en la Ictiología, sino en todas las ciencias en las cuales la fotografía acompaña a los textos, pues estas han sido realizadas por los propios científicos. Las imágenes fueron desarrollándose de forma empírica, en ellas se perfeccionaron técnicas sin tomar en consideración los aspectos técnicos o compositivos esenciales para una buena toma fotográfica.

Este tipo de situación ofrece una oportunidad, en la cual los diseñadores habrán de involucrarse en el proceso a través de sus conocimientos, para así colaborar con las ciencias y registros existentes en cuanto a técnica se refiere, ya que el tener una colección física de huesos no es suficiente por la sencilla razón de un deterioro con el paso del tiempo, esto debido a su fragilidad; por lo ello, un registro digital ayudará a preservarla por mayor tiempo en comparación con la otra, de modo que, si se llega a dañar el archivo impreso existe la posibilidad de imprimirlo nuevamente e inclusive actualizar información conforme el avance de las investigaciones.

Retomando lo mencionado de trabajos anteriores, en este proyecto no sólo se abordarán las vistas laterales (izquierda y derecha) de los urohiales, sino también se ejemplificará con alguna otra de su vista (anterior, posterior, ventral y dorsal). Dichas vistas tienen ciertas características, que ayudan a la determinación de los peces, como son: líneas de crecimiento, proyecciones (en caso de presentarlas), longitud, altura o ancho.

## Metodología

Modelo General del Proceso de Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

## Marco Teórico

### Campo de Estudio:

Fotomacrografía de estructuras óseas de peces del Atlántico Mexicano.

### Objetivos:

Desarrollar la técnica de la fotomacrografía aplicada en las estructuras óseas conocidas como urohiales de peces del Atlántico Mexicano a partir de las técnicas disponibles a 2019.

### Instrumental de Análisis:

A continuación, se muestran dos tablas, en las cuales se somete a comparación las fotografías realizadas por el pasante Ángel Medina [figura 29 y Tabla 3], para su proyecto de LIC., y la elaborada por la pasante de Diseño y Comunicación Visual Samantha Bravo [figura 30 y Tabla 4].

Las tomas fueron realizadas con un celular y con una cámara Canon T6i con objetivo Lente EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS II | Estándar Zoom.



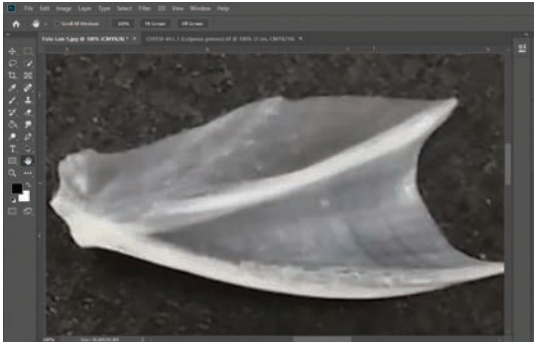
Elemento	Tabla 3 - Autor: Ángel Medina
Nitidez	La nitidez que se obtuvieron de las primeras tomas realizadas con su celular es deficiente, ya que al realizar un incremento mínimo para preciar la relación 1:1 del 100% en pantalla, los detalles se vuelven inexistentes.
Detalles a partir de la Iluminación	La iluminación empleada en esta toma fue con luz ambiente y con lámparas fluorescentes (diseñadas para la lectura y trabajo de laboratorio en general, pero con nulo control de temperatura) ubicadas en el techo, lo cual evita que se noten los detalles del urohial, la luz se disipa más lo cual provoca que se desvíe la atención que es para el hueso a la "regla" que está debajo de este. A su vez vuelve al urohial plano, perdiendo las características del eje radial y cóndilo. Así como se resaltan los dos elementos, también es notorio cómo no hay una separación del fondo con el sujeto y la atención pasa a ser de todos los elementos que componen la toma.
Características apreciadas en las Tomas	No presenta un encuadre que defina los límites de la toma, por ende, no genera un punto de interés, generando confusión en cuanto a cuáles son las características a resaltar; a su vez, presenta una iluminación deficiente, propiciando poca nitidez y mostrando elementos no deseados en la fotografía (factores externos esta, como la basura o rayones del fondo).
Apreciación Gráfica del Zoom al 100%	

Fig. 29: Urohial Fotografía con Celular (Medina - 2019)

Tabla 3: Comparativa Biólogo (Bravo - 2020)



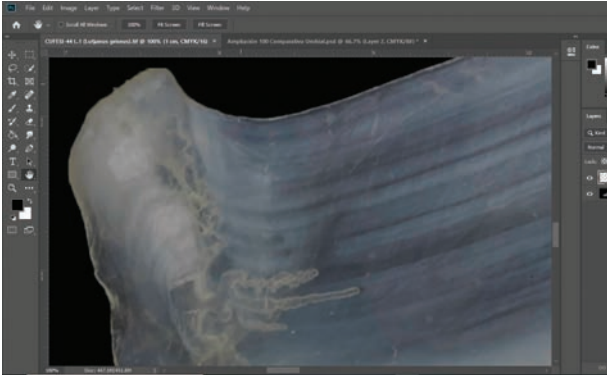
Elemento	Tabla 4 - Autor: Samantha Bravo
Nitidez	Se realiza una relación 1:2 con el objetivo macro 100mm, con una distancia focal de .39 cm, realizando un acercamiento donde se aprecie claramente las líneas de crecimiento, las divisiones presentes en el cóndilo y su eje radial.
Detalles a partir de la Iluminación	La iluminación empleada para las tomas fue realizada con lámparas controladas con una temperatura de color de 4000 °K (aproximadamente). Esta iluminación basada en una lámpara principal y en una secundaria permitieron que la luz se concentrara sólo en el urohial, logrando así mostrar la textura visual que posee. El manejo y empleo de luces y sombras permite al espectador apreciar que es un objeto tridimensional y no plano.
Características apreciadas en las Tomas	Encuadrar al sujeto en la toma volviéndolo el único punto de interés, disponer adecuadamente la iluminación logrando resaltarlo, seleccionar un fondo adecuado que lo resalte, y conocer las técnicas para lograr un resultado definido es lo que permite al final obtener resultados como se muestra en la imagen.
Apreciación Gráfica del Zoom al 100%	

Fig. 30: Urohial Fotomacrografía (Bravo - 2020)

Tabla 3: Comparativa Diseñador (Bravo - 2020)



Al inicio de este apartado se realiza el cuestionamiento de cómo se validará la eficiencia del proyecto realizado.

Con las tomas mostradas en la tabla anterior se muestra claramente la diferencia entre una fotografía realizada por un biólogo y una realizada por un diseñador con conocimientos en todos los aspectos que envuelven a la fotografía (encuadre, iluminación, composición, aspectos técnicos como el manejo del ISO, velocidad y diafragma).

La diferencia es contundente, por ello se solicitó el apoyo técnico y teóricos por parte de la carrera de Diseño y Comunicación Visual, y así trabajar en conjunto en un proyecto de investigación de la carrera de Biología.

### **Aplicación Práctica**

Como punto inicial del proyecto se realizó una documentación respecto al tema de urohiales para así conocer el producto con el cual se trabajaría. Al hacerlo, el cliente (los biólogos), solicitaron diversas tomas.

Para comenzar se solicitó mostraran todos los urohiales con los que se habría de trabajar permitiendo la concientización de aquello con lo que se habría de trabajar. Posteriormente se realizaron bocetos de cada una de las estructuras [figura 31 a la 48], las ilustraciones pretendían enseñar cómo se divisarían las tomas una vez hechas, así como los aspectos técnicos con los cuales habrían de desarrollarse las tomas (qué objetivo emplear, distancia focal, diafragma, velocidad de obturación e iluminación); todas ellas se registraron en un cuaderno de notas y observaciones realizadas en el curso del proyecto.

Estos se presentan a continuación:

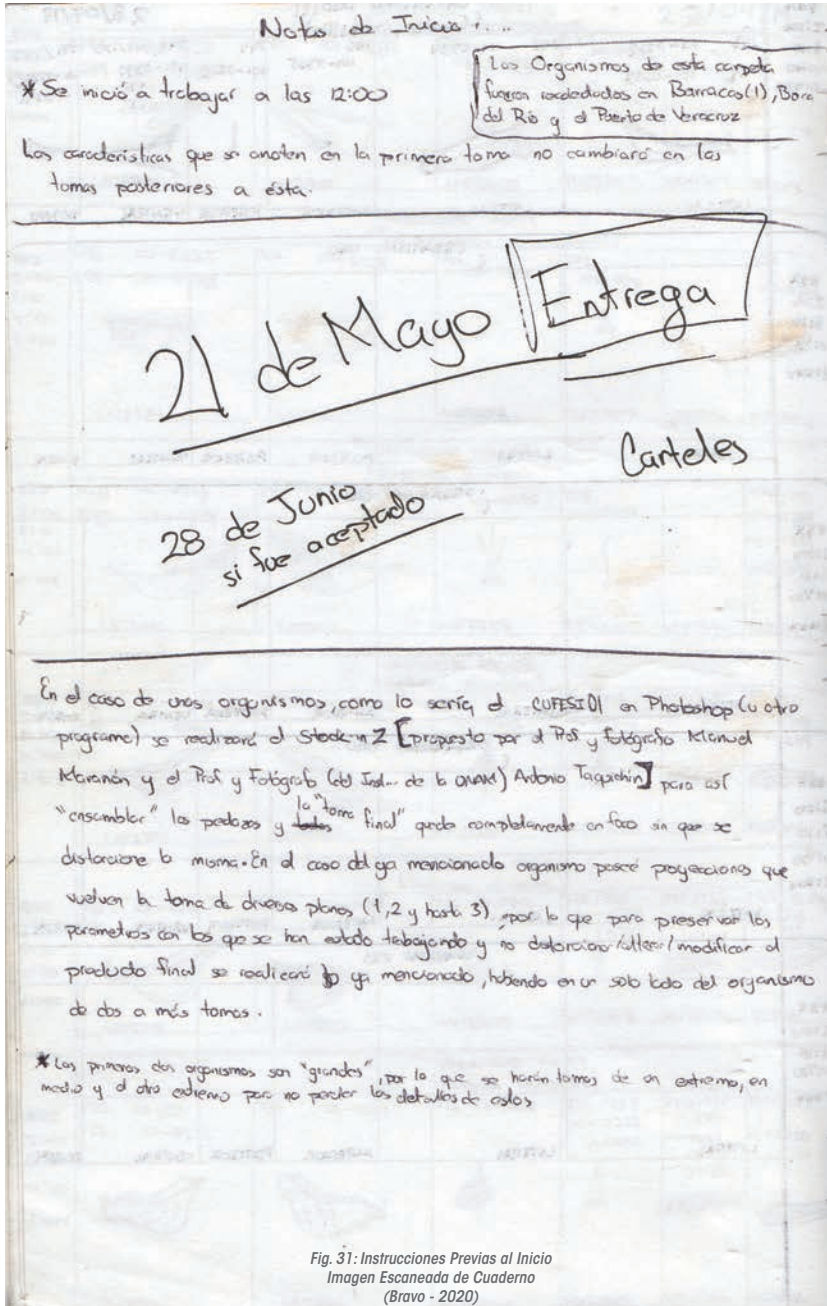


Fig. 31: Instrucciones Previas al Inicio  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)



Organismo Nombre: CUFESI  
Iluminación: Ilum. Ambiental del Laboratorio de Zoología (no afecta/contamina la toma)  
Lámpara #1 o Secundaria / Apago  
Lámpara #2 o Principal

OBJETIVO: Canon Macro LENS EF 100mm. 1:2.8 L IS USM

FONDO: Cartulina negra (se renovará la prox. semana)  
\*Se planteará la idea de un fondo de acrílico negro

ESTABILIZADOR: OFF

ENFOQUE: Manual ~~AF~~  
↳ RANGO: 1:2 } No pasa de aquí  
1.25  
0.39

ISO: 100  
Diafragma (f): 10  
Velocidad: 1/50

WHITE BALANCE: Automático  
MEDICIÓN: Puntual  
CALIDAD: RAW+L

Trípode: Sí (A la altura de la mesa; sin necesidad de subirlo o modificarlo)  
FLASH: No  
CHICOTE: Sí

Posición de Tomas: Lateral 1 (dos tomas, una con regla)  
Lateral 2  
Anterior  
Posterior  
Ventral  
Dorsal

MUESTRAS: 28 (aún)  
+ 2  
-----  
30

De los cuales se trabajó con 22 al final

Fig. 32: Instrucciones Previas al Inicio  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

**Prueba #1 de CUFESI3**

<b>Lateral #1:</b> 829, 101-0426 830, 101-0427 831, 101-0428 832, 101-0429 833, 101-0430 834, 101-0431	<b>Lateral #2:</b> 835, 101-0432 836, 101-0433 837, 101-0434 838, 101-0435 839, 101-0436 840, 101-0437
<b>Anterior:</b> 841, 101-0438 842, 101-0439 <del>843, 101-0440</del>	<b>Posterior:</b> 843, 101-0440 844, 101-0441 845, 101-0442 846, 101-0443
<b>VENTRAL:</b> 847, 101-0447 848, 101-0448 849, 101-0449 850, 101-0450 851, 101-0451	<b>DORSAL:</b> 852, 101-0452 853, 101-0453 854, 101-0454 855, 101-0455 856, 101-0456

La variación de iluminación, altura, velocidad y demás habrán de variar cuando se quieran realizar las tomas anteriores y posteriores con lo que se experimentará y analizará los cambios presenciales en todos los tipos de tomas (laterales, anteriores, posteriores, ventrales y dorsales).

Hay que agregar la posibilidad/hipótesis/teoría y de ser así llevarlo a la práctica (conforme pruebas) en el cambio de la velocidad, ya que al estar un poco más elevada el tiempo se pierda de cierta medida la iluminación, por lo que se probará con velocidades más bajas (con ayuda de chicas).

El organismo CUFESI3 es excesivamente grande en comparación con los organismos URO; todo así que se tuvo que levantar de cierto modo, mostrado en la foto del set (SNC\_20190430\_121151); la distancia focal cambia a  $\frac{1:3}{1.52}$  cambiando así un poco el experimento y trabajado. Esta situación  $\frac{0.48$  podría aplicarse a los organismos CUFESI 29, 31, 34, 57, así como en los primeros 2 trabajos (01 y 06).

Long: aprox 5cm

Se repitió al final

Ya se hizo el cambio del vB en tarjeta de grises.

Lo primero tomar del CUFESI3 sin raja se realizó con un f10 y v.50; segundo toma mismo f. y v. 30, la tercera con una vB (cambiando la longitud de las dos).

↓  
Probaré con f. 10 y v. 30 para ser la 1ª prueba (rectificaré el síbado con el prof. Tachiquín)

Fig. 33: Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

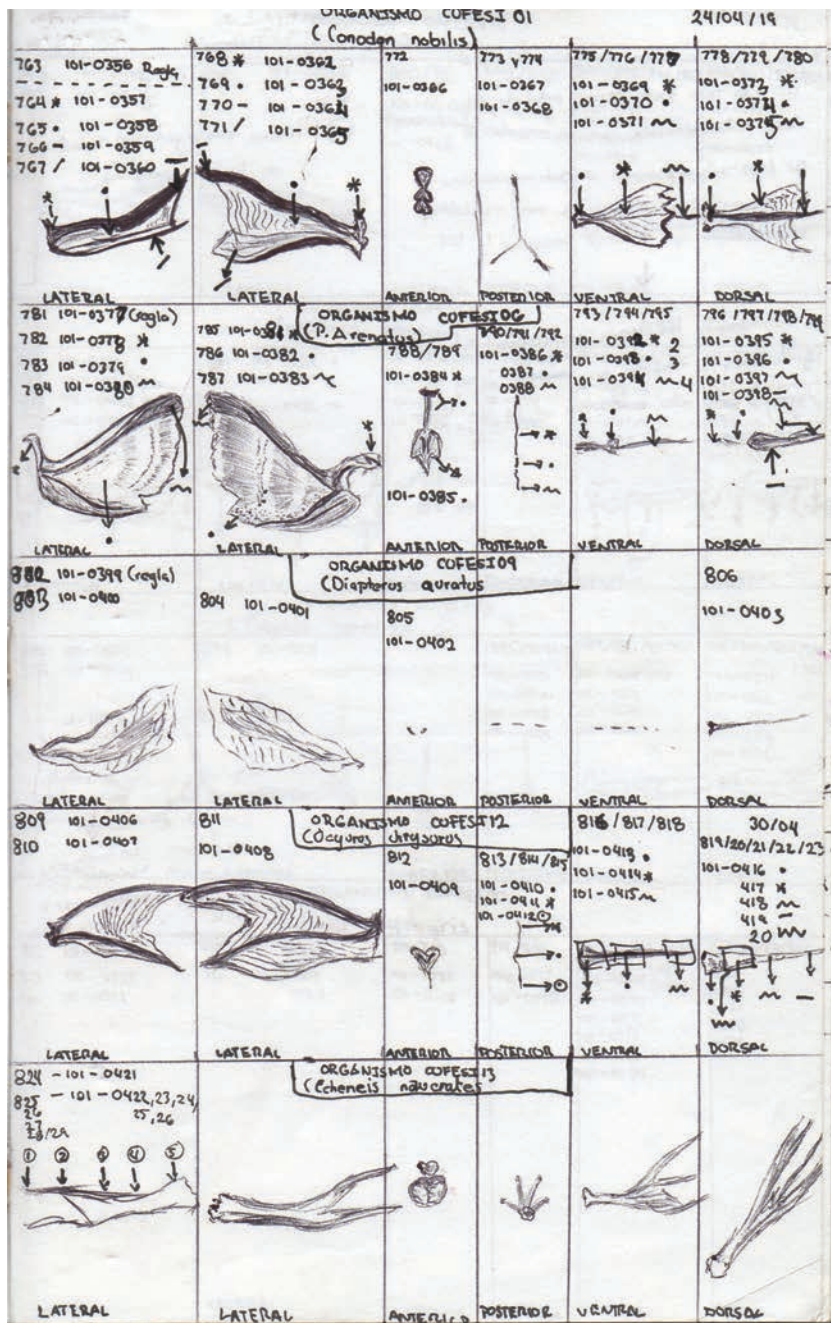


Fig. 34: Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

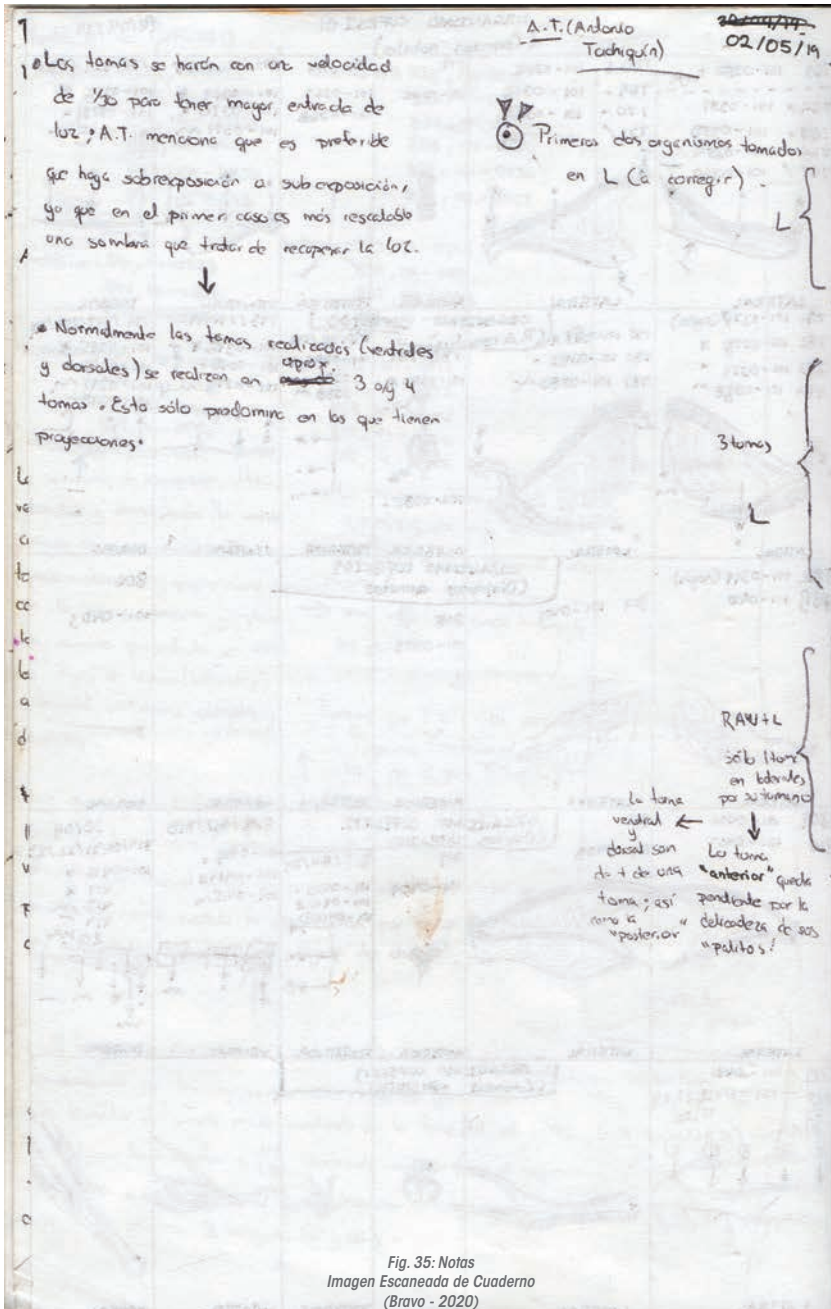


Fig. 35: Notas  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

ORGANISMO COFESI14 ( <i>Cynoscion jamaicensis</i> )					
11.100 Fishes: 300 873 101-0468 874 101-0465	860 101-0466	860/861 101-0469 (parral/1100) 101-0468	862/863 101-0469 101-0470	864/865/866/867 101-0471 101-0472 101-0473 101-0474	868/869/870/871 101-0475 101-0476 101-0477 101-0478
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
ORGANISMO COFESI17 ( <i>Cynoscion nebulosus</i> )					
872 101-0488 873 101-0488 874 101-0482 875 101-0483	876 101-0484 877 101-0485 878 101-0486	879/878/879 101-0487 101-0488 101-0489	880/881/882 101-0490 101-0491 101-0492	883/884/885/886 101-0493 101-0494 101-0495 101-0496	87/88/89/90/91 0497 0498 0499 0500 0501 0502
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
ORGANISMO COFESI18 ( <i>Colomesus penole</i> )					
892 101-0503 893 101-0504	894 101-0505		895/896/897/898 101-0506 101-0507 101-0508 101-0509	899/900/901/902 101-0510 101-0511 101-0512 101-0513 101-0514	903/904/905/906 101-0515 101-0516 101-0517 101-0518 101-0519
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
ORGANISMO COFESI20 ( <i>Lutjanus synagris</i> )					
912 101-0520 913 101-0521 914 101-0522	915 101-0523 916 101-0524	917/918 101-0525 101-0526	919/920 101-0527 101-0528	921/922/923/924/ 925 926 101-0529 101-0530 101-0531 101-0532 101-0533 101-0534	927/928/929/930/931 0535 0536 0537 0538 0539
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL

Fig. 36: Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

\* La relación de ampliación ; • Se están tomando a v. 1/4.

f. 10.  
I. 100

Se está empezando una cámara que NO es Full Frame (APS) y un objetivo con marca de línea roja ("F.F."); por ello la ampliación aumenta un....

Además que la relación es de 1:2 ; con una distancia focal aproximadamente de 39cm (del sensor de la cámara al "sujeto").

Con un objeto de prueba (pluma-osc) para tener la relación 1:1 habría que subir el sujeto como en un pedestal para ello. Esto se puede probar al final de las tomas. Así mismo se probará el punto dulce en f8 para conjugar los conocimientos de la relación 1:1, p.d. f8 y el factor de conversión cámara objetivo ; con ello veremos cómo es que se ven mejor las tomas para conjugar con el stack en Z.

Aparte

\* Que A.T. revise mis tomas para ver si lo estoy haciendo bien y si no hay necesidad de repetir.

\* A mis ojos siento que cuando amplio la img. se ve distorsión y/o fuera de foco. Revisar y ver si es cuestión mía o es de verdad.

Lo que para esto ¿la deformación es por el punto dulce y/o la distancia del sensor al objeto?

\* Aplicando los conocimientos del 4/05/19 por parte del maestro A.T. hay posibilidad de realizar 3 tomas (mínimo) por organismo para que quede bien el stack en Z (65.2.)

⊙ Tipo de medición : Por pantalla y uso del botón de f.  
v. 1/40  
f. 10  
z. 100

\* La parte curva de los orohiales siempre va hacia abajo y/o la parte más gruesa / la delgada hacia arriba

En la toma ~~total~~ anterior se cambió la iluminación para que quedara frito y atrás del organismo recordando a que se aprecian los detalles de éste. Así mismo se harán 5 tomas para un futuro de S-Z.

↓

A partir de este mov. de illum. se conservará así por lo menos con este organismo, a ver con el otro.

Para el cartel Sólo las vistas laterales y las demás quedan pendientes.

Fig. 37: Notas  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

Fotomacrografía del Hueso Urohial en Peces del Atlántico Mexicano

H.T.: 11:00 am		ORGANISMO COFESI 21				6/05/19	
H.T.:		(Gobiomorus dormitor)					
933 101-0540	937 101-0544	941 101-0549	942 101-0550	943/44/45/46	947/48/49/50		
934 101-0541	938 101-0545			101-0551	101-0553		
935 101-0542	399 101-0546 M			0552 *	0553 M		
936 101-0543				0554 /	0558 /		
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL		
ORGANISMO COFESI 22							
(Pomatomus robio)							
951 101-0559	953 101-0561	954 101-0562	957 101-0565	958/59/60/61	961/62/63		
952 101-0560		955 101-0563		101-0566	101-0569		
		96 101-0564		67 *	70 *		
				68 M	71 M		
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL		
ORGANISMO COFESI 23							
(Pomatomus saltatrix)							
964 101-0572	970/71/72/73/74	978/79/80/81	983 101-0591	984/85/86/87/88/89	990/91/92/93/94		
965 101-0573	101-0579	101-0586		101-0592	101-0598		
66 74	75	87 *		93 *	591		
67 76	80	88 *		94 *	600		
68 77	81	89 M		95 M	601		
		90		96	602		
		91		97	603		
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL		
ORGANISMO COFESI 24							
8/05/19							
1077 101-0608	1089/90/91/92/93	1083/84/85	1087- 101-0698	1092 101-0703	1096 1097		
1078 101-0609	1086/87/88/89/90/91/92/93/94	101-0693		704	101-0708		
	1084	95		705	1098/109		
		96		706	1011/R		
		97			115		
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL		
ORGANISMO COFESI 28							
* Cartil. 8/05/19							
995 101-0603	997 101-0605						
996 101-0604							
LATERAL	LATERAL	ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL		

Fig. 38: Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

vid. 1/40

Estos son laterales (por ahora) para el cartel.

¿En qué momento es que lo toma este bien?

— El organismo CUFESI34 mide más de 4cm; a la distancia que está el organismo del sensor no alcanza para estar por completo en foco, por lo que habría de levantar el tripo.

¿Esta bien cuando ya está todo en foco o cuando se alcanza distinguir lo que <sup>quiere</sup> necesita el diente?

\* Por ahora, solo laterales. Si el organismo tiene proyecciones como el CUFESI29 nos tardamos alrededor de 10min por lado en total por las tomas laterales alrededor de 20

Nota:  
Faltan 13 organismos  
↓  
Para que revise los organismos A.T. me llevo:  
CUFESI06  
CUFESI44

HOY

v. 1/50  
De una vez por la dimensión del organismo

13/07/19

H.I.: 10:15 / J. de Tomas: 10:55  
H.T.: 2:00

La distancia focal regreso a ser de 1:2 ( )  
y la velocidad es de 1/60

• La iluminación en la toma 50 101-0793 cambio de laterales a frontal y posterior (prácticamente siguen siendo laterales), esto para dar más iluminación al organismo

T = Total  
C = Completo  
S + L = Solo lateral  
C = 3  
S + L = 3

si regresó el tripo a su forma original.

Fig. 39: Notas  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)



Fotomacrografía del Hueso Urohial en Peces del Atlántico Mexicano

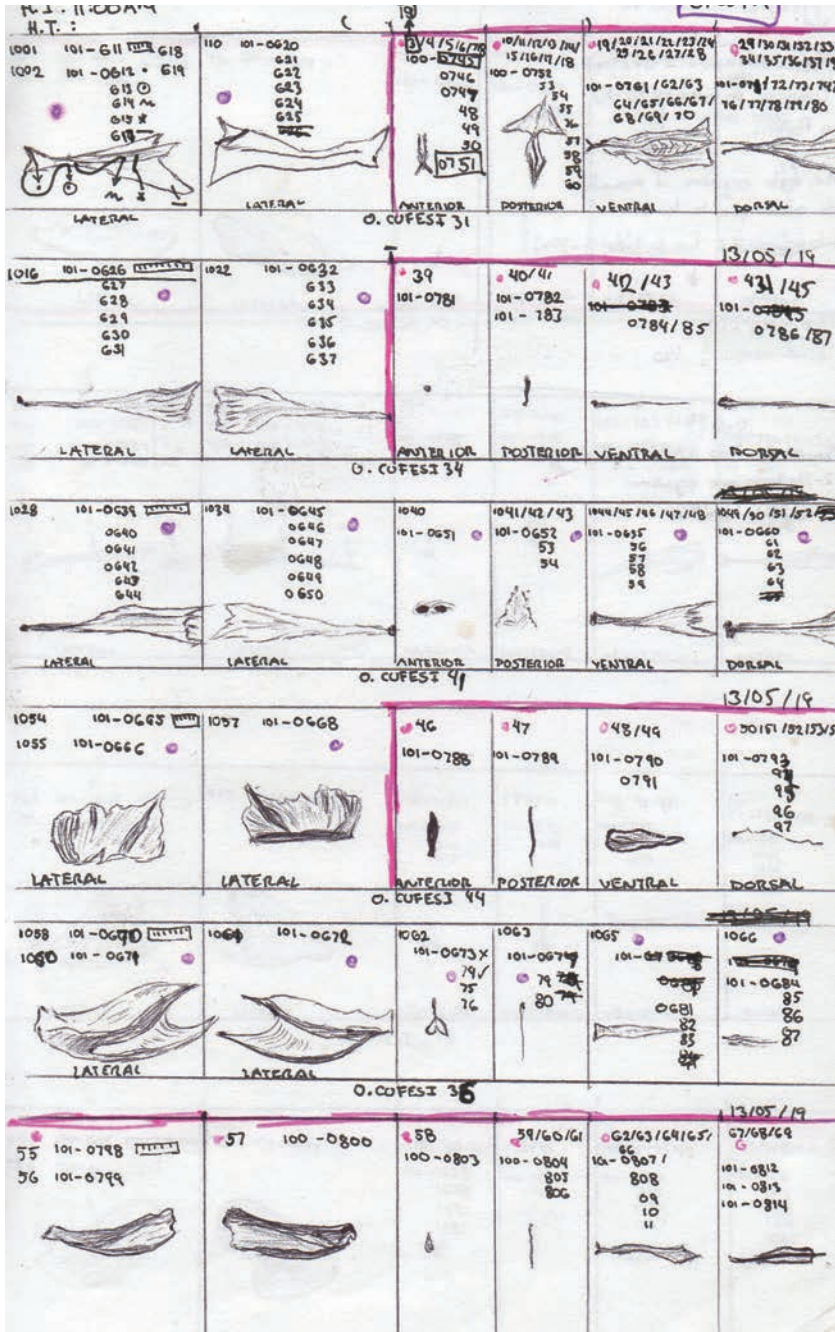


Fig. 40: Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

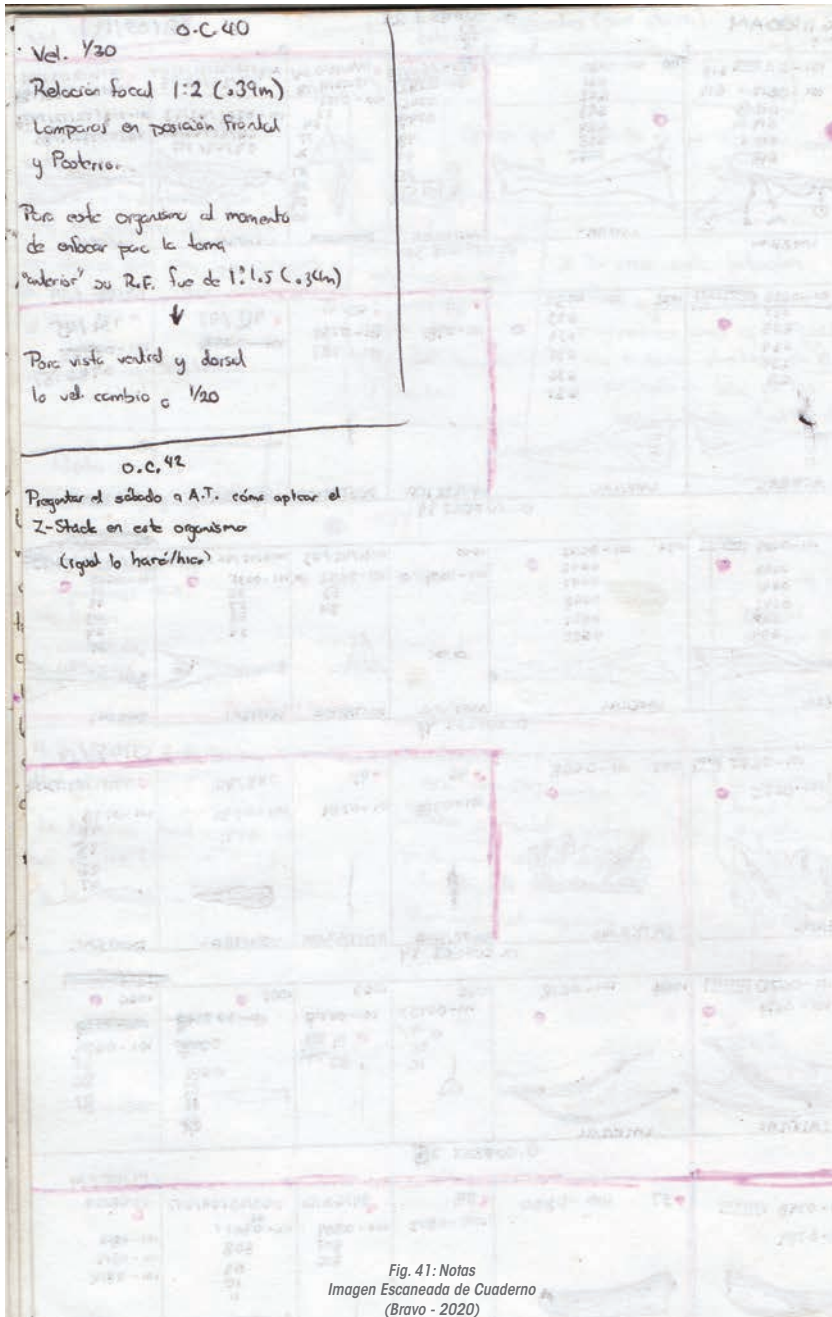


Fig. 41: Notas  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

Fotomacrografía del Hueso Urohial en Peces del Atlántico Mexicano

70 71	101-0815 101-0816	72	101-0817	73	14/75 101-0818 820	76/77/78/79/80 101-0821 22 23 24 25	81/82/83/84 101-0826 27 28 29
LATERAL		LATERAL		ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
O. CUPEST 40							22/05/19
750 751 752 753	100-1587 100-1588 100-1589 100-1590	754 755 756	100-1592 100-1593 100-1593	757	758/34/60 100-1596 97 98	761/762/763 100-1600 1601 1602 1603	765/766/67/68 100-1605 1606 1607 1608
LATERAL		LATERAL		ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
O. CUPEST 42							
769 771	100-1609 100-1611	772	100-1612	775/76/77	773/74 100-1613 1614	778/79/80 100-1618 1619 1620	P. 7781/82/83/84 100-1621 1622 1623 1624
LATERAL		LATERAL		ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL
O. CUPEST 46							
785 786	100-1625 100-1626	787	100-1627	788/89/90/91 100-1628 1629 1630 1631	792/93 100-1632 1633	794/95/96/97 100-1634 1635 1636 1637	798/99/100/101/102 100-1638 1639 1640 1641 1642
LATERAL		LATERAL		ANTERIOR	POSTERIOR	VENTRAL	DORSAL

Fig. 42. Bocetos  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

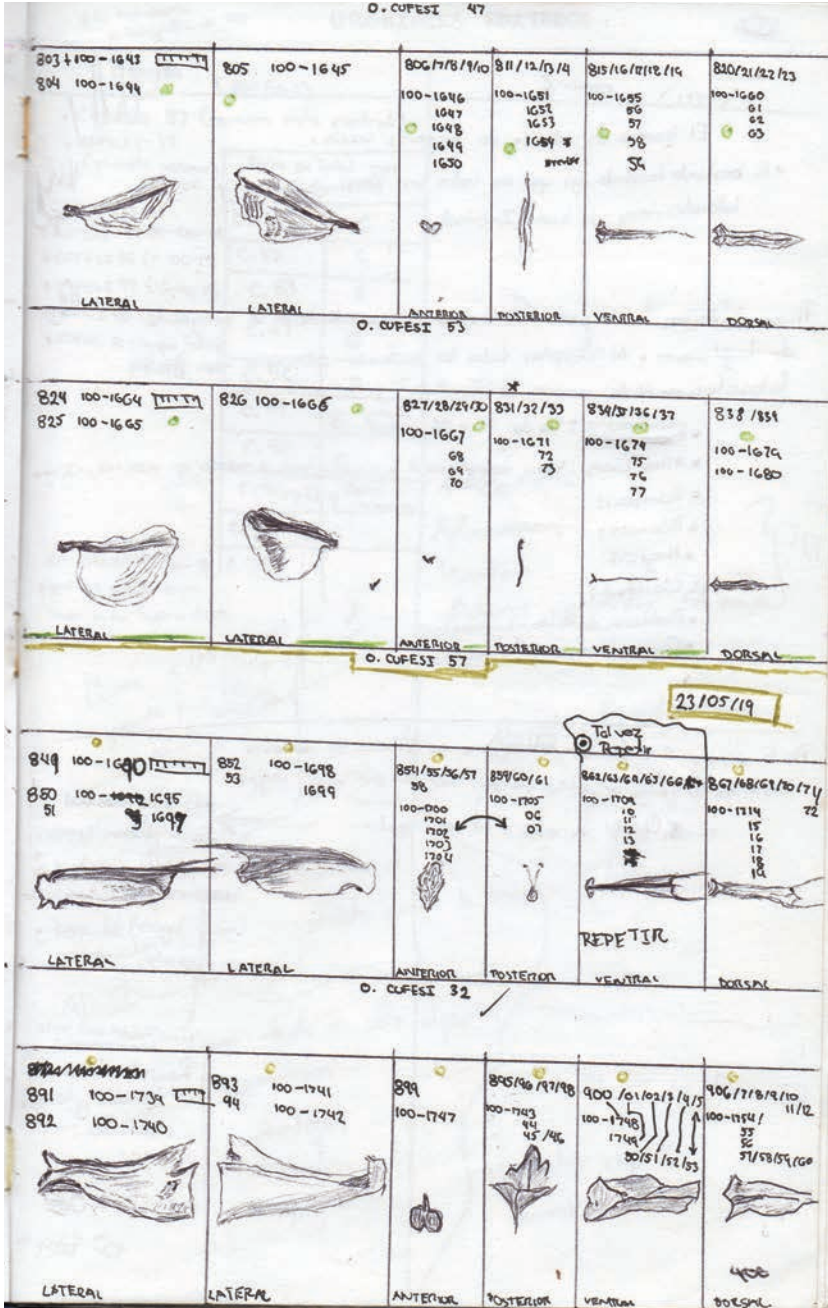


Fig. 43: Bocetos  
 Imagen Escaneada de Cuaderno  
 (Bravo - 2020)

Fotografía Científica

---

H.Z. = 10:50 AM  
**A. BAHIANUS (2)**  
 I = 100  
 S. = 11  
 v = 30 seg.

Tripie: Se empleó un tripie newaver CK-30 lo cual reduce la distancia entre el sujeto y el sensor de la cámara.

Iluminación: Se emplearon un vaso y tubo para magnificar la luz al sujeto y se trató que estuviesen lo más cerca posible del sujeto sin entrar en foco.

Fondo: Cartulina Negra

Relación de Ampliación: 1:1 (con este tripie)      Distancia  $\pm$  sujeto y sensor (Capt. 35mm.)

W.B: Personalizado con Tarjeta gris) Automático

Calidad: RAW+L



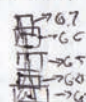
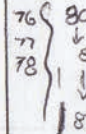


Flash: N/A

Chicote: Sí

Modo: Píndul

T = Total de tomos para stack

69  $\Rightarrow$  74

• 100-5021  T=10 LATERAL 1	 T=9 LATERAL 2	• 100-5063 • 100-5064  T=12 ANTERIOR	 T=7/8 POSTERIOR	88 $\rightarrow$ 98  T=10 VENTRAL	99-113  T= DORSAL
--	---	---	---	---	--

Prueba #1: v = 1/13

Prueba #2: v = 1/15

\* Los vasos para magnificar la luz no funcionan, se regresó al antiguo sistema de iluminación.

\* Se hará stack para tener todo en foco.

lo primero estará fuera de foco

• 100-5024 (Fondo - todo fuera de foco)

• 100-5025

LATERAL 2

\* Fondo Desenfocado ①

\* Colita ② 5055

\* Parte media de colita ③ 5056

\* Inicio de colita y cuerpo ④ 5057

\* Píndula ⑤ 5058

Se hará de abajo hacia arriba

\* Píndula ⑥ 5059

\* Arriba de Píndula ⑦ 5060

\* Codo tope ⑧ 5061

\* Tope ⑨ 5062

Fig. 44: Bocetos  
 Imagen Escaneada de Cuaderno  
 (Bravo - 2020)

⊖ Lutjanus  
 ⊙

Acanthurus bahianus →	} A	42	
Archamia probatocephalus			
Calamus pennatula - 18	} C	14	28: Epinephelus adscensionis
Chaetodipterus faher - 41			
Conodon nobilis - 01			
Cynoscion jamaicensis			
Cynoscion nebulosus			
Diapterus Auratus (09 y 53)	} D		
Echeneis naucrates	} 13		
Elops saurus - 34	} E	18	
Epinephelus Adscensionis - 28			
Eugerres plumieri - 47			
* El otro lado en Conon			
Calamus calamus	} G	46	
Gerres cinereus - 46			
	} 4	- 40	
Gobiomorus dormitor - 21			
	} L	- 24	
Hamtramphus brasiliensis			
Lutjanus campechanus			
	} - 44	- 20	
Lutjanus griseus			
	} M	- 32	
Lutjanus synagris			
Micropagrus undulatus			
	} - 57	- 29	
Mugil curema			
	} O	- 12	
Mulloidichthys martinicus			
<del>Orthopteryx saurus</del>			
Ocyrus Chrysurus			
	} - 36	- 58	
Oligoplites saurus			
	} - 23	- 06	
Opisthoptera libertata			
Pomatomus saltatrix	} P	- 22	
Priacanthus arenatus			
Prionotus rubio			
	} T	- 31	
Trichurus lepturus			

\* La uñita  
 ↓  
 Acanthurus bahianus

proyecciones sólo notorias

mulloidichthys martinicus

Fig. 45: Registro de Urohiales  
 Imagen Escaneada de Cuaderno  
 (Bravo - 2020)

Nombres de Especies...

COFESI 01: CONODON NOBILIS C UROHIALES BREUNDA

\* 06: P. ~~AREN~~ ARENATUS - Priacanthus arenatus P

09: DIAPTERUS AURATUS D

12: OCYRUS CHRYSORUS O

\* 13: ECHENEIS NAUCRATES E

14: CYNOSCION JAMAICENSIS C

17: CYNOSCION NEBULOSUS C

\* 18: CALAMUS PERINATULA C

\* 20: LUTJANIS SYNAGRIS L

21: GOBIOMORUS DORMITOR G

22: PRIONOTUS RUBRO P

23: POMATOMUS SALTATRIX P

24: LUTJANUS CAMPECHANUS L

28: EPINEPHELUS ADSENCIONES E

\* 29: MOLLODICTHIS MARTINICUS M

\* 31: TRICHIURUS LEPTURUS

\* 34: ELOPS SAURUS E

\* 41: CHAETODIPTERUS FABER C

44: (Repetición 41) LUTJANUS GRISEUS L

36: OLIGOPLITES SAURUS O

38: OPISTONEMA LIBERTATA O

40: (xxx 41) HEMIRAMPHUS BRASILIENSIS H

\* 42: (xxx 41) ARCHOSARGUS probatocephalus

\* 46: (xxx 41) GERRES CINEREUS G

47: (xxx 41) EUGERRES PLUMIERI E

53: (xxx 41) DIAPTERUS AURATUS D

57: (xxx 41) MUGIL CUREMA (girar: está al revés) M

32: MICROPOGONIAS UNDULATUS M

Mapa al inicio del texto.

Pez Urohial Descripción

Dividido por orden taxonómico y ubicación

H1	H2
rojo	rojo
H1	H2
verde	verde

Formato vertical

Lutjanus esta de cabeza

URO 76 por COFESI ~~146~~ 24

31  
32  
34  
36  
38  
40  
41  
42  
~~44~~  
~~46~~      53  
57

Fig. 46: Registro Urohiales  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)

Notas:

¿Cómo saber que la medición de la luz es correcta si Tén en la cámara muestra una medición correcta y cuando lo pasas a la computadora (con editado) se ve "oscuro"?

V. Lateral 1: con nombre y medida  
#

(6/12/19)

Vistas a trabajar para presentar estas:

- CUFESI 01 (Conodon nobilis): vistas ventral y dorsal
- CUFESI 13 (Echeneis naucrates): TODAS SUS VISTAS. (DEBE HACERLO)
- 14 (Cynoscion jamaicensis): v. posterior, ventral, dorsal.
- 17 (Cynoscion nebulosus): v. anterior y posterior
- 18 (Calamus pennatula): v. posterior y dorsal (tal vez ventral)
- 34 (Elops saurus): v. ventral y dorsal.

Vistas Laterales		V. Anterior		V. Posterior		V. Ventral		V. Dorsal	
Total	Empleados	Total	Empleados	I	Empleados	I	Empleados	I	Empleados
29	22	36	9	26	7	28	8	27	9
		27	4						

Fig. 47: Notas  
Imagen Escaneada de Cuaderno  
(Bravo - 2020)



Fotomacrografía del Hueso Urohial en Peces del Atlántico Mexicano

▲ "Edificados" # nombre y medida lista  
 Ⓞ Vistas Capturadas  
 + Importante  
 \* Todas tienen en formato en JPG y TIFF  
 Ⓞ No tienen RAW

UROHIAL	V.Lateral 1	V.Lateral 2	Anterior	Posterios	Ventral	Dorsal
C. -01	✓ # Ⓞ	✓ Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. -06	✓ # Ⓞ	✓ Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
COFESI 09.	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ		Ⓞ	
COFESI 12.	✓ # Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 13	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 14	✓ # Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 17	✓ # Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 18	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ		Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 20	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 21	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 22	✓ # Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 23	✓ # Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 24	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 28	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ				
C. 29	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 31	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 32	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 34	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 36	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 38	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 40	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 41	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 42	✓ # Ⓞ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 44	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ
C. 46	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 47	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 53	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲
C. 57	Ⓞ ✓ # ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ ✓ ▲	Ⓞ	Ⓞ ✓ ▲
URO 03	✓ #					
URO 04	✓ #					
URO 08	✓ #					
URO 09	✓ #					
URO 13	✓					
URO 15	✓					
URO 19	✓					
URO 20	✓					
URO 22	✓					
URO 23	✓					
URO 24	✓					
URO 28	✓					
URO 29	✓					
URO 30	✓					
URO 33	✓					
URO 34	✓					
URO 35	✓					
URO 36	✓					

Fig. 48: Notas  
 Imagen Escaneada de Cuaderno  
 (Bravo - 2020)

La pruebas se realizaron con base en las técnicas sugeridas por Enrico Savazzi, Adrian Davies y Antonio Tachiquín, quienes mencionan cómo la técnica de la fotomacrografía y su aplicación varía dependiendo el sujeto al cual es aplicado.

Para obtener la toma "adecuada" se realizan pruebas y conforme a los errores generados, se perfecciona la técnica; esto es notorio en los diversos temas empleados, ya que es diferente su aplicación en insectos (existiendo variedad entre ellos), o urohiales u otolitos (ambas estructuras óseas del pez), mencionando sólo algunos ejemplos.

La técnica desarrollada inició, cómo se mencionó al inicio de este punto, en la realización de bocetos; posteriormente, se prosiguió a diseñar un esquema de iluminación, el cual debía generar un espacio lumínico propiciando volumen en el hueso, para así no volverlo plano. Por ello, se manipularon lámparas de escritorio con la posibilidad de dirigir el foco en las posiciones de nadir, picada, frontal y contra picada; a su vez se experimentó con su distribución en el set, colocándolas a 90° y 45° frontal en picada [figura 49].



*Fig. 49: Pruebas en diferentes posiciones en Iluminación y variación de cámara.  
Fotografía  
(Bravo - 2020)*

Teniendo la iluminación adecuada, el paso a seguir fue la disposición del equipo fotográfico donde en un inicio se propuso la idea de disponer un trípode a nivel de piso y posteriormente, elevar sus niveles al máximo posible para así colocar la cámara en una posición de 45° en contrapicada [figuras 50-51], sin embargo, esto imposibilitó el libre movimiento en el área de trabajo, propiciando la desestabilización de la toma; así que la siguiente prueba constó en colocar el trípode sobre la mesa de laboratorio para tener todo al "mismo nivel". La prueba resultó exitosa, ya que las acciones se volvieron fluidas al momento de realizar tomas (ya fuese para ajustar el nivel del trípode, enfocar el objetivo o si había necesidad de modificar algo en el set).



*Fig. 50: Pruebas con Trípode, vista lateral  
Fotografía  
(Bravo - 2020)*



*Fig. 51: Pruebas con Trípode, vista posterior  
Fotografía  
(Bravo - 2020)*

A continuación, se presentan imágenes de la disposición y pruebas del set fotográfico con el que se experimentó en un inicio y el seleccionado para trabajar a lo largo del proyecto [figuras 52-54]:



*Fig. 52: Pruebas con Trípode, lateral en mesa  
Fotografía  
(Bravo - 2020)*



Fig. 53: Prueba con Trípode, posterior en mesa  
Fotografía  
(Bravo - 2020)



Fig. 54: Prueba con Trípode, posterior en mesa  
Fotografía  
(Bravo - 2020)


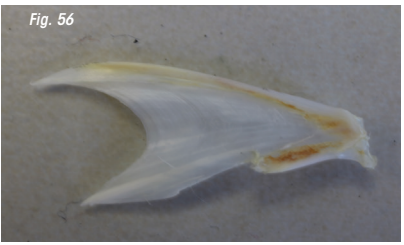

El manejar conocimientos teóricos, prácticos e incluso el manejar material de una carrera diferente a la de Diseño generó un desarrollo y crecimiento profesional, implementando ideas y propuestas que fuesen funcionales para ambas partes.


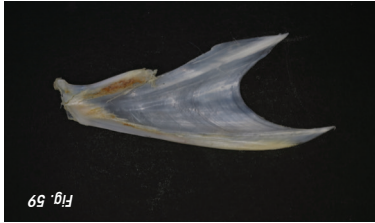
Algunas de estas habilidades consisten en el manejo de organismos frágiles y diminutos; el realizarlo de forma incorrecta propicia el quiebre de estos, los cuales son irremplazables en la investigación del cliente; por lo que generaría inconvenientes de ambas partes; el científico no se apoyará nuevamente de un diseñador y este último frenará la cooperación y apoyo en un futuro.

En un inicio la iluminación para el tema era variable por el entorno donde se desarrolló el proyecto. Al conocer las necesidades del cliente se deben respetar las características solicitadas, ya que algunas ideas del diseñador podrían modificar el resultado deseado; a su vez, la documentación respecto al tema a tratar por parte del diseñador permite una buena comunicación para una fluidez en la elaboración del proyecto.

Con esto en consideración se prosiguió a la gestión de los organismos provenientes de sus colecciones para así proceder con la elección del fondo y objetivo con el cual se trabajaría.

Al conocer las dimensiones de los urohiales se percató que la técnica debía ser de acercamiento, por lo que se necesitaría óptica especial para su realización. De este modo, se consideró como opciones de prueba un objetivo Canon macro 35mm y el macro 100mm; a su vez se realizaron las pruebas correspondientes [Tabla 5] con diversos fondos: hoja milimétrica [figura 55], mesa de trabajo [figura 56], caja de Petri sobre mesa [figura 57], caja de Petri sobre cartulina negra [figura 58] y cartulina negra [figura 59].

Fondo	Tabla 5 - Descripción	Imagen
<p><b>Hoja Milimétrica</b></p>	<p>Se realizó la toma con este fondo por la necesidad de saber las dimensiones de los organismos; sin embargo, al ser señalado por el cliente el empleo de una regla sólo sirvió para tener una idea general de las dimensiones. No se empleó debido a que se pierde el punto de interés que es el urohial.</p>	
<p><b>Mesa de Trabajo (M.T.)</b></p>	<p>Prueba realizada en la mesa del laboratorio de zoología. El fondo era opaco, rugoso y presentaba diminutos puntos y manchas que son parte del material de la mesa; por lo que habría más trabajo innecesario al momento de la post-producción. Al ser un sujeto "blanco " no se realza del fondo.</p>	
<p><b>M.T. + Caja Petri (C.P.)</b></p>	<p>Realizada en el mismo sitio mencionado en el punto anterior, sólo que aquí se añadió un elemento, una caja de Petri. Se notó que los reflejos de la luz (en este caso el empleo del flash de la cámara) se notan en el fondo, haciendo que más elementos como huellas, manchas, y partículas de polvo sean notorias.</p>	

 <p>Fig. 58</p>	<p>Mismo problema que en el punto anterior, la iluminación en esta prueba se realizó con el "o-ring" que incluye el objetivo. Como se puede ver, al ser un fondo negro y con un objeto reflejante los detalles se perciben a menor cantidad, aunque todavía se notan, y los ases de luz se perciben dispersando así la atención del sujeto.</p>	<p>C.P.+ Cartulina Negra</p>
 <p>Fig. 59</p>	<p>Por último, se decidió por el empleo solo de la cartulina negra. Al no tener objetos reflejantes ni aquellos en los que el sujeto pueda llegar a perderse la vista del espectador se dirige justo al centro que es donde está dispuesto; por lo que atención va hacia las características que el cliente desea resaltar. Por ello fue por lo que se eligió este fondo para trabajar todo el proyecto.</p>	<p>Cartulina Negra</p>

**Pruebas realizadas con los Objetivos macro 35mm y 100mm**

Las primeras cuatro tomas son de los fondos que se emplearon para determinar cuál beneficiaría a la toma. Las siguientes dos tomas son la variación de los tiempos de exposición, y las siguientes ocho la variación en cuanto a la posición de las lámparas.





Posteriormente, se realizaron cuatro sesiones de prueba con los dos objetivos que se tenían con algunos parámetros experimentales en cuanto a diafragma ( $f$ ), velocidad ( $v$ ) e iluminación (empleo de la ambiental, lámparas, flash...). Esta información se documentó en forma de tablas [Tabla 6-9], mostradas a continuación:

### Tabla 6 - Prueba #1

Organismo: URO76 (4cm de ancho, 2cm de alto)  
Objetivo: Canon Macro LENS EF-S 35mm 1:2.8 IS STM  
Fondo: Cartulina negra decidida con las pruebas realizadas  
Estabilizador en off del objetivo y el enfoque Manual

$f$  = diafragma

$v$  = velocidad

" = segundos

I.A. = Iluminación Ambiental

L.P. = Lámpara Principal

L.S. = Lámpara Secundaria

• = Sí

L. Fluorescente del Lab. = Luz de Fluorescente del Laboratorio

U.Izq. = Ubicación Lado Izquierdo

U.Der. = Ubicación Lado Derecho



Toma	ISO	f	v	Trípode	I.A.	L.P.	L.S.	Notas
#1	100	8	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	Poca iluminación
#2	100	8	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-
#3	100	8	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	Comienza a iluminarse la toma por el empleo de ambas lámparas.
#4	100	8	1/13"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	Las lámparas se colocan ligeramente arriba del organismo.
#5	100	8	1/13"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	Se empleó la luz del Lab. y se cambió la posición de la L.S. al lado contraria. No modificó mucho la luz.
#6	100	8	1/13"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	Única prueba donde se empleó la L.P. con la Luz del Lab. y la Luz que provenía de la ventana. Se generó la contaminación lumínica adrede para ver si la imagen mejoraba o no; el cambio no fue relevante y se optó por descartar la luz del exterior.
#7	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	A mayor tiempo mayor luminosidad, así que se consideró "aceptable" la luz de la toma.
#8	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	El tener el tiempo de exposición que la toma anterior e incluir los tres tipos de iluminación aumenta la cantidad de luz y ayuda a la percepción de los detalles.
#9	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	Las lámparas se acercaron al organismo aproximadamente a 8cm de cada lado. Con esto se incrementó la cantidad de luz que recibía el sujeto y ello ayudó a mejorar la visualización de los detalles (líneas de crecimiento).
#10	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-
#11	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-
#12	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-
#13	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#14	100	16	10"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	Se invirtieron la posición de las lámparas. Se acercó dos centímetros más la luz al sujeto y esto provocó una mejor iluminación a las ya probadas.





### **Tabla 7 - Prueba #2**

Organismo: URO102 (4cm de ancho, 2cm de alto)  
Objetivo: Canon Macro LENS EF-S 35mm 1:2.8 IS STM  
Fondo: Cartulina negra decidida con las pruebas realizadas  
Estabilizador en off del objetivo y el enfoque Manual.

$f$  = diafragma

$v$  = velocidad

" = segundos

I.A. = Iluminación Ambiental

L.P. = Lámpara Principal

L.S. = Lámpara Secundaria

• = Sí

L.Tungsteno del Lab. = Luz de Tungsteno del Laboratorio

U.Izq. = Ubicación Lado Izquierdo

U.Der. = Ubicación Lado Derecho

<b>Toma</b>	<b>ISO</b>	<b>f</b>	<b>v</b>	<b>Trípode</b>	<b>I.A.</b>	<b>L.P.</b>	<b>L.S.</b>	<b>Notas</b>
#1	100	16	2"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-
#2	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#3	100	16	1/10"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#4	100	16	1/10"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-
#5	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-
#6	100	16	1/10"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#7	100	16	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#8	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-
#9	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-
#10	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-
#11	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-



### Tabla 8 - Prueba #3

Organismo: URO102 (4cm de ancho, 2cm de alto)  
Objetivo: Canon Macro LENS EF 100mm 1:2.8 L IS USM  
Fondo: Cartulina negra decidida con las pruebas realizadas  
Estabilizador en off del objetivo y el enfoque Manual.

$f$  = diafragma

$v$  = velocidad

" = segundos

I.A. = Iluminación Ambiental

L.P. = Lámpara Principal

L.S. = Lámpara Secundaria

• = Sí

R.A. = Relación de Ampliación

D.F. = Distancia Focal

L.Tungsteno del Lab. = Luz de Tungsteno del Laboratorio

U.Izq. = Ubicación Lado Izquierdo

U.Der. = Ubicación Lado Derecho

<b>Toma</b>	<b>ISO</b>	<b>f</b>	<b>v</b>	<b>Trípode</b>	<b>I.A.</b>	<b>L.P.</b>	<b>L.S.</b>	<b>Notas</b>	<b>R.A.</b>	<b>D.F.</b>
#1	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-	1:1	.30m
#2	100	16	2"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-	1:1	.30m
#3	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1	.30m
#4	100	16	1/13"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1	.30m
#5	100	16	1/15"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1	.30m
#6	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-	1:1	.30m
#7	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1	.30m
#8	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-	1:1	.30m
#9	100	16	5"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-	1:1	.30m





### Tabla 9 - Prueba #4

Organismo: URO76 (4cm de ancho, 2cm de alto)  
Objetivo: Canon Macro LENS EF 100mm 1:2.8 L IS USM  
Fondo: Cartulina negra decidida con las pruebas realizadas  
Estabilizador en off del objetivo y el enfoque Manual.

$f$  = diafragma

$v$  = velocidad

" = segundos

I.A. = Iluminación Ambiental

L.P. = Lámpara Principal

L.S. = Lámpara Secundaria

• = Sí

R.A. = Relación de Ampliación

D.F. = Distancia Focal

L.Tungsteno del Lab. = Luz de Tungsteno del Laboratorio

U.Izq. = Ubicación Lado Izquierdo

U.Der. = Ubicación Lado Derecho



<b>Toma</b>	<b>ISO</b>	<b>f</b>	<b>v</b>	<b>Trípode</b>	<b>I.A.</b>	<b>L.P.</b>	<b>L.S.</b>	<b>Notas</b>	<b>R.A.</b>	<b>D.F.</b>
#1	100	16	2"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	-	-	1:1.5	.34m
#2	100	16	1/13"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#3	100	16	1/10"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#4	100	16	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#5	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#6	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#7	100	16	3"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#8	100	16	4"	•	L. Fluorescente del Lab.	-	U. Der.	-	1:1.5	.34m
#9	100	16	1/8"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-	1:1.5	.34m
#10	100	16	1/5"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	-	-	1:1.5	.34m
#11	100	16	1/6"	•	L. Fluorescente del Lab.	U. Izq.	U. Der.	-	1:1.5	.34m



Al momento de realizar las pruebas se trabajó con un  $f/16$ , esperando la obtención requerida de nitidez en la toma completa por ser un diafragma cerrado; sin embargo, no se había considerado la opción de trabajar el diafragma en su "punto dulce", no fue hasta que el fotógrafo Antonio Tachiquín explicó que el diafragma ideal habrá de variar, dependiendo de las características presentadas por el sujeto y la percepción del fotógrafo.

Conforme las experiencias narradas por el mencionado fotógrafo, así como las diversas pruebas realizadas, se basarán en la necesidad y requerimiento de los resultados solicitados. Gracias a esto se decidió el diafragma a emplear. Para encontrar ese punto dulce, las pruebas iniciaron disponiendo en la configuración de la cámara un  $f/5.6$  hasta llegar al  $f/11$ ; fue una experimentación necesaria, siendo recomendada por Enrico Savazzi, Luis Monje y otros fotógrafos en el área de la fotomacrografía. El conseguir una solución adecuada estará fundamentada en las pruebas y errores efectuadas.

A continuación, se ejemplifica con tomas realizadas en ambos objetivos, mostrando las variaciones propuestas en cuanto a velocidad, la posición de la luz proyectada por las lámparas, pero siempre trabajando con un  $f/16$ .

### **Ejemplos de pruebas realizadas respecto al tiempo de Exposición con el Objetivo macro 35mm**

Como se puede ver, algunas de las pruebas se realizaron con la luz natural (procedente de la ventana) del laboratorio y con las lámparas, así como el empleo del diafragma cerrado en la mayoría de las tomas, es por ello que se ve más entrada de luz a una velocidad baja de 2" [figura 60] que en una de 1/10" [figura 61], como se muestra con las dos imágenes a continuación.

A su vez, examinando y considerando los comentarios del fotógrafo Manuel Marañón, se comprendió que las tomas se estaban realizando en un ambiente controlado, característica en fotografía de estudio; por ello, el obtener una imagen con la menor cantidad de ruido, ISO 100, era completamente factible por tratarse de un sujeto estático con elementos de toma regulados.



Fig. 60: Prueba de Iluminación del Urohial  
URO23  
f: 16  
v: 1/10"

Fig. 61: Prueba de Iluminación del Urohial  
URO23  
f: 16  
v: 10"



### Ejemplos de pruebas realizadas respecto al tiempo de Exposición y Ubicación de las Lámparas con el Objetivo macro 100mm

Con los ejemplos de las tomas obtenidas con el 35mm había que mostrar la comparación visual con el objetivo 100mm. A continuación, se muestran cuatro tomas [figura 62 a 65] que muestran la variación en el tiempo de exposición y el resultado obtenido.

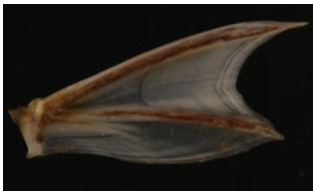


Fig. 63: Urohial URO23  
f: 16  
v: 1/10"  
.....  
Fig. 62: Urohial URO23  
f: 16  
v: 1/12"  
.....

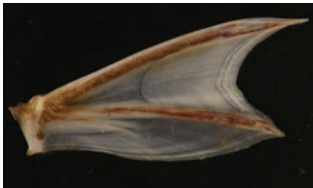
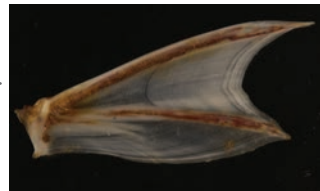
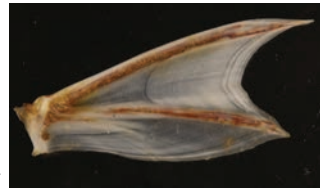
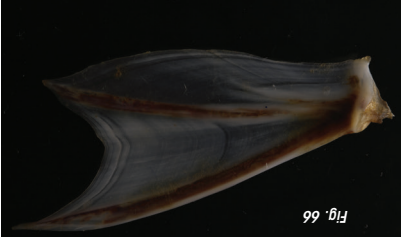
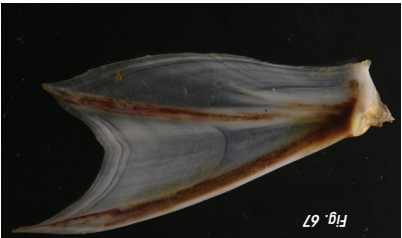
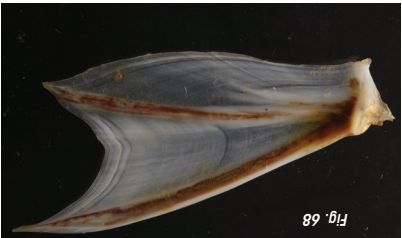


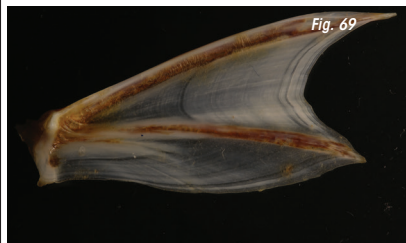
Fig. 64: Urohial URO23  
f: 16  
v: 1/6"  
.....  
Fig. 65: Urohial URO23  
f: 16  
v: 2"  
.....



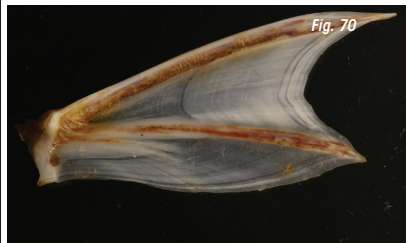
Posteriormente, se expone una tabla [Tabla 10] en la cual se exponen cinco tomas [figura 66 a 70], mostrando algunas variaciones en la disposición de las lámparas con relación a la posición y colocación del organismo.



Tabla 10 - Descripción	Fotografía		
<p>Una sola lámpara a 90° y a una distancia considerable entre ella y el sujeto. La iluminación propuesta es deficiente, ya que el lado derecho del organismo es el que muestra sólo algunas de la totalidad de las características necesarias. La luz se percibe como rebotada en vez de la luz directa que es.</p>	 <p>Fig. 66</p>	 <p>Fig. 67</p>	 <p>Fig. 68</p>
<p>Misma lámpara en el mismo sitio; sin embargo, se acercó más al sujeto del lado del condilo proyectando así una sombra hacia su parte posterior. La luz sigue siendo escasa en la mayor parte del organismo.</p>	<p>Empleo de ambas lámparas. Lámpara Principal mas cerca del condilo que la lámpara secundaria de la parte posterior del urohial. Inicio de pruebas de dos lámparas en la toma con una disposición de la L.P. y L.S. a 90°. La iluminación mejora a comparación de las dos tomas anteriores, sin embargo, aun es escasa y se necesita resaltar la parte dorsal del organismo.</p>		



Prueba únicamente con lámpara secundaria a 90°.  
Iluminación escasa en todo el organismo, como si se hubiese puesto un difusor en el foco de la lámpara y la luz se percibe difusa y no directa.



Ambas lámparas presentes.  
Lámpara principal se encuentra a 45° de frente al sujeto, mientras que la secundaria ligeramente a 45° posterior a este (luz de recorte).  
Con esta iluminación se notan perfectamente los detalles de las líneas de crecimiento que es lo que el cliente solicita.

## Tecnología

### Cámara EOS Rebel T6i

Resolución: 24.2 Megapíxeles.  
Tipo de sensor: CMOS (APS-C).  
Procesador: DIGIC 6  
Autoenfoco: 19 puntos de autoenfoco, todos tipo cruz. Hybrid CMOS AF III.  
Conectividad: WiFi, NFC.  
Video: Full HD, 30fps con entrada de micrófono.  
Pantalla: LCD 3" táctil de ángulo variable.  
ISO: 100 – 12,800 (H: 25,600).  
Flash: Sí (automático, manual).  
Filtros creativos: Ojo de pez, efecto miniatura, cámara de juguete, blanco y negro, vívid, póster.  
63 zonas de medición  
Modo Live View  
Escena Auto Inteligente  
Transmisor Speedlite integrado  
HDMI  
Video Snapshot

### Objetivo macro Lens EF 100mm 1:2.8 L IS USM

Longitud focal y apertura máxima: 100 mm f/2.8  
Distancia mínima de enfoque: 0.3 metros/0.99 pies  
(ampliación máxima para tomas de acercamiento: 1x)

### Trípode Manfrotto Compact Action negro

Modelo: MKCOMPACTACN-BK  
Altura máxima de 155 cm  
Altura máxima con la columna central desplegada: 133 cm  
Altura mínima: 44 cm  
Tamaño min. plegado: 45.3 cm

### Chicote-Disparador

### Cartulina América Color Negro Opaco

### Plastilina Negra



### Lámparas de Escritorio LED de Miniso

#### Lámpara Principal

Lámpara táctil (blanca); modelo HZ-Q10  
 Luz Suave de 3 watts  
 Capacidad de batería: 1200 mAh  
 Temperatura de Color: 3750-4250 °K

#### Lámpara Secundaria

Lámpara táctil (blanca); modelo HZ-Q7  
 Luz Suave de 3 watts  
 Capacidad de batería: 1200 mAh  
 Temperatura de Color: 3750-4250 °K

### Aportaciones Cognoscitivas

El modelo de la UAM menciona cómo es aplicable su metodología y desarrollo en dos niveles de acción; estos evidencian la posible relación entre el diseño y otras disciplinas, a continuación, son mostrados.

#### Interno

##### Intradiseño

Las diversas ramas y especialidades de la fotografía tratan el tema y el problema: la Fotomacrografía.

##### Extradiseño

Las distintas materias de DCV presentes en el trabajo de la Fotomacrografía como lo fueron

##### ~ Teoría e Historia de la Fotografía:

Donde se aborda la creación y desarrollo de la herramienta que es la cámara para así ir perfeccionando las técnicas que se fueron desarrollando.

##### ~ Fotografía Digital:

En esta materia se aprende del equipo a emplear en cualquier sesión fotográfica, aspectos técnicos de la toma fotográfica.

##### ~ Iluminación:

Sin luz no se puede realizar fotografía, y una fotografía de calidad contiene los criterios lumínicos como diferenciar los tipos de luz (natural o de destello), la clase de luz con la que se trabaja (directa, difusa, rebotada...), el equipo a emplear (lámparas, banderas, rebotes...)

**~ Metodología de la Investigación:**

Todo proyecto debe basarse en una metodología, pero en diseño se tienen diversas metodologías que varían del método científico al que los demás están acostumbrados. Por lo que esta materia nos enseña la diversidad con la que contamos para solucionar y satisfacer las necesidades del cliente.

**Externo**

**Relación DCV - Biología (Ictiología) para determinar las necesidades de los usuarios y las prioridades en el proyecto.**

Lo primero a entender en esta área de la biología es al organismo portador de la estructura ósea con la cual se trabajaría; para ello se necesita saber que un pez es un vertebrado y, en la mayoría de los casos, respira por branquias.

Algunos conocimientos adquiridos respecto a los peces fue su comportamiento, morfología y distribución, comprendiendo todos los cuerpos de agua.

**Urohiales**

El urohial es una estructura ósea ubicada en la parte central-ventral de la mandíbula del pez, el cual permite la apertura de esta. (Kusaka, T. (1974), p.2)

Para fines de investigación, las características más importantes son su cuerpo-forma, sus líneas de crecimiento, la unión hipohial y basibranquial del cóndilo, el eje radial y las proyecciones que puedan llegar a presentar. Todas estas características ayudan a los ictiólogos a diferenciar especies, ya que podrían considerarse como huellas dactilares de las familias de peces; así mismo ayudan a saber de su alimentación, edad, la especie a la cual pertenecen; en algunas ocasiones son consideradas de importancia taxonómica y filogenética, para así entender su relación dentro de las cadenas tróficas.

Con los puntos mencionados anteriormente, se desarrollan las cinco fases de este modelo.

## I. CASO

Toma fotográfica empleando la técnica de fotomacrografía en urohiales para el departamento de Ictiología del Laboratorio de Zoología, FES Iztacala, en peces óseos del Atlántico Mexicano.

## II. PROBLEMA

Al no existir el equipo fotográfico adecuado en el departamento de Ictiología del Laboratorio de Zoología, FES Iztacala, se necesitan tomas fotográficas con fundamento en Fotografía Científica enfocada en la fotografía de acercamiento (fotomacrografía) de las estructuras óseas llamadas urohiales de peces óseos del Atlántico Mexicano.

### Objetivos

#### General:

Desarrollar la técnica de la fotomacrografía en los urohiales de peces óseos del Atlántico Mexicano a partir de las técnicas disponibles a las existentes al 2019.

#### ESPECÍFICOS:

##### ◊ Implementar las fotografías obtenidas en:

- Acervo-archivo fotográfico para la FES Iztacala
- Carteles
- Proyectos de investigación de LIC
- Tesis

##### ◊ Determinar si es posible ejercer la Fotografía Científica profesional y con remuneración en los proyectos académicos de Biología.

◊ Sentar los antecedentes para que el diseñador y comunicador visual se incluya en la colaboración con la ciencia como una opción profesional.

## III. HIPÓTESIS

Si se emplea la técnica de fotomacrografía para la obtención de tomas nítidas, con nitidez suficiente para proyectar las características requeridas por el departamento de Ictiología del Laboratorio de Zoología de la FES Iztacala, se podrá preservar la colección de urohiales por medio de un acervo de imágenes digitales, permitiendo permitirán el estudio de determinadas características de peces óseos, por lo tanto, tendrán una colección física y otra digital que les dará un uso en diversos medios y será sencillo de remplazar en caso de algún daño.

## IV. PROYECTO

Las necesidades y requerimientos a satisfacer de los clientes permiten definir la estrategia para elaborar el producto, el cual es un acervo fotográfico; esto se lleva a cabo bajo los siguientes puntos:

### 1. Reconocer el Problema

En la actualidad, la FES Iztacala no posee registros fotográficos de urohiales. Las pocas imágenes existentes han sido realizadas inadecuadamente, de tal forma que carecen de calidad necesaria para ser empleados debidamente en proyectos de investigación y divulgación.

### 2. Revisar la información bibliográfica y de campo de urohiales y de la fotomacrografía

La información presentada en antecedentes permite apreciar los escasos registros fotográficos existentes de las estructuras óseas urohiales; en cuanto a los datos e información teórica, cabe mencionar que también son insuficientes, así como las instituciones en México que han abordado el tema.

### 3. Definir la técnica a realizar

La Fotomacrografía es una técnica que consta en acercarse al operador y su equipo al sujeto a capturar. Con ella se obtienen los detalles poco perceptibles para el ser humano, consiguiendo como resultado una toma donde se muestra un incremento, disminución o tamaño real en la imagen final.

Para ello se realizaron una serie de pruebas que ayudaron a determinar la técnica óptima a emplear, las cuales se muestran de la tabla 6 a la 9 con anterioridad.

### 4. Equipo a emplear

- Cámara EOS Rebel T6i. Sensor APS-C. 24.2 Megapíxeles.
- Objetivo macro Lens EF 100mm 1:2.8 L IS USM
- Trípode Manfrotto Compact Action negro
- Lámparas de Escritorio LED
- Chicote-Disparador
- Cartulinas negras
- Plastilina Negra

## 5. Elección de la técnica a emplear

Al consultar diversa bibliografía se hallaron diversas técnicas enfocadas al acercamiento, encontrando así al primer plano, la macrofotografía, fotomacrografía, fotomicrografía y microfotografía. La seleccionada fue la fotomacrografía, esto debido a las características presentadas. Una de ellas es la relación de acercamiento 1:1, la cual es una correspondencia directa entre el tamaño real del sujeto y la imagen capturada en el sensor; la proporción puede incrementar (2:1, 3:1, ...) o disminuir (1:2, 1:3, ...), permitiendo obtener la información imperceptible a simple vista para el ojo humano.

### Z-STACK

Técnica complementaria para la fotomacrografía.

Realizando varias tomas fotográficas del sujeto en sus diversos planos de enfoque (de un extremo a otro). La cantidad de tomas depende de las dimensiones (medidas y volumen) del sujeto y la nitidez que se quiera en la imagen final.

Al tener la pila final del organismo se procesan en un programa de edición fotográfica (Lightroom, Photoshop, Helicon Focus); la manipulación, edición y fusión puede ser automática (realizada por el programa) o manual, generando al final una fotografía nítida en todas sus partes.

Respecto a la cantidad de tomas realizadas, cabe mencionar que las pilas pueden constar de pocas o muchas imágenes, considerándolas como pequeñas o grandes. En la primera, al ser una cantidad reducida, se puede realizar la edición de modo manual borrando las partes desenfocadas de cada una, excepto aquellas ubicadas en la parte inferior o superior del conjunto, consiguiendo así enfoque en las áreas requeridas y desasiéndose de aquello ineficaz para el resultado buscado.

## 6. Planeación de la Toma Fotográfica

Una vez seleccionada la técnica y estando al tanto de los requerimientos esenciales de los clientes, se necesitaba especificar si había diversas tomas a realizar o si sólo era una, el espacio donde se llevarían a cabo: si sería en el laboratorio de zoología (L2) o algún sitio diferente en otro laboratorio, el periodo en el que se requerirían las fotografías (ya sea para sus proyectos o este) y cómo sería ejecutado todo en conjunto.

### • Tipos de tomas

Con base en las ilustraciones realizadas por Kusaka, mencionadas con anterioridad, y las solicitudes de los biólogos, el desarrollo de las tomas se extendió para abordar las diversas vistas que conforman un



urohial. Estas reciben los siguientes nombres:

- ~ laterales (interior y exterior)
- ~ anterior (la vista del cóndilo)
- ~ posterior
- ~ ventral (en lenguaje fotográfico, una toma cenit)
- ~ dorsal (en lenguaje fotográfico, una toma nadir)

### • Prioridad de la toma

Las características a resaltar se encuentran en la vista lateral (ya sea interna o externa, pero por cuestiones de posicionamiento a lo solicitado, se emplea la interna); la colocación del cóndilo es en dirección a la derecha apuntando hacia arriba.

Lo significativo a destacar en las fotografías son las líneas de crecimiento, sumamente notorias en la mayoría de las familias; estas determinan edad, alimentación, condiciones de vida y sitio en el que habitan los peces.

### • Especies trabajadas

Los urohiales a trabajar pertenecen a 20 familias, 25 géneros y 28 especies, a continuación, se muestran en la siguiente lista:

- *Acanthurus bahianus*
- *Archosargus probatocephalus*
- *Calamus pennatula*
- *Chaetodipterus faber*
- *Conodon nobilis*
- *Cynoscion jamaicensis*
- *Cynoscion nebulosus*
- *Diapterus auratus*
- *Echeneis naucrates*
- *Elops saurus*
- *Epinephelus adsensiones*
- *Gerres cinereus*
- *Gerres plumieri*
- *Gobiomorus dormitor*
- *Hemiramphus brasiliensis*
- *Lutjanus campechanus*
- *Lutjanus griseus*
- *Lutjanus synagris*
- *Micropogonias undulates*
- *Mugil curema*
- *Mulloidoichthys martinicus*
- *Ocyurus chrysurus*
- *Oligoplides saurus*
- *Opistonema libertata*
- *Pomatomus saltatrix*
- *Priacanthus arenatus*

- *Prionotus rubio*
- *Trichiurus lepturus*

#### • Ejecución

Previamente a la selección de la técnica de fotomacrografía se realizó un viaje al puerto de Veracruz para efectuar una colecta. Estas tomas se consideran como fotografía documental con implementación de la técnica de fotografía nocturna. Es documental porque registra sin alteración alguna la escena de los biólogos realizando el chinchorro (arte de pesca).

Las fotografías se realizaron en un horario de 10:00 pm a 2:00 am en Playa Regata, Puerto de Veracruz, Veracruz, con ayuda de los pescadores de la zona quienes aguardaban el arribo del grupo y así realizar la pesca de los organismos.

Para las tomas fotográficas se decidió trabajar con el siguiente equipo:

- Cámara EOS Rebel T6i. Sensor APS-C. 24.2 Megapíxeles.
- EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS II LENTE ZOOM ESTÁNDAR
- Lente EF 50mm F/1.8 STM | Estándar
- Lente EF-S 10-18 mm f/4.5-5.6 IS STM | Ultra Gran Angular

Debido a la versatilidad que ofrece el objetivo 18-55, se optó por su uso durante la mayor parte de la sesión.

No hubo una posición fija y específica para la realización de las tomas, ya que al ser una situación irrepetible se necesitaba el movimiento del fotógrafo para obtener un buen encuadre con correcta exposición, pues esta variaba por las condiciones lumínicas del entorno; la iluminación empleada provenía de los barcos anclados, el puerto y los hoteles de la playa, todo esto en favor al trabajo de los biólogos y salvaguardando la integridad del fotógrafo.

Un ISO máximo de 12800 y una apertura, variante en cada escena partiendo de f/3.5 a f/5, fueron los pre-sets seleccionados para trabajar debido a la baja intensidad de la luz del entorno.

Con estos parámetros se emplearon velocidades de obturación entre 1/4, 1/8, 1/20 e inclusive 1/40 o 1/80 de segundo, logrando así una fijación leve de movimiento (congelados); sin embargo, para evitar los barridos, se obtuvo "ruido/grano" volviendo poco estéticas las imágenes.

Al regresar con los nuevos organismos al laboratorio de Ictiología de la FES Iztacala se inició con el proceso de toma fotográfica. Primeramente, se realizaron las pruebas descritas en el punto de Aplicación Práctica, donde se describe el proceso de pruebas para

Llegar a la elección de los parámetros con los que se trabajó el proyecto.

Posteriormente, fue necesario la distinción entre los urohiales a trabajar, pues, al tener una colección con más de 100 huesos, no se trabajaría con todos ellos, por lo que las características a considerar era no presentar fisuras o estuviesen rotos, no presentar coloración marrón alguna y no repetir la especie para la presentación final; por ello, de las 28 especies seleccionadas se optó por exhibir los siguientes 22 [figura 71 y 72]:

- *Acanthurus bahianus*
- *Archosargus probatocephalus*
- *Calamus pennatula*
- *Chaetodipterus faber*
- *Diapterus auratus*
- *Echeneis naucrates* \*
- *Elops saurus* \*
- *Epinephelus adsensiones*
- *Gerres cinereus*
- *Gerres plumieri*
- *Gobiomorus dormitor*
- *Hemiramphus brasiliensis* \*
- *Lutjanus campechanus*
- *Lutjanus griseus*
- *Lutjanus synagris*
- *Micropogonias undulatus* \*
- *Mugil curema*
- *Mulloidichthys martinicus* \*
- *Oligoplides saurus*
- *Opistonema libertata*
- *Trichiurus lepturus*

\* (presentan proyecciones)



Fig. 71 (Superior): Selección de Urohiales para Cartel



Fig. 72 (Derecha): Selección de Urohiales para Documentación

Habiendo seleccionado los urohiales para trabajar, se prosiguió a colocar al sujeto en el espacio de trabajo.

Se dispuso el hueso sobre la cartulina negra, ubicada en la mesa del laboratorio, lo más cercano posible al trípode y las lámparas sin que interfirieran los tres sujetos entre ellos durante la toma. Al tener el trípode, las lámparas a los costados de éste y el disparador conectado a la cámara, se centró lo más posible el urohial; posteriormente, se realizó el enfoque del sujeto con el live-view que brinda la cámara; se hizo un aumento en la pantalla de 5x y 10x para tener la precisión absoluta a la hora de realizar el enfoque y teniendo esto se programó con los parámetros ya establecidos en las pruebas.

Como se mencionó en el apartado *Tipos de Tomas*, existen cinco, de las cuales las más significativas son las laterales para así apreciar las características necesarias; sin embargo, hay algunos organismos que presentan proyecciones y por ello se realizaron el resto de ellas, sobre todo las ventrales, dorsales y anteriores (revisar Anexos). Si se presentaban proyecciones muy pronunciadas, como las del *Echeneis naucrates*, no había estabilidad en el organismo para realizar las tomas, por lo que se implementaron pequeños trozos de plastilina negra para proporcionársela (se eligió negro porque así no resaltaría entre el sujeto y el fondo, siendo más sencilla la eliminar del último durante la postproducción).

Las características de las vistas, y su toma, constan de lo siguiente, ejemplificando al final del texto con la figura 74 del urohial *Archosargus probatocephalus*:

#### Lateral (Izquierda y Derecha)

Toma en la cual se dispone al sujeto centrado en el fondo, su cóndilo (la parte anterior) con dirección hacia arriba y viendo hacia la izquierda cuando la toma sea así, se invierte la posición en caso de ser la vista derecha.

Como se puede ver en el ejemplo se aprecian perfectamente las líneas de crecimiento (aspecto fundamental para su estudio).

Para tener estabilidad en el sujeto al momento de realizar la toma, sin dificultad alguna, se coloca un diminuto pedazo de plastilina por debajo de este.

Para las vistas laterales se puede, o no, emplear la técnica de Z-Stack. Con ella, se realizan varias tomas para la obtención de nitidez absoluta en el sujeto. A este sujeto en particular no se le aplicó esta técnica, pero al sujeto *Echeneis naucrates* se aplicó con una serie de seis tomas por cada vista lateral.



### Anterior

Para obtener la toma se coloca al sujeto sobre un trozo de plastilina que le de la estabilidad necesaria para poder realizar el enfoque sin que este se mueva, tomando en consideración las proyecciones presentadas por el sujeto, ya que algunos son tan finas, delgadas y quebradizas que si se aplica demasiada fuerza o no se acomodan como es debido se pueden perder características importantes e irremplazables.

Se realiza primero la toma de esta vista debido a que es más sencillo eliminar los residuos de plastilina de las proyecciones que del cóndilo, ya que posee cavidades en las cuales podrían entrar estos residuos y obliga al empleo del microscopio para su limpieza, sin garantía de eliminarlo en un 100%.

El Z-Stack está presente, aunque de forma ligera, ya que sólo se emplearon tres tomas para la realización de este. El primer enfoque fue en el cóndilo, la segunda en la proyección vertical de la parte superior y la tercera en la parte inferior.

En ocasiones, el cuerpo del urohial se puede percibir poco alineado con el cóndilo; sin embargo, al ser el punto de enfoque primordial en la toma, lo que se busca es centrarlo.

Como ya se mencionó, el punto de enfoque en esta toma es el cóndilo y las posibles proyecciones que llegase a presentar detrás y a los costados de este. Este es el detalle de importancia a resaltar

### Posterior

Para realizar la toma, se dispone de forma inversa a como se realiza la toma anterior; a su vez se sitúa la plastilina en el fondo y el cóndilo encima de ella.

La importancia en esta toma y los puntos de enfoque son las proyecciones que muestra cada sujeto; algunas serán demasiado marcadas, otras serán tenues como la figura 74, y algunas otras serán casi nulas, como en los urohiales de la familia Lutjanidae. A su vez las proyecciones pueden ensancharse de forma pronunciada y acentuada, provocando que las retraídas estén más pegadas al cuerpo del urohial.

En esta toma sí se aplica la técnica complementaria de Z-Stack, realizando tomas en diversos puntos como lo fueron las puntas de las proyecciones, la línea vertical más prolongadas y el ancho de los costados. En total fueron tres las tomas realizadas para la obtención del ejemplo.

Este espécimen presenta dos pequeñas proyecciones que se logran apreciar a los costados de este.

\*\* Se creó que dependiendo de la forma (altitud y longitud) de los urohiales es la forma de la cabeza del pez.

#### Ventral

En esta vista se analiza al sujeto "de abajo para arriba"; para iniciar se debe colocar la plastilina en el fondo para sostener la zona dorsal y observar las proyecciones, siendo las últimas los detalles a destacar.

Nuevamente se aplica el Z-Stack, se inicia con un desenfoque general, posteriormente realizar enfoques de izquierda a derecha a partir de la punta del cóndilo hacia el final de las puntas en sus proyecciones. Dependiendo del sujeto y los "desniveles" que presente, serán las fotografías necesarias para el Stack. Para este organismo, y vista, se realizaron tres tomas debido a la distancia focal existente entre el sensor y el sujeto: a mayor distancia focal menor desenfoque habrá.

#### Dorsal

En esta toma se ve y coloca al sujeto de manera inversa que la anterior, viéndose "de arriba para abajo". Se dispone la plastilina en el fondo para sostener la zona ventral y así ver las proyecciones; sin embargo, si la región de apoyo es lo suficientemente plana y estable, no hay necesidad de emplearla.

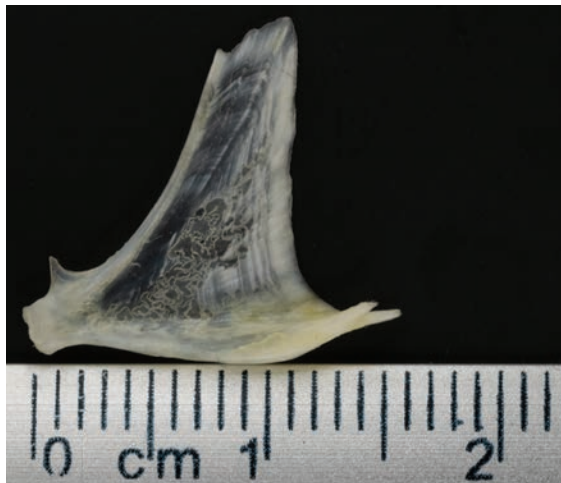
Aplicando el Z-Stack nuevamente se repite el procedimiento que en la vista anterior. Se inicia con una toma en desenfoque, prosiguiendo con un disparo en foco en la punta del cóndilo hasta finalizar en el extremo contrario (en las proyecciones). Una particularidad a tener en consideración es la zona más alta y sobresaliente del urohial, pues es un nuevo sitio de encuadre a considerar.

Con el sujeto *Archosargus probatocephalus* [figura 74], se efectuaron cinco fotografías, teniendo en cuenta la región prominente del urohial. Las características a resaltar son sus proyecciones.

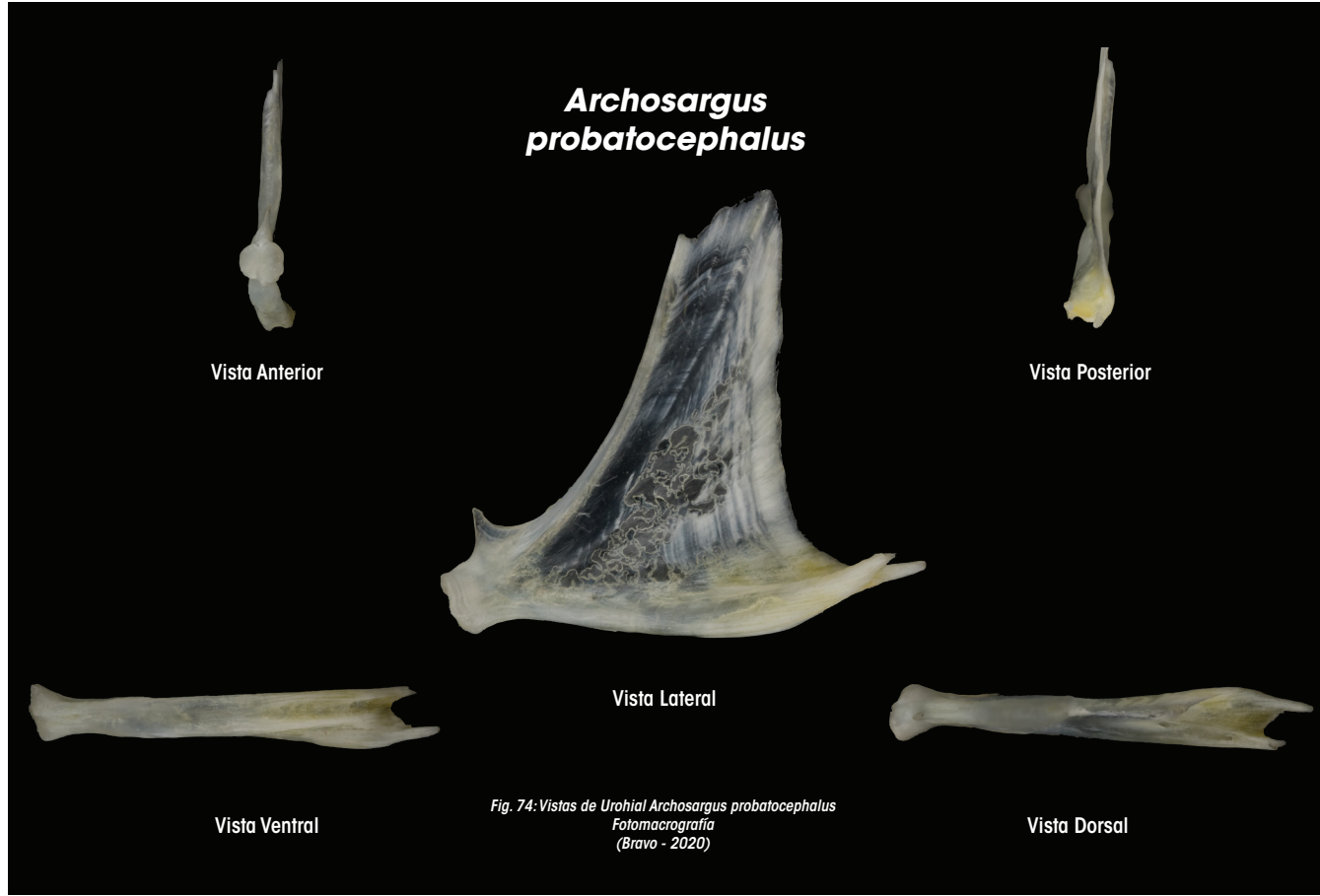
Al seleccionar la vista lateral como primera toma a trabajar y habiendo dispuesto el urohial en el área de trabajo, se debe colocar una regla o cinta métrica debajo este para poder conocer sus dimensiones.

La punta del cóndilo (la parte más sobresaliente del extremo izquierdo) se colocará exactamente en el cero de la regla. Se termina la medición del extremo derecho del urohial en la punta de la proyección más larga (en caso de que sea dispareja la longitud de estas como en el ejemplo).

La longitud de urohiales varía dependiendo la especie y la edad en la cuales son recolectados. En la figura 73 se muestran las dimensiones del sujeto, siendo de 1.6 cm; sin embargo, algunos otros presentan medidas que van de 1 cm. a los 5 cm.



*Fig. 73: Medición del urohial Archosargus probatocephalus  
Fotomacrografía  
(Bravo - 2020)*







Las dimensiones de los sujetos son importantes para las tomas fotográficas, ya que como se mencionó en el cuadro anterior, dependiendo la distancia existente entre estos y el sensor de la cámara habrá mayor nitidez. Esta acción se lleva a cabo para evitar el uso del Z-Stack, aunque, para alcanzar la nitidez y acercamiento necesario, se logrará sólo con una relación 1:1 o similar (1:2 o 2:1), sin embargo, sólo funcionará si su tamaño lo permite; se tiene como ejemplo al modelo *Echeneis naucrates*, cuyas medidas de 5.3 cm ocasionaron alejar el dispositivo de lo realizado anteriormente con otros individuos, teniendo longitudes de uno a dos centímetros. Esta acción constó en alzar el trípode un centímetro más, generando una distancia focal aproximada de 48 cm entre los elementos, provocando no sólo cambió la relación de ampliación, sino la intensidad de la iluminación en la toma, por lo que al recibir menos luz se modificó la velocidad de obturación. Al finalizar, no se afectó la toma, ya que al encontrarse en un "ambiente controlado" se respetó un  $f/10$  y un ISO 100.

Teniendo el conocimiento de los sujetos y sus respectivas características, la disposición del espacio en el laboratorio y el equipo con el que se trabajará hay que aplicar los conocimientos adquiridos en las pruebas, así como determinar el tiempo que se le invertiría a cada organismo para así ejecutar todos los conocimientos en las tomas finales.

En las pruebas se determinó que los parámetros a emplear para la gran mayoría de los organismos serían los siguientes:

- ISO: 100
- Diafragma ( $f/$ ): 10
- Velocidad ( $v$ ): 1/50 seg
- Balance de Blancos (WB): Personalizado con tarjeta de gris y la iluminación a emplear
- Medición de la Luz: Puntual
- Calidad de Toma: RAW+Large
- Objetivo: Canon Macro LENS EF 100mm 1:2.8 L IS USM
- Estabilizador en el Objetivo: OFF

La decisión de estos parámetros se consideró sabiendo que

- ISO: Al no superar el 100, los píxeles de la fotografía son finos y permite una resolución alta. Para el empleo de este parámetro se requiere que haya bastante cantidad de luz, y al ser una toma controlada con apoyo de trípode no hay necesidad de aumentarlo
- $f$ : Se explicó la difracción de una imagen.



### Postproducción

Realizando las tomas fotográficas se debe proseguir con el procesamiento de las imágenes en uno o dos programas de edición para así llevar a cabo la técnica complementaria de Z-Stack.

Algunos autores mencionan algunos programas de edición como Helicon Focus o Zerene Stacker. Este proyecto se concentró en los programas Adobe Lightroom Classic y Adobe Photoshop CC 2019. El primero para la modificación mínima de parámetros de luz y seleccionar las fotografías correspondientes a un solo urohial debido a que se realizan de dos a más tomas para ejecutar la técnica.

Los parámetros modificados fueron los siguientes:

- Aberración Cromática: Se activó.
- Contraste: 10
- Textura: 30
- Claridad: 30

A continuación, en la Tabla 11, se exponen las modificaciones realizadas en cada urohial:



<b>Ejemplar</b>	<b>Altas Luces</b>	<b>Sombras</b>	<b>Blancos</b>	<b>Negros</b>
Acanthurus bahianus	-10	0	-100	0
C. 09	-70	50	-50	100
C. 13	30	30	15	-10
C. 18	-70	50	-40	100
C. 20	-70	20	-50	100
C. 21	-15	30	-20	40
C. 24	-60	70	-50	80
C. 28	-100	50	-100	100
C. 29	-20	20	-20	50
C. 31	-40	20	-70	100
C. 32	-80	70	-100	100
C. 34	-50	50	-40	80
C. 36	-80	70	-100	80
C. 38	-30	50	-30	100
C. 40	-30	50	-30	70
C. 41	-40	60	-15	100
C. 42	-100	50	-100	100
C. 44	-100	30	-100	60
C. 46	-60	40	-50	100
C. 47	-100	70	-100	100
C. 53	-70	100	-100	100
C. 57	-90	60	-60	100

Tabla 11: Modificaciones en Lightroom  
(Bravo - 2020)

## Resultados

A continuación, se presenta un listado de los resultados obtenidos en este proyecto:

- Se realizó un registro fotográfico de un total de 29 urohiales, 29 vistas laterales, 27 vistas anteriores, 26 vistas posteriores, 28 vistas ventrales y 27 vistas dorsales.

- Se elaboraron dos carteles científicos con las vistas laterales solicitadas por los biólogos. El primero, titulado "Fotomacrografía para la Identificación de Peces a través de Estructuras de Importancia Taxonómica", presentándose en el Coloquio de Investigación de la FES Iztacala, abordando la colaboración de biólogos con diseñadores a favor de obtener tomas fotográficas útiles en apoyo a la investigación del tema. El segundo, nombrado "Colección de Urohiales de Peces Teleósteos del Atlántico Mexicano", se expuso en el Congreso de Zoología en Monterrey, Nuevo León; consistió en explicar la importancia de las estructuras óseas mostradas en las fotografías, cómo se consiguieron, así como la finalidad de crear y trabajar en una colección de urohiales.

Ambos trabajos se llevaron a cabo proporcionando al profesor y a los alumnos involucrados en el proyecto, diversas propuestas respecto a la disposición de información, imágenes y explicando la necesidad de reducir el texto en un trabajo de estas características, en comparación al clásico cartel científico, ya que es molesto a la vista por la cantidad de información, tornándose monótono y aburrido. Con estos comentarios, se realizaron los dos diseños presentados al final de las tomas fotográficas, demostrando y comprobando la eficiencia de los conocimientos del diseñador.

- Además de los carteles efectuados, las fotografías han sido utilizadas en la tesis "Descripción del Hueso Urohial de la Ictiofauna del Municipio de Alvarado, Veracruz" de la alumna Ivonne Martínez Solares y el proyecto "Urohiales de Peces Teleósteos del Atlántico Mexicano" de la alumna Brenda Guadalupe Martínez Hernández. Ambas iniciaron con los proyectos e investigaciones de urohiales en la FES Iztacala, del mismo modo, son quienes solicitaron las imágenes para sustentar sus trabajos.

En seguida, se presentan 22 vistas laterales, seleccionadas por las características mencionadas con anterioridad y siendo las de mayor relevancia para el biólogo (teniendo en cuenta sus requerimientos); así mismo, antes de cada imagen se muestran tablas correspondientes a los parámetros de la toma fotográfica, al igual que las descripciones de cada urohial y su longitud.



*Acanthurus babianus*

Familia Acanthuridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	30cm
Relación de Ampliación	1:1
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.2cm
Descripción	Forma de garra; borde dorsal cóncavo y delgado; borde ventral convexo y grueso; región anterior alta; región posterior estrecha; carece de costillas radiales; unión del hipohial y basibranquial separada por una muesca; borde posterior ausente.





*Diapterus auratus*

Familia Gerridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.5cm
Descripción	Forma de ala de insecto; borde dorsal es ascendente; borde ventral ligeramente convexo; región anterior baja; presenta una costilla radial gruesa que diferencia claramente la región inferior que es mucho más alta que la superior; unión del hipohial y basibranchial estrecha; región posterior alta y oblicua ascendente.







*Echeneis naucrates*

Familia Echeneidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	48cm
Relación de Ampliación	1:3
# de Tomas para Z-Stack	6

Medidas-Dimensiones del Urohial	5.3cm
Descripción	Forma elongada a manera de horqueta; borde dorsal ligeramente cóncavo; borde ventral convexo; región anterior baja, cuya unión del hipohial y basibranchial separada por una cisura; región posterior ampliamente bifurcada mediante una cisura profunda; sin costilla radial; borde posterior sumamente escotado.



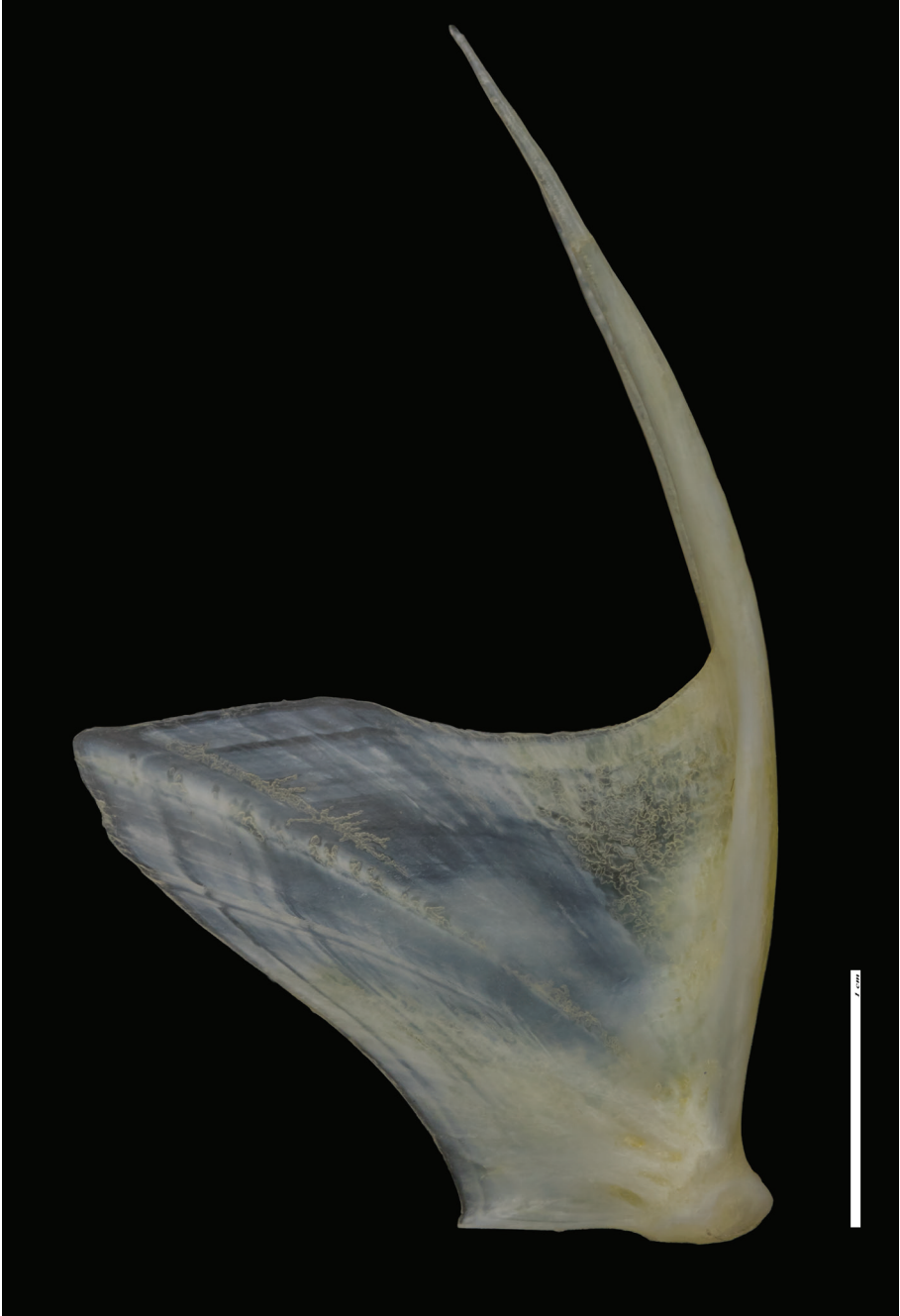


*Calamus pennatula*

Familia Sparidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.2cm
Descripción	Forma semejante a una hoz; borde dorsal ascendente y corto; borde ventral convexo y exageradamente elongado; región anterior alta en donde el hipohial y basibranchial se encuentran ampliamente separados; región posterior aguzada; costillas radiales corren verticales sobre el cuerpo del urohial; borde posterior a manera de U.



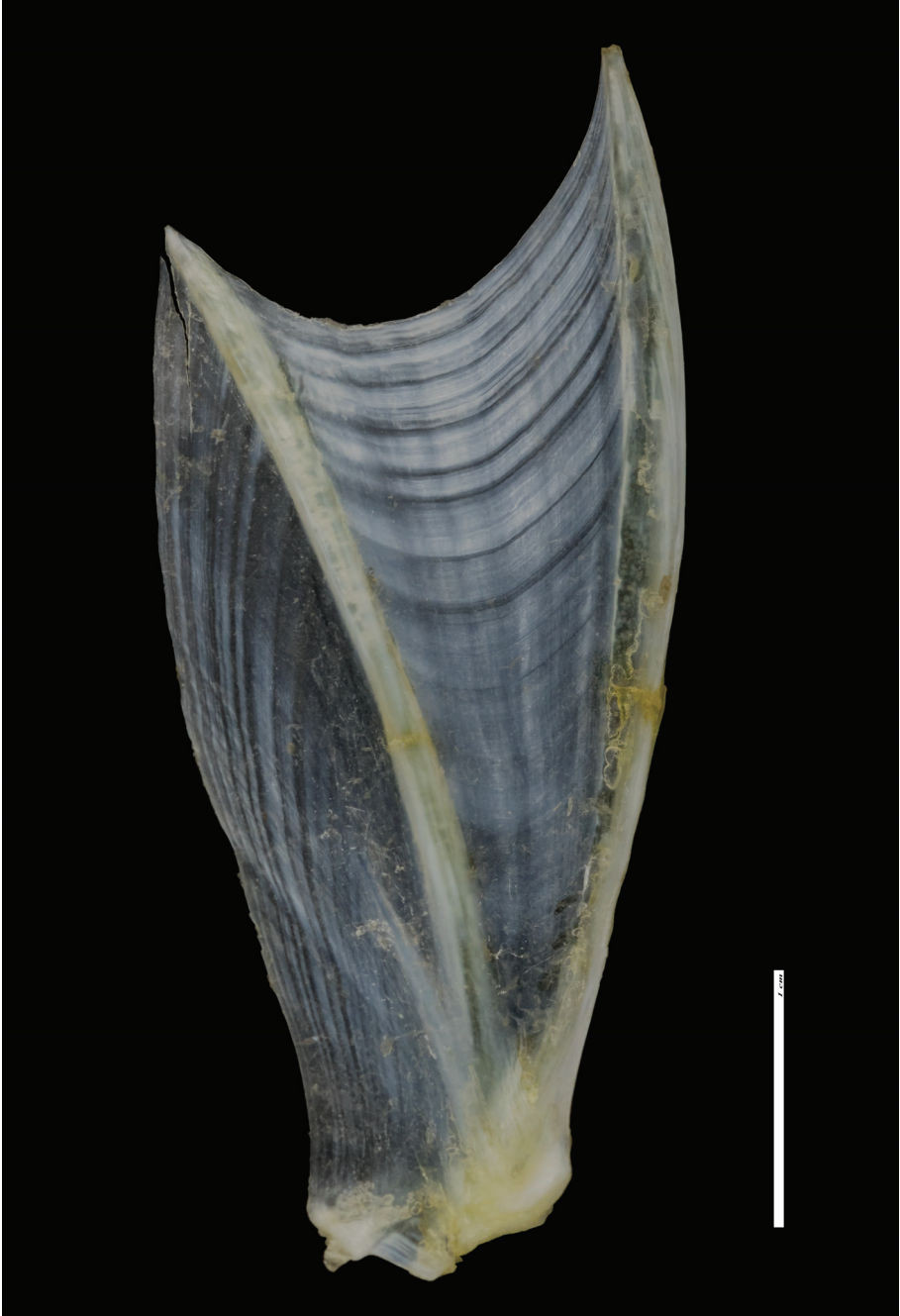


*Lutjanus synagris*

Familia Lutjanidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	2

<b>Medidas-Dimensiones del Urohial</b>	3cm
<b>Descripción</b>	<p>Forma semejante a ala de insecto; borde dorsal ligeramente ascendente; mientras que el ventral ligeramente convexo y más largo que el borde superior; región anterior alta con el hipohial y basibranchial ampliamente separados; región posterior más alta que la anterior; costilla radial oblicua asciende a un ángulo aproximado de 45°; borde posterior lunado. Anillos de crecimiento en la parte superior con la curva externa, los de la inferior con la curva interna.</p>





*Gobiomorus dormitor*

Familia Eleotridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/40"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	3

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.3cm
Descripción	Forma de embudo; borde dorsal ascendente, mientras que el ventral es ligeramente convexo; la región anterior es baja, en donde el hipohial y basibranchial están casi unidos; región posterior alta; carece de costillas radiales; borde poster lunado, debido a que el borde ventral es más largo que el dorsal.





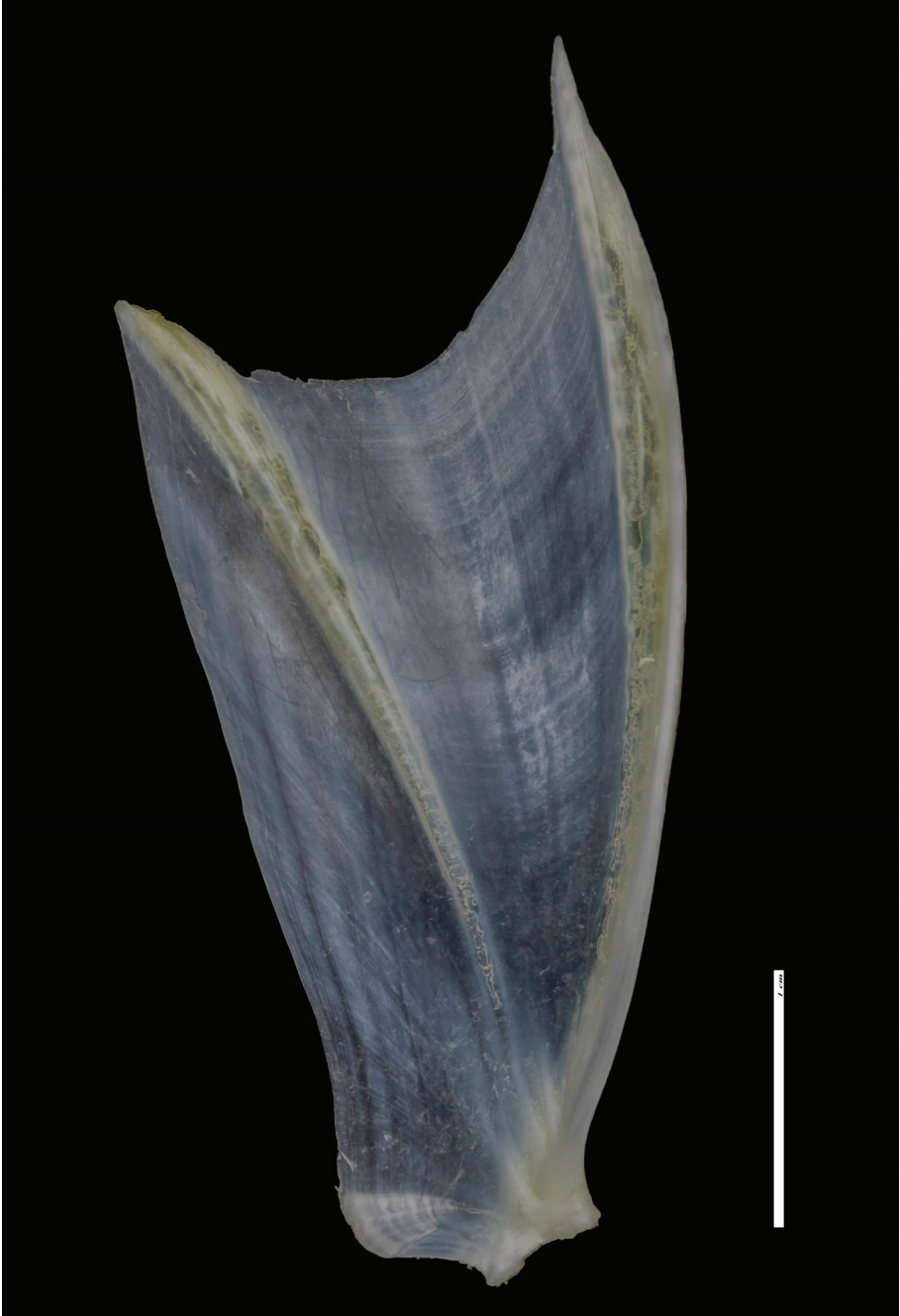


*Lutjanus campechanus*

Familia Lutjanidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	3

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.2cm
Descripción	Forma semejante a ala de murciélago; borde dorsal casi recto, el borde ventral ligeramente convexo y más largo que el borde superior; región anterior alta con el hipohial y basibranchial cercanos; la costilla radial es oblicua ascendente y confluye con el borde dorsal; región posterior lunada.



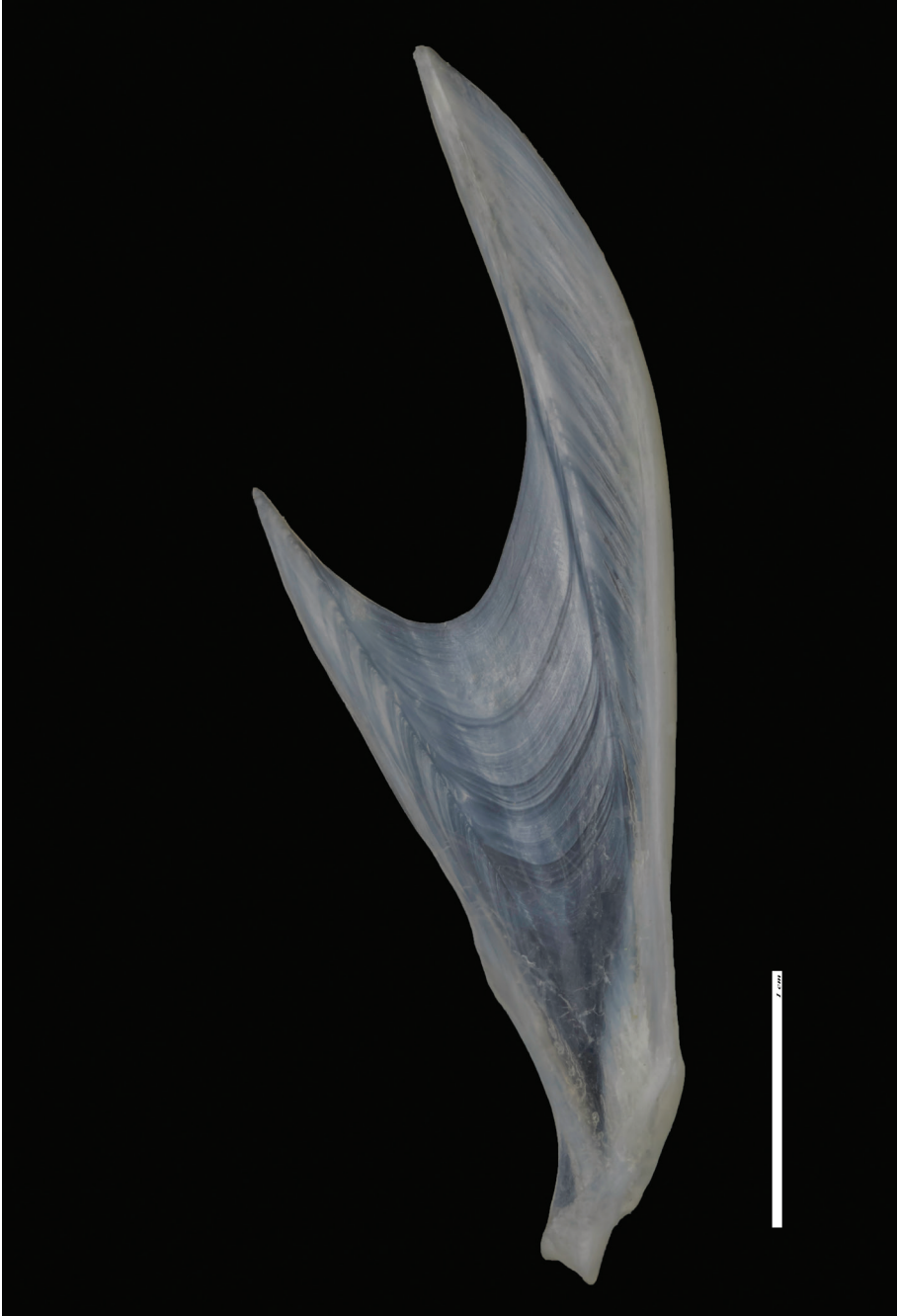


*Epinephelus adscensionis*

Familia Serranidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/40"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	3.1cm
Descripción	Forma de embudo, con ambos bordes aguzados bien marcados; borde dorsal ascendente, borde ventral convexo y elongado; región anterior baja con el hipohial y basibranchial muy cercanos; presenta dos costillas radiales que confluyen en las puntas del urohial; región posterior bastante lunada.





*Mulloidichthys martinicus*

Familia Mullidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/40"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	6

Medidas-Dimensiones del Urohial	3.3cm
Descripción	Forma copa; borde dorsal ascendente; borde ventral ligeramente más largo que el dorsal; región anterior alta con el hipohial y basibranchial subdivididos; con tres costillas radiales, la central divide al urohial en partes equidistantes; región posterior con un pliegue en su parte central.





*Trichiurus lepturus*

Familia Trichiuridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/40"
Distancia Focal	48cm
Relación de Ampliación	1:3
# de Tomas para Z-Stack	6

Medidas-Dimensiones del Urohial	4.1cm
Descripción	Forma bastante elongada a manera de escoba, con la región anterior muy larga y delgada, el hipohial y basi-branquial con unión sumamente estrecha; borde dorsal ligeramente más largo que el ventral; con varias costillas radiales rectas; región posterior crenulada en donde confluyen varias de las costillas.





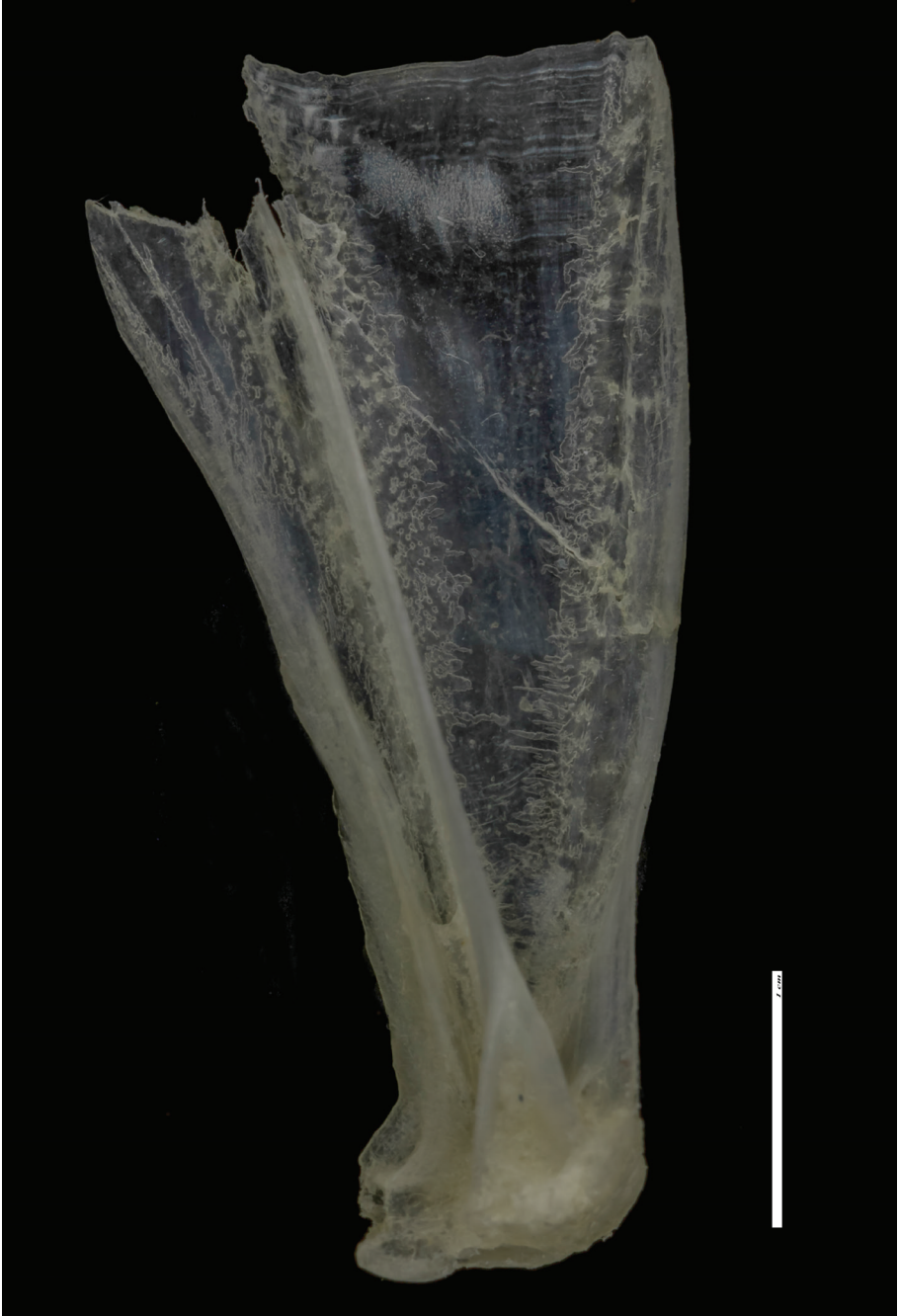


*Micropogonias undulatus*

Familia Scianidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/25"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	2

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.4cm
Descripción	Forma de espátula; borde dorsal ascendente; borde ventral ligeramente convexo; región anterior alta en donde el basi-branquial está elevado en forma de un pequeño gancho; costilla radial oblicua; región posterior truncada.





*Elops saurus*

Familia Elopidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	48cm
Relación de Ampliación	1:3
# de Tomas para Z-Stack	6

Medidas-Dimensiones del Urohial	4.2cm
Descripción	Forma elongada a manera de cometa; borde dorsal recto anteriormente, en la región media es ascendente; región anterior baja y muy larga, en donde el hipohial y basibranchia se encuentran unidos estrechamente; con cuatro costillas radiales rectas; hipohial; región posterior con cuatro proyecciones que coinciden con las costillas.





*Oligoplites saurus*

Familia Carangidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.9cm
Descripción	Forma de ala de libélula; bordes dorsal y ventral cóncavos; región anterior relativamente alta, con la unión del hipohial y basibranquial separadas; región posterior alta; con costilla radial oblicua que confluye con el borde doesal; región posterior redondeada.





*Opistonema libertata*

Familia Clupeidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/60"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.8cm
Descripción	Forma de hoja; borde dorsal ondulado y mucho más largo que el ventral, este último casi recto; región anterior bastante alta, en donde la unión del hipohial y basibranchial se encuentran muy juntas; con una costilla radial baja y casi recta; región posterior redondeado.



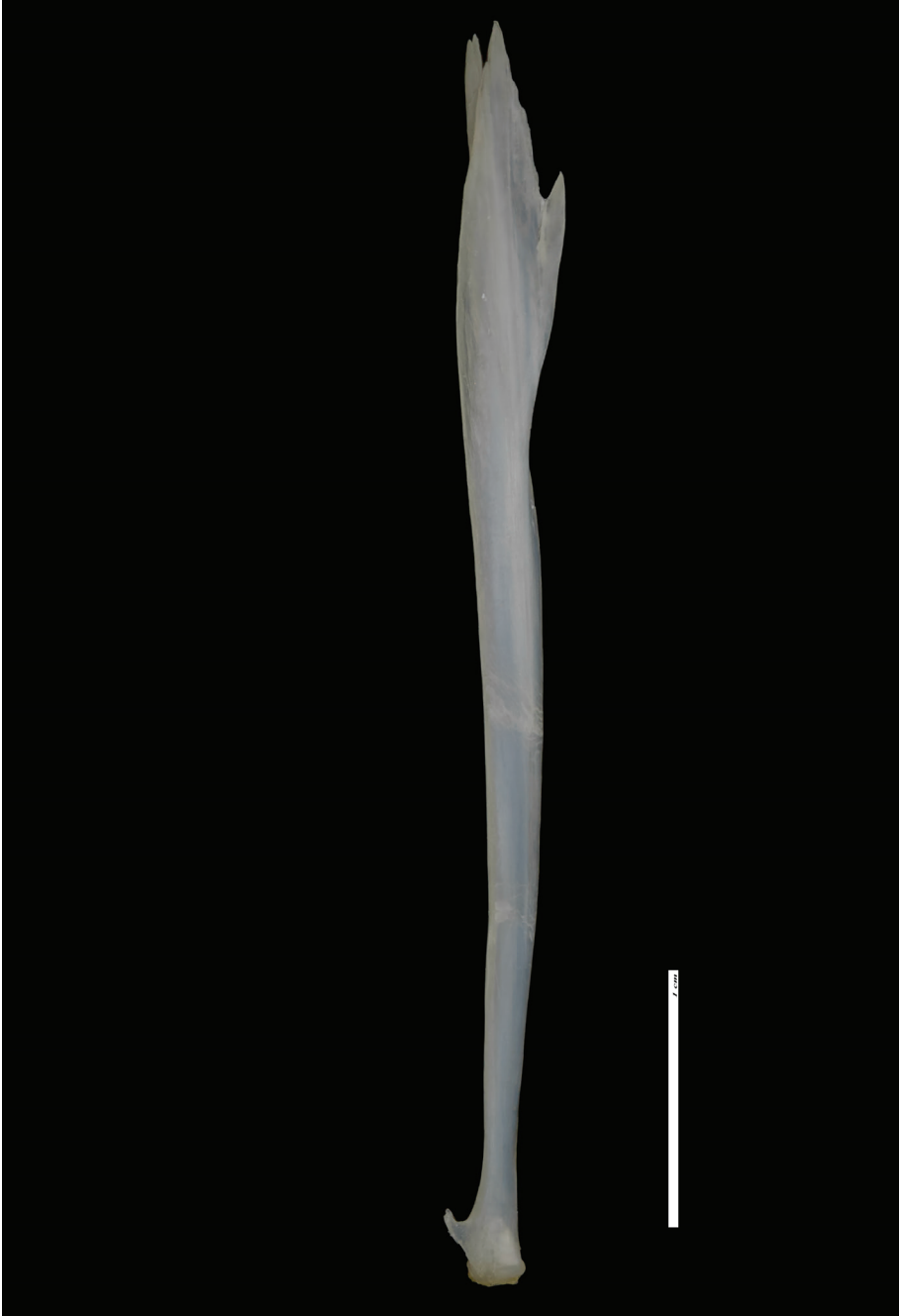


*Hemiramphus brasiliensis*

Familia Hemiramphidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	48cm
Relación de Ampliación	1:3
# de Tomas para Z-Stack	3

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.8cm
Descripción	Forma elongada y muy baja a manera de cometa; ambos bordes son casi rectos; región anterior baja y bastante larga, la unión del hipohial y basi-branquial separadas, el basi-branquial con una proyección en forma de gancho; costillas radiales rectas; región posterior con proyecciones puntiagudas.





*Chaetodipterus faber*

Familia Ehippidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	30cm
Relación de Ampliación	1:1
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.3cm
Descripción	Forma de abanico; el borde dorsal es completamente irregular, mientras que el ventral es recto; la región anterior es bastante alta por lo que el hipohial y basibranchial están demasiado separados; con varias costillas, tanto rectas como oblicuas; la región posterior es irregular.



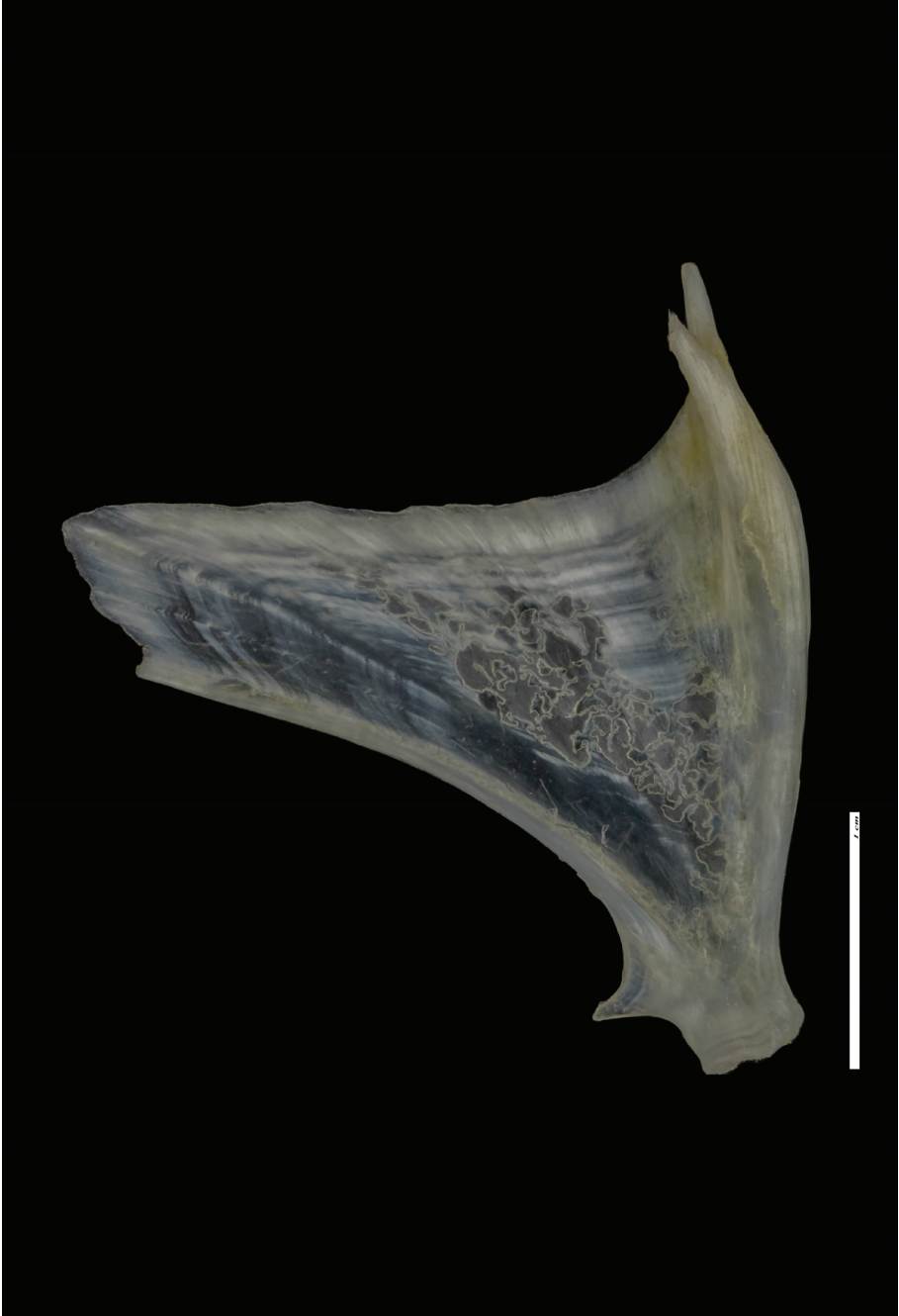


*Archosargus probatocephalus*

Familia Sparidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.6cm
Descripción	Forma de pirámide; borde dorsal cóncavo, delimitado por una costilla; el borde ventral también es cóncavo, pero termina subdividido; la región anterior es baja, la unión del hipohial y basibranquial muy unidas, este último presenta una proyección superior; presenta una costilla oblicua que llega hasta la parte superior del urohial; la región posterior es cóncava.





*Lutjanus griseus*

Familia Lutjanidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/50"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	2.6cm
Descripción	Forma semejante a ala de murciélago; borde dorsal ascendente; borde ventral cóncavo y más largo que el borde superior; región anterior alta con el hipohial y basibranchial separados, hipohial elevado en forma rectangular; costilla radial oblicua ascendente; región posterior lunada.





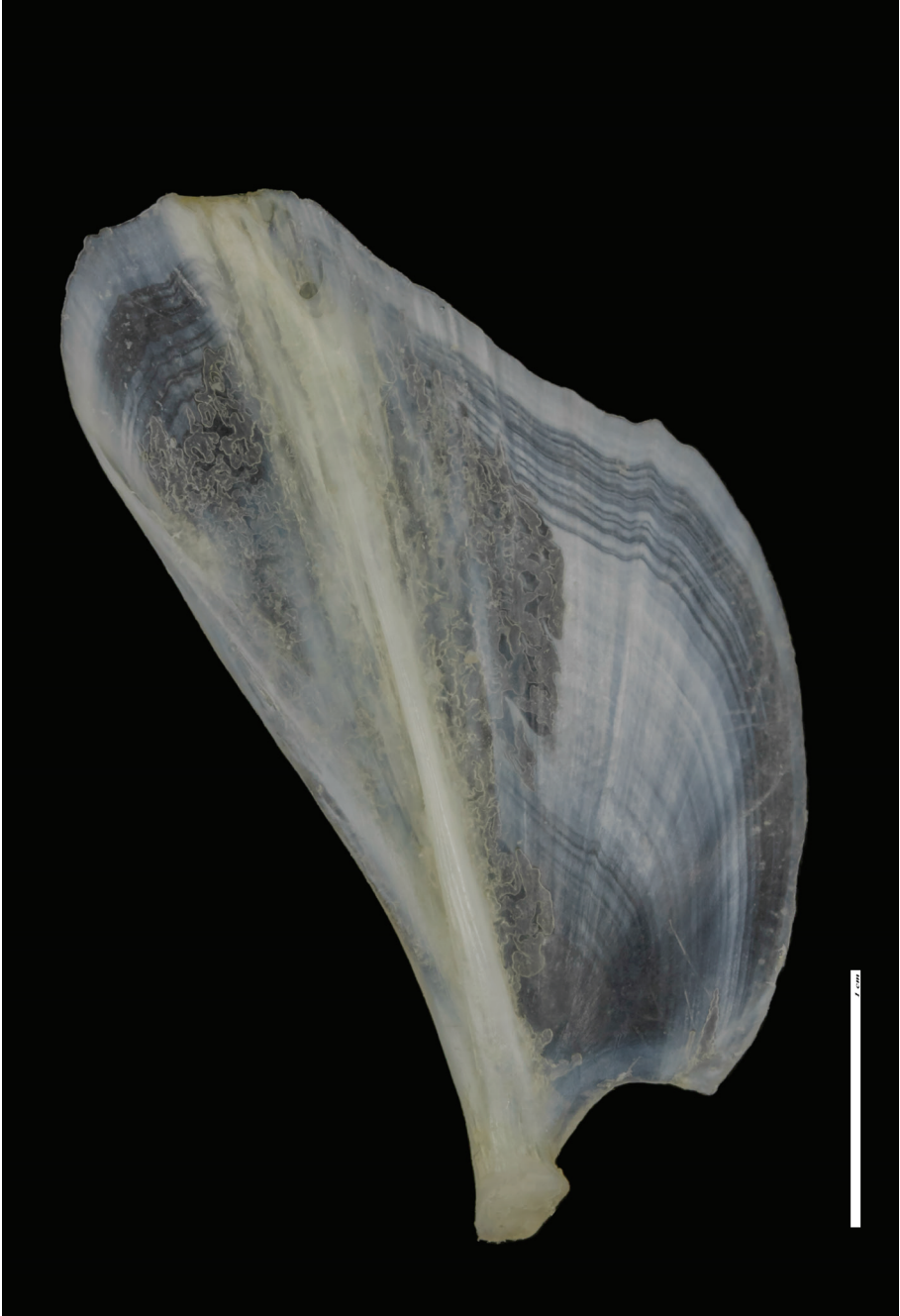


*Gerres cinereus*

Familia Gerridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	2cm
Descripción	Forma de ala de insecto; borde dorsal oblicuo y más largo que el borde inferior; borde ventral irregular, su parte anterior está redondeada y con una muesca, la posterior recta; región anterior baja, la unión del hipohial y basibranquial reducida; costilla radial oblicua, cargada hacia la parte superior del urohial; región posterior redondeada.



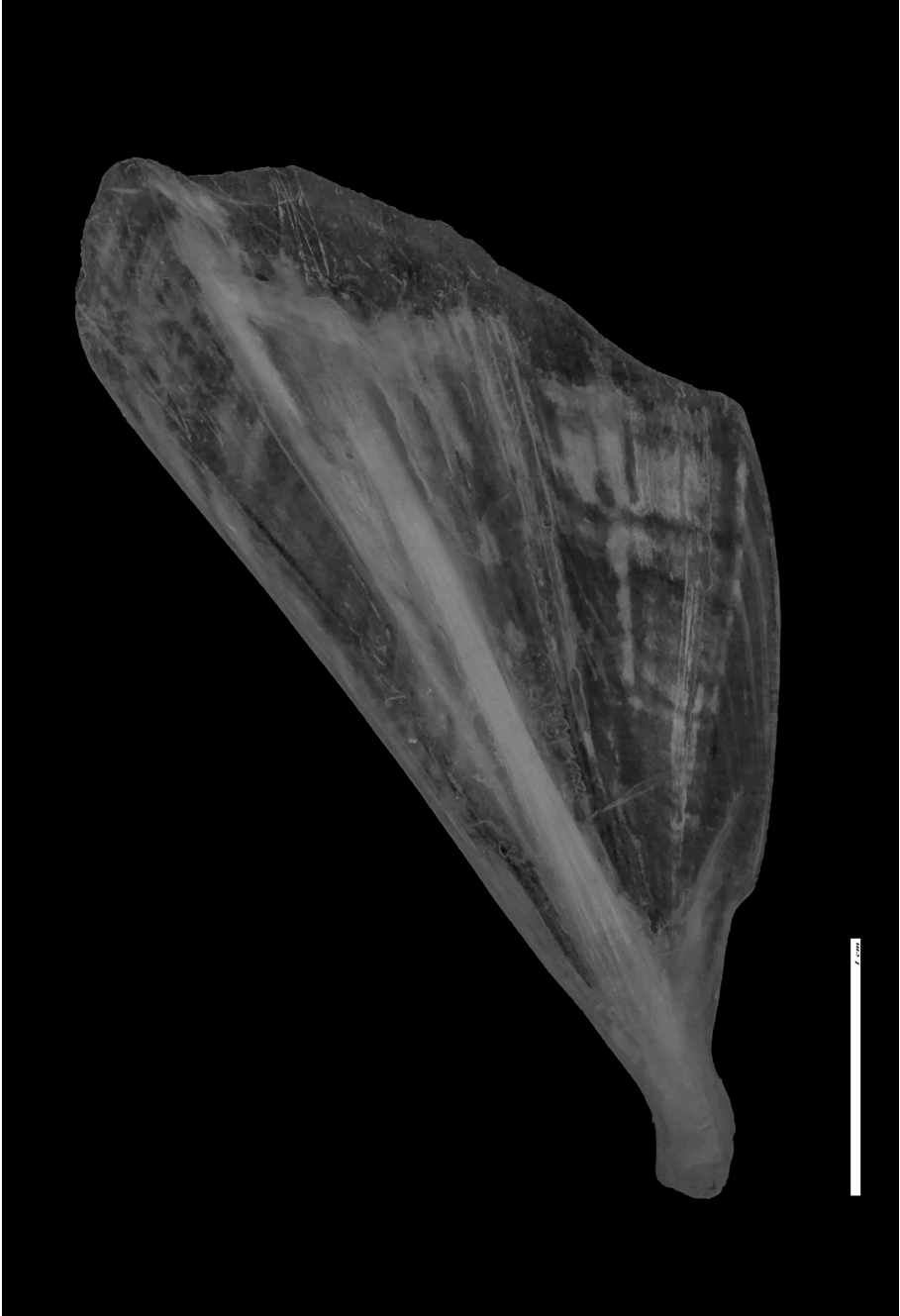


*Gerres plumieri*

Familia Gerridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	39cm
Relación de Ampliación	1:2
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.7cm
Descripción	Forma de ala de insecto; borde dorsal oblicuo y más largo que el borde ventral, este último casi recto y con una muesca anterior; región anterior baja con la unión del hipohial y basibranchial reducida; costilla radial oblicua; región posterior ondulada.



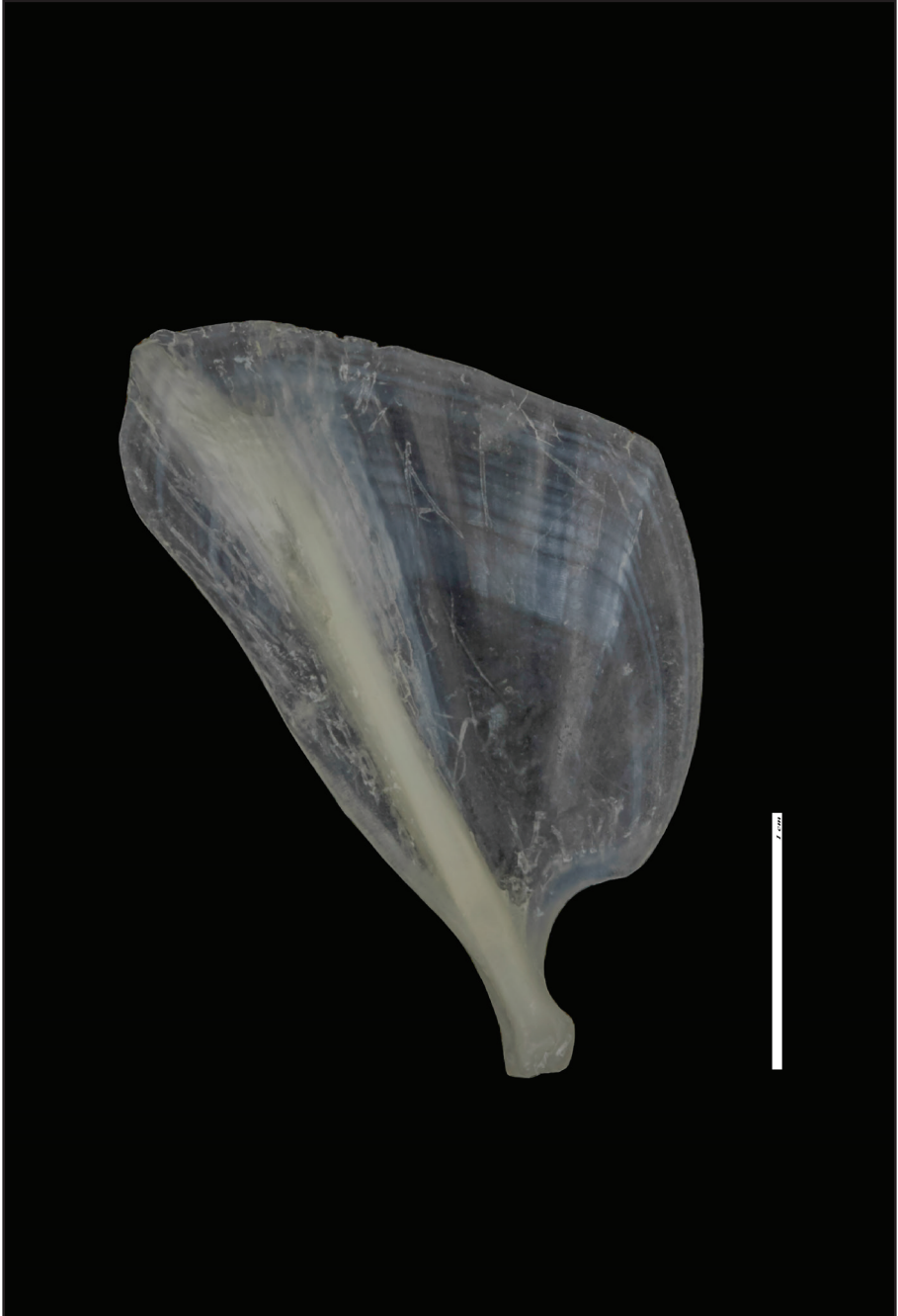


*Diapterus auratus*

Familia Gerridae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	30cm
Relación de Ampliación	1:1
# de Tomas para Z-Stack	1

Medidas-Dimensiones del Urohial	1.2cm
Descripción	Forma de ala de insecto; borde dorsal oblicuo más largo que el borde ventral; borde ventral ligeramente cóncavo, con una muesca anterior; región anterior baja con la unión del hipohial y basibranchial reducida; costilla radial oblicua subterminal; región posterior ligeramente oblicua.



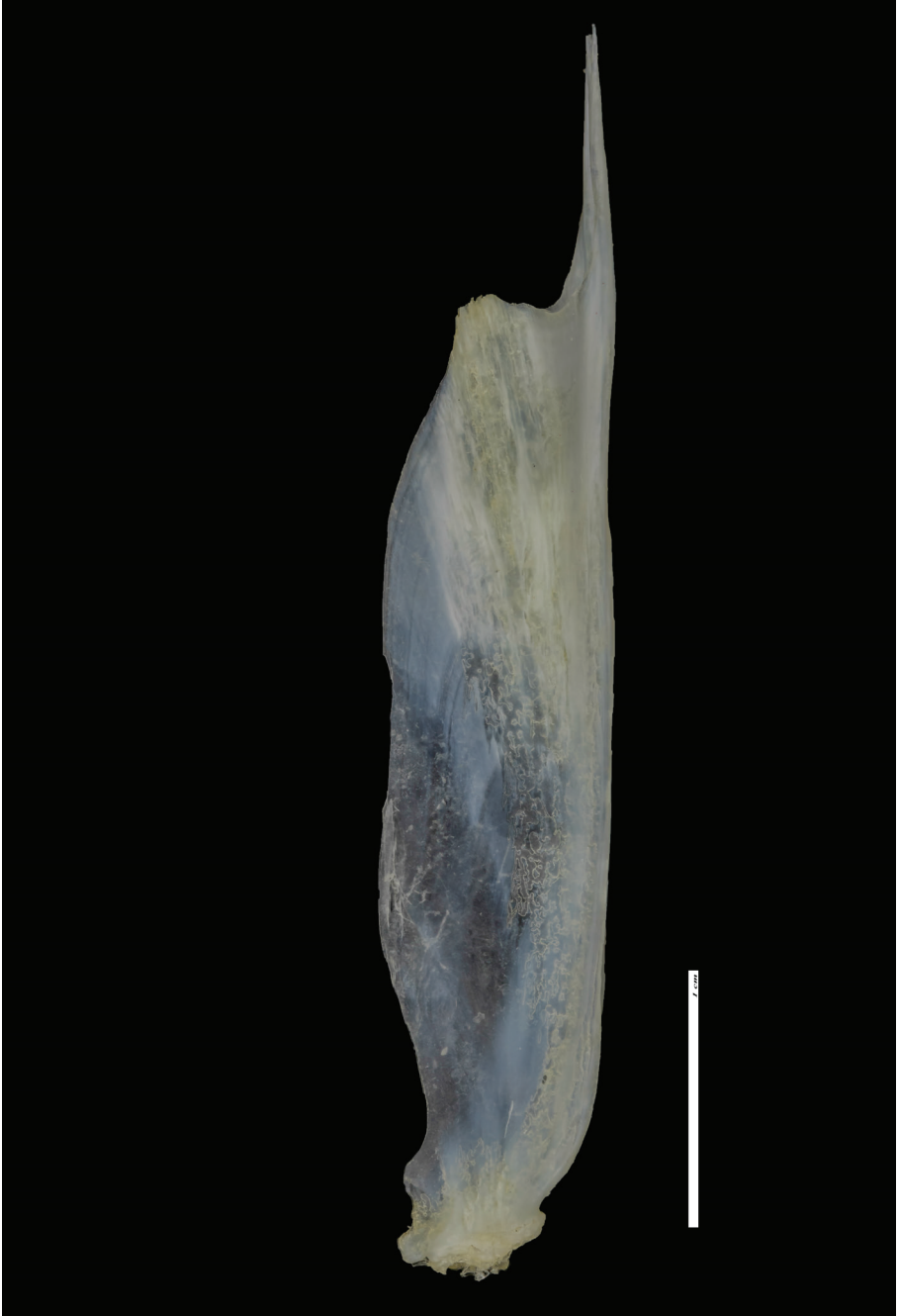


*Mugil curema*

Familia Mugilidae

ISO	100
Diafragma (f)	10
Velocidad (v)	1/30"
Distancia Focal	48cm
Relación de Ampliación	1:3
# de Tomas para Z-Stack	3

Medidas-Dimensiones del Urohial	4cm
Descripción	Forma de cuchillo; borde dorsal ondulado; borde ventral casi recto, con una proyección larga y puntiaguda; región anterior casi tan alta como la longitud del urohial, con la unión del hipohial y basibranchial cercanas; con dos costillas radiales que corren longitudinalmente; la región posterior presenta forma de L.







**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN-IZTACALA



**FOTOMACROGRAFÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PECES A TRAVÉS  
DE ESTRUCTURAS DE IMPORTANCIA TAXONÓMICA**

Martínez Pérez José Antonio - Bravo Morán Samantha - Quijano Reyes Néstor Armando - Martínez Hernández Brenda Guadalupe - Garduño Gaona Jairo Sarcel  
([iam.bravo.moranz@gmail.com](mailto:iam.bravo.moranz@gmail.com))

**INTRODUCCIÓN**

La fotografía es el arte, habilidad y ciencia de producir imágenes permanentes sobre superficies fotosensibles.

La fotografía científica documenta y ayuda a la identificación de los sujetos de estudio, lo cual provee de información gráfica a la comunidad científica.

La fotomacrografía permite la visualización de los detalles de estructuras que son poco perceptibles a simple vista.

**OBJETIVO**

En el presente proyecto se realizó la toma de fotomacrografía en los arosales de los peces recolectados en el Puerto de Veracruz.

**MÉTODO**

- Recolección de organismos en el Puerto de Veracruz.
- Extracción y limpieza de arosales en el Laboratorio de Zootecnia de la FESI.
- Preparación de la masa de trabajo y equipo fotográfico.
- Ajustar iluminación.
- Realizar tomas fotográficas.
- Edición de imágenes.

**MATERIAL**



**RESULTADOS**



**CONCLUSIÓN**

La importancia de la fotografía científica aplicada para la identificación de unidades permite describir de mejor manera estas estructuras y así poder compararlos.



# COLECCIÓN DE UROHIALES DE PECES TELEÓSTEOS DEL ATLÁNTICO MEXICANO



Martínez Hernández Brenda Guadalupe - Martínez Pérez José Antonio - Bravo Morán Samantha Quijano Reyes Néstor Armando - Garduño Gaona Jairo Sarael

## INTRODUCCIÓN

El urohial es un elemento óseo impar de origen dérmico, ubicado en la parte central del esqueleto mandibular inferior del branqueoocráneo en peces teleósteos; es fundamental para la apertura y cierre de la boca, dando como resultado la expansión de la cavidad oral. Junto con otolitos y escamas, en estudios recientes se ha utilizado como una herramienta auxiliar para la determinación de los organismos.



## OBJETIVO

Elaborar la colección científica de los urohiales de peces teleósteos del Atlántico mexicano.

## MATERIAL Y MÉTODO

Captura de organismos con chinchorro playero de 800 m, con apertura de malla de 2 pulgadas.



Obtención de datos morfométricos, merísticos y determinación de las especies. (Carpenter, 2005)



Extracción, limpieza, catalogación, resguardo, creación de base de datos y fotografiado de urohiales.



## VISTAS LATERALES

- a) *Trichurus lepturus*
- b) *Echeneis naucrates*
- c) *Elops saurus*
- d) *Mugil curema*
- e) *Hemiramphus brasiliensis*
- f) *Mulloidichthys martinicus*
- g) *Lutjanus campechanus*
- h) *Gobiosomus dormitor*
- i) *Epinephelus subcensionis*
- j) *Gerres cinereus*
- k) *Opisthonema libertata*
- l) *Chaetodipterus faber*
- m) *Calamus pennatula*
- n) *Acanthurus bahianus*

## RESULTADOS

Se capturaron un total de 137 organismos, pertenecientes a 39 especies distribuidas en 26 géneros y 20 familias.



# Conclusiones

En la elaboración de este proyecto se realizó una investigación del tema a tratar, tanto bibliográficamente como de la experiencia de diversos fotógrafos que han abordado el tema (y se conocieron durante la realización).

Se buscó que el Diseñador y Comunicador Visual lograra trabajar en conjunto con una carrera de diferente área y así lograr un proyecto que trascendiera para ambas partes.

Conforme a las fuentes de consulta se logró desarrollar una técnica de fotomacrografía complementada con el Z-Stack, la cual se basó en principios teóricos establecidos, sobre todo siguiendo el consejo que recalcan todas las fuentes y fotógrafos, que consta en aprender a base de prueba y error. Fue así como se consiguió generar una técnica funcional, adecuada, aplicada y comprobada en los urohiales de las 28 especies de peces óseos del Atlántico Mexicano revisadas en el laboratorio de Zoología de la FES Iztacala.

Se creó un acervo fotográfico digital para el departamento de Ictiología de la FES Iztacala, el cual se conforma de 168 tomas fotográficas, las cuales constan de las seis vistas que presenta cada urohial. De este acervo se seleccionaron 22 fotografías, las cuales son las vistas laterales presentadas en los resultados; esta selección fue determinada por las características que presentaban para la determinación de los organismos y por ello fueron implementadas como auxiliar ilustrativo en la presentación de datos en sus investigaciones.

El empleo de la fotomacrografía en las mencionadas tomas mostró detalles que no en pocas ocasiones habían sido percibidas a simple vista por los biólogos. Las líneas de crecimiento apreciadas sin la necesidad de un microscopio, el observar los detalles que presentaban los cóndilos, tener un registro visual de la diversidad en formas y tamaños de esta estructura ósea y así evitar la necesidad de mostrarlos físicamente en todo momento logrando para preservar la colección. Con esta última acción se logra trasladar la colección ya de un sitio a otro, ya sea con las fotografías impresas o de forma digital a las diversas instituciones y personas que quieran conocer el trabajo realizado con urohiales en la FES Iztacala.

Se aportó evidencia de la relevancia provista por parte del Diseñador y Comunicador Visual, la cual es fundamental en la implementación de proyectos de investigación científica, esto se demostró en la presentación de ambos carteles (Coloquio XXXVI-



II de Investigación de la FES Iztacala y el XXIV Congreso Nacional de Zoología en Monterrey) debido a que resaltaban dentro de todos los demás. Tanto por el diseño de estos, como por las fotografías que se presentaron en ellos, se indujo al espectador a dirigir su atención hacia ellos, de tal forma que la información no solo quedaba en una comprensión auditiva, ya que fue complementada y explicada con imágenes que detallaban la investigación.

Dependiendo del proyecto de investigación, el sitio y la persona para el cual se desarrolle es si existe la posibilidad de un financiamiento económico. Normalmente las imágenes científicas son creadas por los mismos investigadores, ya que los presupuestos suelen ser escasos y no pueden darse el lujo de invertir en una persona con los conocimientos que posee un Diseñador y Comunicador Visual, así que prefieren invertir en un curso que les de noción del manejo del equipo o simplemente aprender empíricamente el manejo de este.

Si el Diseñador y Comunicador Visual quiere incursionar en esta rama de la fotografía debe entender la diversidad de técnicas que hay para así abordar las diferentes problemáticas de las diversas ciencias para las cuales puede colaborar. Del mismo modo debe entender que la forma en la que un Diseñador y Comunicador Visual resuelve una problemática (ya sea técnica, composición, color...) no es la forma en la que lo haría un científico ya que esto podría afectar los resultados de su investigación. Al entender y aceptar las propuestas de ambas partes se puede conseguir un resultado que los beneficie. Al cumplir con las expectativas de los clientes, es que se logrará incursionar de forma profesional y se logrará una remuneración económica en la Fotografía Científica; aunque, si se desea un financiamiento económico considerable, se debe incursionar en un grupo científico que aborde algún proyecto en CONACYT o alguna institución, puede ser educativa o de divulgación, que requiera un especialista en sus proyectos.

## Fuentes de Consulta

- Acevedo, E.. (2011). Las imágenes científicas y la visión de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación- CTSI . 09/06/2020, de Red Iberoamericana de Comunicación y Divulgación de Información Científica de la OEI y Asociación Colombiana de Periodismo Científico ACPC Sitio web: file:///C:/Users/Sam/Downloads/imagenes2.pdf
- Álvarez, J.. (2020). La fotografía naturalista de Peter Henry Emerson. 6/08/2020, de José Álvarez Fotografía Sitio web: <https://josealvarezfotografia.com/peter-henry-emerson-fotografia-naturalista/>
- Arévalo, G. (2018). Morfología Trófica de Tlaloc candalarius (Hubbs-1924). Tesis de Pregrado (Licenciatura). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Ciencias Biológicas.
- Bednarik, R. (1998). Los primeros testimonios del espíritu creador. El Correo de la UNESCO. El Arte de los comienzos, pinturas y grabados rupestres, pp. 4-10.
- Burnes, L. (2006). Urohiales de Especies Selectas de Peces del Pacífico Oriental. Tesis de Pregrado (Licenciatura). La Paz, Baja California Sur: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Canon Latin American Group. (2020). EF 100mm f/2.8L Macro IS USM. 29/07/2020, de Canon U.S.A Sitio web: [https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/ef\\_lens\\_lineup/ef\\_100mm\\_f\\_2\\_8l\\_macro\\_is\\_usm#service\\_and\\_support\\_tab\\_item](https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/ef_lens_lineup/ef_100mm_f_2_8l_macro_is_usm#service_and_support_tab_item)
- Canon Latin American Group. (2020). EOS Rebel T6i. 29/07/2020, de Canon U.S.A. Sitio web: [https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/eos\\_cameras/eos\\_rebel\\_t6i#featuresTab](https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/eos_cameras/eos_rebel_t6i#featuresTab)
- Canon Latin American Group. (2020). EOS Rebel T6i. 29/07/2020, de Canon U.S.A. Sitio web: [https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/eos\\_cameras/eos\\_rebel\\_t6i#specificationsTab](https://www.cla.canon.com/cla/es/support/consumer/cameras/eos_cameras/eos_rebel_t6i#specificationsTab)
- Chollet, J. (2009). Morfología comparada del hueso urohial es especies de la familia Gerridae (perciformes). Tesis de Pregrado (Licenciatura). La Paz, Baja California Sur: Universidad Autónoma de Baja California Sur Área de Conocimiento en Ciencias del Mar, Departamento Académico de Biología Marina.
- Chollet, J. (2012). El hueso urohial en la familia Gerridae (Teleostei: perciformes): análisis taxonómico y filogenético. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur: Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.



- Coleman, D. L. (2005). Pleasant fictions: Henry Peach Robinson's composition photography (Doctoral dissertation). Recuperado de: <https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/2404/colemand35309.pdf?sequence=2&isAllowed=y> p. 83-84
- Coordinación de Educación a Distancia y Sistemas de Información. (2019). ANTECEDENTES. 09/06/2020, de Facultad de Estudios Superiores Iztacala - Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: [https://biologia.iztacala.unam.mx/bio\\_antec.php](https://biologia.iztacala.unam.mx/bio_antec.php)
- Coordinación de Educación a Distancia y Sistemas de Información. (2019). MISIÓN, VISIÓN Y VALORES. 09/06/2020, de Facultad de Estudios Superiores Iztacala - Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: [https://biologia.iztacala.unam.mx/bio\\_misviva.php](https://biologia.iztacala.unam.mx/bio_misviva.php)
- Costa, A. & Fernández, J.. (2005). La Imagen Digital. Revista de Ortodoncia, 35, pp. 255- 256. [http://www.revistadeortodoncia.es/files/2005\\_35\\_3\\_255-266.pdf](http://www.revistadeortodoncia.es/files/2005_35_3_255-266.pdf)
- Cuevas, C. (2002). La Fotografía en la Historia de la Biología en México. Alquimia, 5, pp.23-35.
- Davies, A. (2010). Close-Up and Macro Photography. China: Focal Press.
- Deli, M., González, M. & Díaz, J. (2008, agosto). Análisis de la Morfología Ósea de Peces de la Laguna Costera Mar Chiquita, Argentina. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 43, pp.355-380.
- Esteban, F. J. F. (2008). De la cámara oscura a la cinematografía: Tres siglos de tecnología al servicio de la creación visual. Área abierta, (19), 1. p.4. Recuperado de: <https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/1920948091/fmt/pi/rep/NONE?s=4vFPW9bcwyCFHD-vID6g%2F0f5IJFc%3D>
- Fernández, A.. (2002). La Influencia de los Estilos Artísticos de los Años 1945 a 1985 en la Fotografía. Tesis de Maestría. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Artes Plásticas, Academia de San Carlos.
- Fernández, J.. (2005). El Equipamiento para la Fotografía Digital. Revista de Ortodoncia, 35, pp. 77-80. [http://www.revistadeortodoncia.com/files/2005\\_35\\_1\\_075-084.pdf](http://www.revistadeortodoncia.com/files/2005_35_1_075-084.pdf)
- Foto321.com. (2020). Trípode Manfrotto Compact Action negro.



29/07/2020, de Foto321.com Sitio web: <https://foto321.com/tripodes/tripodes-de-aluminio/tripode-manfrotto-compact-action-negro.html>

- FotoNostra. (2020). Absorción. 25/07/2020, de FotoNostra: Fotografía y diseño gráfico digital Sitio web: <https://www.fotonostra.com/glosario/absorcion.htm#:~:text=Absorci%C3%B3n,resultado%20de%20la%20absorci%C3%B3n%20selectiva.>

- FotoNostra. (2020). Fotomacrografía no es macrofotografía. 06/06/2020, de FotoNostra: Fotografía y diseño gráfico digital Sitio web: <https://www.fotonostra.com/fotografia/fotomacrografia.htm>

- Freeman, M. (2005). Fotografía Digital de Aproximación. China: Evergreen.

- Gálvez, V. (2017, mayo-junio). La Fotografía Científica. Historia y Vínculo con la Divulgación. Revista Digital Universitaria, 18, pp. 2-17.

- González, L. (2010, enero). La Ciencia desde el Arte. Ciencia y Desarrollo, 36, pp.34-59.

- Gutiérrez, I. (2002). Notas sobre el Origen y Práctica de la Fotografía Científica en México. Alquimia, 5, pp.7-13.

- Güido, C.. (2019). ¿Qué es la fotomacrografía?. 06/06/2020, de Escuela Nacional Preparatoria N.º 7, UNAM Sitio web: <https://fotografia.ceduc.com.mx/que-es-la-fotomacrografia/>

- Kusaka, T.. (1974). Urohyal of Fishes. Japón: University of Tokyo Press. p.2

- Lloris, D., Matallanas, J. & Oliver, P. (2003). Merluzas del Mundo (Familia Merluccidae). Catálogo comentado e ilustrado de las Merluzas conocidas. FAO. Roma, p. 62

- Marinello, J. D. (2014). Fotografía digital: Técnica y lenguaje. Ediciones UC. pp. 18-19. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EqqNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=que+es+la+resoluci%C3%B3n+digital+en+la+fotograf%C3%ADa&ots=TuzwFn\\_PuH&sig=18KUDZSKqIWQ4bQIYClVLoMJrM#v=onepage&q=que%20es%20la%20resoluci%C3%B3n%20digital%20en%20la%20fotograf%C3%ADa&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EqqNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=que+es+la+resoluci%C3%B3n+digital+en+la+fotograf%C3%ADa&ots=TuzwFn_PuH&sig=18KUDZSKqIWQ4bQIYClVLoMJrM#v=onepage&q=que%20es%20la%20resoluci%C3%B3n%20digital%20en%20la%20fotograf%C3%ADa&f=false)

- Márquez, M. B. Sobre los orígenes de la fotografía. pp. 6-7 . Recuperado de: <http://personales.us.es/mbmarquez/textos/genefot.pdf>



- Miller, A., Hemsath, D. & McConaghy, M.. (2013). Eadweard Muybridge Collection. 05/08/2020, de University of Pennsylvania: University Archives and Records Center. p. 4. Sitio web: [http://dla.library.upenn.edu/dla/pacscl/ead.pdf?id=PACSCL\\_UPENN\\_ARCHIVES\\_USUSPUA-rUPT50M993](http://dla.library.upenn.edu/dla/pacscl/ead.pdf?id=PACSCL_UPENN_ARCHIVES_USUSPUA-rUPT50M993)
- Moran, B.. (2003, primavera). Photo Documentation of Toolmark Identifications – An Argument in Support. *AFTE Journal*, 35, p. 174.
- Núñez. (2013). Nociones básicas de la luz. 11/06/2020, Recuperado de Sitio web: <https://www.uv.mx/personal/lenunez/files/2013/06/luz.pdf>
- Overney, N., & Overney, G. (2011). The history of photomicrography. *Microscopy UK*. Recuperado de: [http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmar10/history\\_photomicrography\\_ed3.pdf](http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmar10/history_photomicrography_ed3.pdf)
- Peres, M. & Delly, J.. (2007). Photomacrography and Close-Up Photography. En *Focal Encyclopedia of Photography: Digital Imaging, Theory and Applications, History and Science* (pp. 584-590). United States of America: Focal Press.
- Posada, J. (2017). De la Fotografía a la Fotografía Científica. *Ciencia y Desarrollo*, 43, pp.40-53.
- Real Academia Española. (2019). Fotografía. 20/09/2020, de Asociación de Academias de la Lengua Española Sitio web: <https://dle.rae.es/fotograf%C3%ADA>
- Redacción EL TIEMPO. (2016). Las imágenes que el ojo humano no puede ver Biólogo y fotógrafo científico desvelan las técnicas para capturar los detalles demasiado pequeños.. 22/07/2020, de El Tiempo Sitio web: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/la-fotografia-en-el-campo-de-la-ciencia-34607>
- Rubio, U. (2011). Osteología comparada de los peces linterna del género *Triphoturus fraser-brunner*, 1949 (Telostei: Myctopidae). Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur: Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Sáenz, M.R. DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA DE FLORA Y FAUNA.. Recuperado el 1/08/2020 de: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62337014/DOCUMENTACION\\_FOTOGRAFICA\\_DE\\_FLORA\\_Y\\_FAUNA20200311-2638-t3h4lg.pdf?1583927335=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDOCUMENTACION\\_FOTOGRAFICA\\_DE\\_FLORA\\_Y\\_FAU.pdf&Expires=1596814839&Signature=hJM3tHr-EFmaNI-MyeGrhLr6R-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62337014/DOCUMENTACION_FOTOGRAFICA_DE_FLORA_Y_FAUNA20200311-2638-t3h4lg.pdf?1583927335=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDOCUMENTACION_FOTOGRAFICA_DE_FLORA_Y_FAU.pdf&Expires=1596814839&Signature=hJM3tHr-EFmaNI-MyeGrhLr6R-)





NNozbibsmBNypd~mgcmEr9-sQS6DiGHhtMA7LMcqL6gLJcZcp6LtJ-sUr-T6l2ceVv5cCK2j7-s4v0Veuy51qfvbeKvKI0fcUN6QJ8ldLCAwyX0LH-jWBfObrKkhvwGSIhfkad23igrK27gegDB5l0kWhenuNq62DkVC6AxsS-2f6ZfaF7Wf8vAZZJhRwXEY9tQVrejOw4gsg22qPUbDsyUx1uAXevr-ft7ABJNLkrht-BqUDXF9lp39R95uz6HYj~NUQt3rbWC9mfxj-2VC9-8DZ-bZsRZq3D8VU8PJUNUDbFwIRiQQXcy11j3YRxhQ\_\_&Key-Pair-Id=APKA-JLOHF5GGSLRBV4ZA

- Sanz, E.. (2020). ¿Qué es la fotografía científica?. 06/06/2020, de Revista Muy Interesante Sitio web: <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/ique-es-la-fotografia-cientifica>
- Savazzi, E. (2011). Digital Photography for Science: Close-up Photography, Macrophotography and Photomacrography. Recuperado del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México: Copyright International and Pan-American.
- Teimori, A., Motamedi, M., & Iranmanesh, A. (2018). Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). *Mediterranean Marine Science*, 19(2), 356-365.
- The Goodheart-Willcox Co., Inc. (2020). Close-up Photography and Photomacrography. 10/06/2020, de The Goodheart-Willcox Co., Inc Sitio web: [https://www.g-w.com/assets/files/pdf/sampchap/9781605254761\\_ch07.pdf](https://www.g-w.com/assets/files/pdf/sampchap/9781605254761_ch07.pdf)
- Vázquez, A.. (2007). Fotografía Científica de Campo: Toma Fotográfica de Aves para el Laboratorio de Ecología de la UBIPRO de la FES Iztacala realizada en Santa María Tecomavaca y San Juan Bautista Coyula, Oaxaca. Tesis de Pregrado (Licenciatura). Cuautitlán Izcalli, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- Vertter, J. & Peres, M... (2020). Close-Up Photography & Photomacrography. 03/08/2020, Recuperado de Sitio web: [http://mrppph.cias.rit.edu/Biomed\\_vetter\\_book.pdf](http://mrppph.cias.rit.edu/Biomed_vetter_book.pdf)
- Wikipedia. (2020). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 09/06/2020, de Wikipedia Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Facultad\\_de\\_Estudios\\_Superiores\\_Iztacala](https://es.wikipedia.org/wiki/Facultad_de_Estudios_Superiores_Iztacala)



## Créditos Iconográficos

- Figura 1: Lésper, A. (2019). Cámara oscura: más que la realidad, por Avelina Lésper. Recuperado de: <https://www.milenio.com/cultura/la-berinto/camara-oscura-realidad-avelina-lesper>
- Figura 2: Fernandes, L. (2018). Joseph Berres's phototyp: Printing photography in the service of science. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/figure/joseph-berres-Ueber-den-zarten-Bau-der-Druesen-des-menschlichen-Koerpers-1840\\_fig1\\_326545322](https://www.researchgate.net/figure/joseph-berres-Ueber-den-zarten-Bau-der-Druesen-des-menschlichen-Koerpers-1840_fig1_326545322)
- Figura 3: The Project Gutenberg EBook. (2010). The Pencil of Nature. Recuperado de: <http://www.gutenberg.org/files/33447/33447-h/33447-h.html>
- Figura 4: European Foundation. (2020). Photography pioneer: Anna Atkins' algae cyanotypes. Recuperado de: <https://www.europeana.eu/es/blog/photography-pioneer-anna-atkins-algae-cyanotypes>
- Figura 5: Cóndes, O. (2017). Esta es posiblemente la foto más antigua jamás hecha de un eclipse total de sol en 1851. Recuperado de: <https://www.xatakafoto.com/historia-de-la-fotografia/esta-es-posiblemente-la-foto-mas-antigua-jamas-hecha-de-un-eclipse-total-de-sol-en-1851>
- Figura 6: RA Collection: Art. (2020). Horses. Gallop; thoroughbred bay mare (Annie G) with male rider, 1872-1875; Eadweard Muybridge (1830 - 1904). Recuperado de: <https://www.royalacademy.org.uk/art-artists/work-of-art/horses-gallop-thoroughbred-bay-mare-annie-g-with-male-rider>
- Figura 7: Almodóvar, V. (2014). LA FOTOGRAFÍA NATURALISTA- PETER HENRY EMERSON. Recuperado de: <https://valmodovar.wordpress.com/2014/09/03/8-la-fotografia-naturalista-peter-henry-emerson/>
- Figura 8: Cuevas, C. (2002). La Fotografía en la Historia de la Biología en México. Recuperado de: Alquimia, 5, p. 23
- Figura 9: Diamantis, A., Magiorkinis, E. & Androutsos, G. (2009). Alfred François Donné (1801-78): a pioneer of microscopy, microbiology and haematology. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/figure/Daguerrotype-of-Trichomonas-vaginalis-in-his-Atlas-courtesy-of-Donnes-Atlas-21\\_fig1\\_24376437](https://www.researchgate.net/figure/Daguerrotype-of-Trichomonas-vaginalis-in-his-Atlas-courtesy-of-Donnes-Atlas-21_fig1_24376437)
- Figura 10: Lloris, D., Matallanas, J. & Oliver, P. (2003). Merluzas del Mundo (Familia Merluccidae). Catálogo comentado e ilustrado de las Merluzas conocidas. FAO. Roma, p. 62



- Figura 11: Burnes, L. (2006). Urohiales de Especies Selectas de Peces del Pacífico Oriental. Tesis de Pregrado (Licenciatura). La Paz, Baja California Sur: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Figura 12: Deli, M., González, M. & Díaz, J. (2008, agosto). Análisis de la Morfología Ósea de Peces de la Laguna Costera Mar Chiquita, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43.
- Figura 13: Chollet, J. (2009). Morfología comparada del hueso urohial es especies de la familia Gerridae (perciformes). Tesis de Pregrado (Licenciatura). La Paz, Baja California Sur: Universidad Autónoma de Baja California Sur Área de Conocimiento en Ciencias del Mar, Departamento Académico de Biología Marina.
- Figura 13: Chollet, J. (2012). El hueso urohial en la familia Gerridae (Teleostei: perciformes): análisis taxonómico y filogenético. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur: Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Figura 15: Teimori, A., Motamedi, M., & Iranmanesh, A. (2018). Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). *Mediterranean Marine Science*, 19(2).
- Figura 16: Arévalo, G. (2018). Morfología Trófica de *Tlaloc candalaria* (Hubbs-1924). Tesis de Pregrado (Licenciatura). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Ciencias Biológicas.
- Figura 17: FotoNostra. (2020). Fotomacrografía no es macrofotografía. Recuperado de: <https://www.fotonostra.com/fotografia/fotomacrografia.htm>
- Figura 18: Bravo, S. (2019). Obra Propia: Otolito.
- Figura 19: Gutiérrez, I. (2002). Notas sobre el Origen y Práctica de la Fotografía Científica en México. Recuperado de: *Alquimia*, 5, p. 9.
- Figura 20: Bravo, S. (2020). Obra Propia: Fruto de Cactácea.
- Figura 21: Bravo, S. (2020). Obra Propia: Cámara Óptica.
- Tabla 1: Freeman, M. (2005). *Fotografía Digital de Aproximación*. China: Evergreen.



- Tabla 2: Freeman, M. (2005). Fotografía Digital de Aproximación. China: Evergreen.
- Figura 22: Bravo, S. (2020). Esquema: Reflexión.
- Figura 23: Bravo, S. (2020). Esquema: Absorción.
- Figura 24: Bravo, S. (2020). Obra Propia: Primer Plano a Distancia - Libélula.
- Figura 25: Maio, A. (2020). What is a Tilt Shift Lens? The Tilt Shift Effect Explained. Recuperado de: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-a-tilt-shift-lens/>
- Figura 26: Atlas de Video Endoscopia Gastrointestinal de El Salvador. (2020). Polipectomía Endoscópica. Recuperado de: <https://www.gastrointestinalatlas.com/espanol/polipectomia.html>
- Figura 27: Tachiquín, A. (2020). BRUNEUM. Recuperado de: <https://antoniotachiquin.com/collections/fauna/products/bruneum>
- Figura 28: Facultad de Estudios Superiores Iztacala. (2019). UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO. Recuperado de: [https://www.iztacala.unam.mx/fesi\\_localizacion.php](https://www.iztacala.unam.mx/fesi_localizacion.php)
- Figura 29: Medina, L. (2019). Fotografía de Urohial.

◊ De la Figura 30 a la 74, de la Tabla 3 a la 11, así como las fotografías y tablas presentadas en Resultados y Anexos son obra del autor de este proyecto: Samantha Bravo Morán.





# Anexos





A continuación, se muestran las vistas de algunos de los organismos trabajados, como lo son:

- *Archosargus probatocephalus*

Des este se mostró un cuadro en el capítulo tres, por lo que sólo se mostrarán a mayor tamaño sus cuatro vistas.

- *Opistonema libertata*

Cuadro + vistas anterior, ventral y dorsal.

- *Hemiramphus brasiliensis*

Cuadro + vistas anterior, ventral y dorsal.

- *Chaetodipterus faber*

Cuadro más vistas ventral y dorsal.

- *Gerres cinereus*

Cuadro + vistas anterior, ventral y dorsal.

- *Gerres plumieri*

Cuadro + vistas anterior, ventral y dorsal.

- *Diapterus auratus*

Cuadro + vistas anterior y ventral.

- *Mugil curema*

Cuadro + vistas posterior, ventral y dorsal.

- *Echeneis naucrates*

Cuadro + vistas posterior, ventral y dorsal.











*Opistonema  
libertata*

Vista Anterior



Vista Posterior



Vista Lateral



Vista Ventral



Vista Dorsal

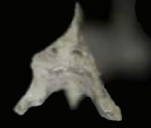




***Hemiramphus  
brasiliensis***



Vista Anterior



Vista Posterior



Vista Lateral



Vista Ventral



Vista Dorsal









Hemiramphus brasiliensis



*Chaetodipterus  
faber*



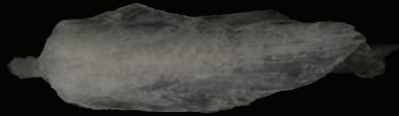
Vista Anterior



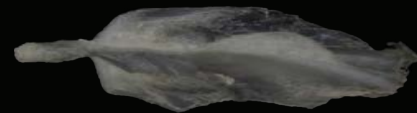
Vista Posterior



Vista Lateral



Vista Ventral



Vista Dorsal









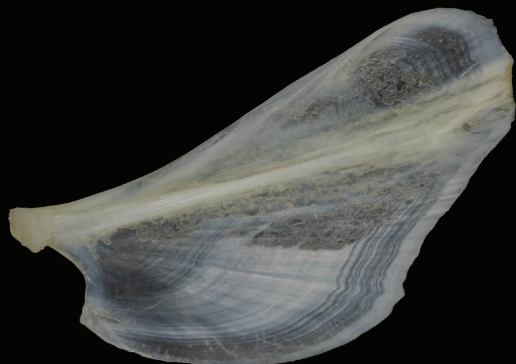
**Gerres  
cinereus**



Vista Anterior



Vista Posterior



Vista Lateral



Vista Ventral



Vista Dorsal

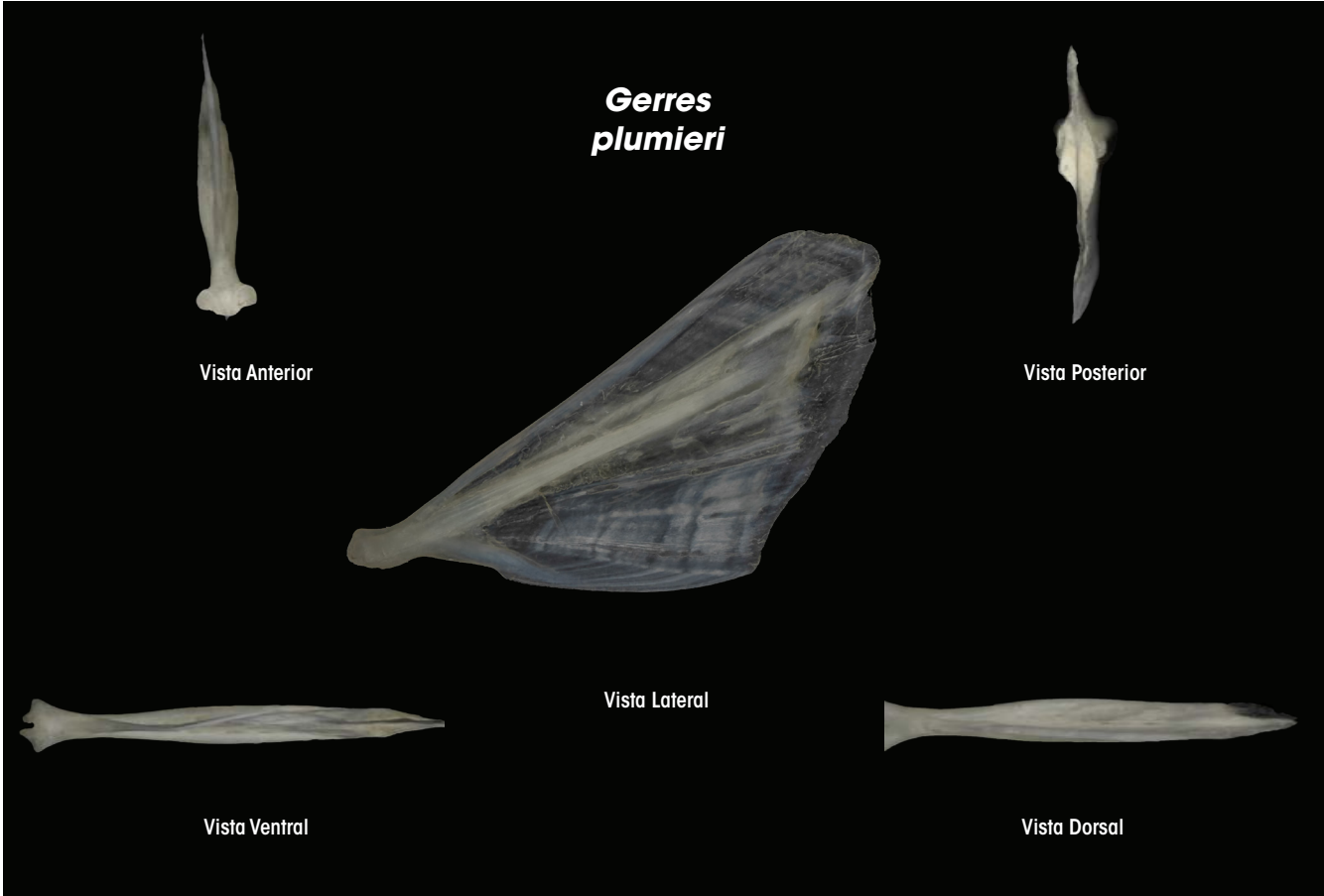












*Eugerres plumieri*

Vista Anterior

Vista Posterior

Vista Lateral

Vista Ventral

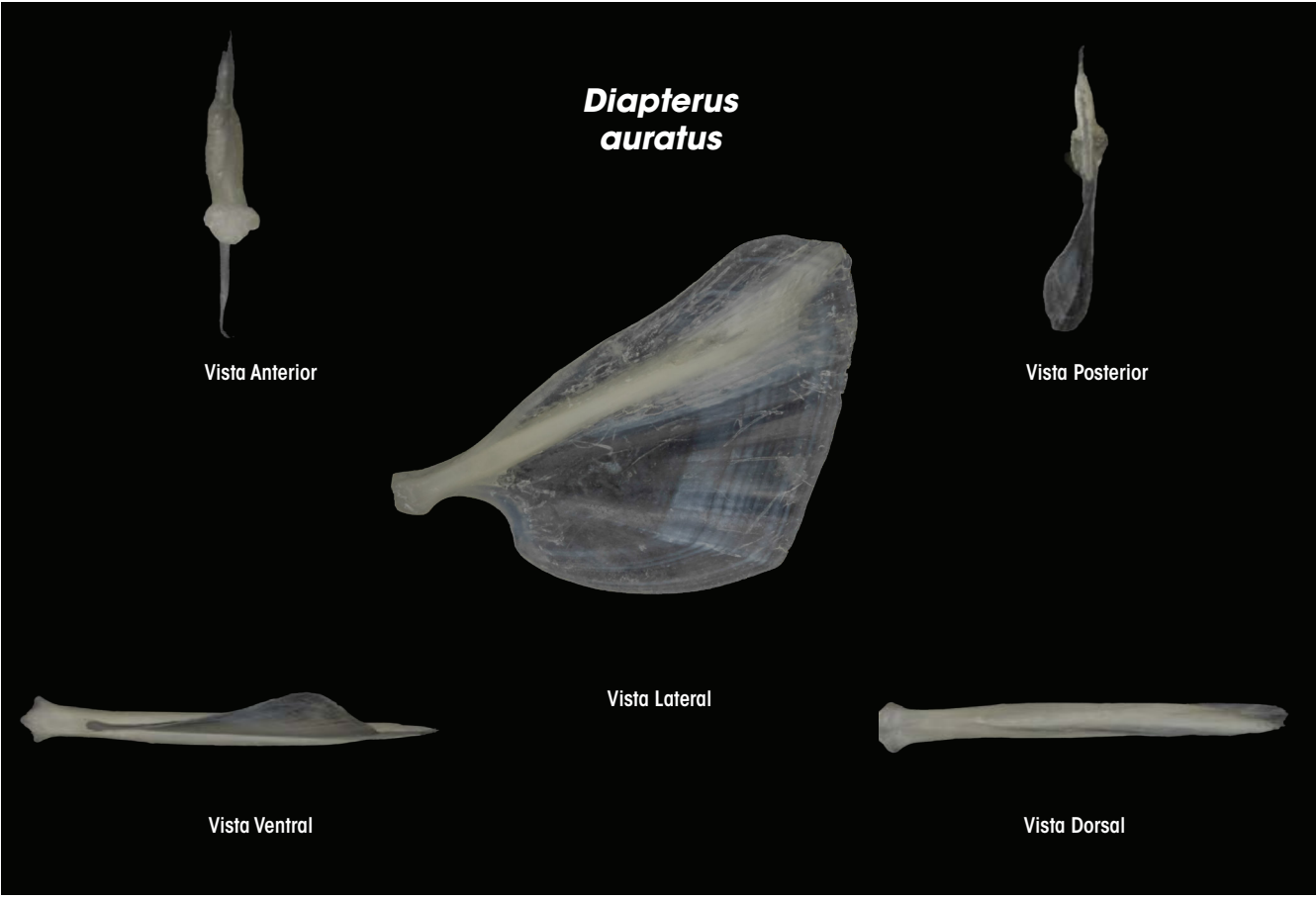
Vista Dorsal

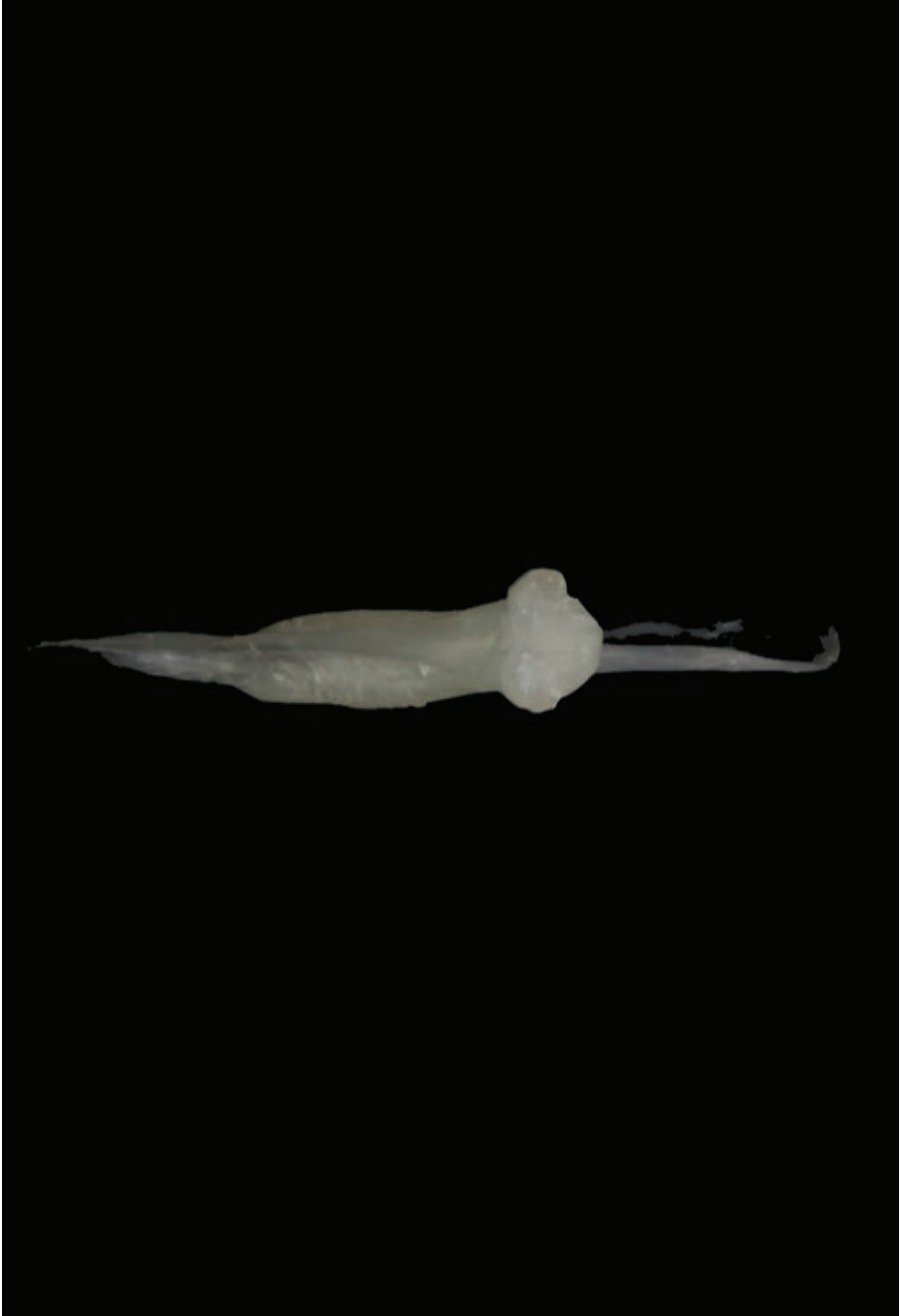




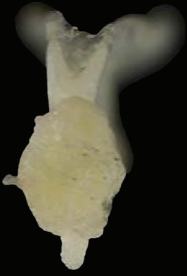










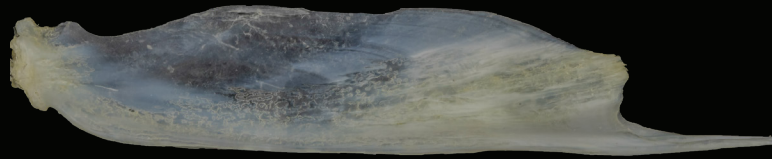


Vista Anterior

**Mugil  
curema**



Vista Posterior



Vista Lateral



Vista Ventral



Vista Dorsal









