



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica  
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

**Análisis taxonómico y sistemático de peces fósiles**  
**(Jurásico-Cretácico), Áncash - Perú**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Geóloga

**AUTOR**

Elizabeth Katia ORDÓÑEZ LÓPEZ

**ASESOR**

Manuel Ismael ALDANA ALVAREZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Ordóñez, E. (2022). *Análisis taxonómico y sistemático de peces fósiles (Jurásico-Cretácico), Áncash - Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

| Datos de autor                   |                                                                                           |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombres y apellidos              | Elizabeth Katia Ordóñez López                                                             |
| Tipo de documento de identidad   | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad | 41284703                                                                                  |
| URL de ORCID                     | <a href="https://orcid.org/0000-0001-5436-2072">https://orcid.org/0000-0001-5436-2072</a> |
| Datos de asesor                  |                                                                                           |
| Nombres y apellidos              | Manuel Ismael Aldana Alvarez                                                              |
| Tipo de documento de identidad   | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad | 06833830                                                                                  |
| URL de ORCID                     | <a href="https://orcid.org/0000-0002-8604-0999">https://orcid.org/0000-0002-8604-0999</a> |
| Datos del jurado                 |                                                                                           |
| Presidente del jurado            |                                                                                           |
| Nombres y apellidos              | Ciro Sergio Bedia Guillen                                                                 |
| Tipo de documento                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad | 06130412                                                                                  |
| Miembro del jurado 1             |                                                                                           |
| Nombres y apellidos              | Javier Pablo Jacay Huarache                                                               |
| Tipo de documento                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad | 08085704                                                                                  |
| Miembro del jurado 2             |                                                                                           |
| Nombres y apellidos              | Lourdes Janet Quiñones Lavado                                                             |
| Tipo de documento                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad | 06798460                                                                                  |
| Datos de investigación           |                                                                                           |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Línea de investigación                                 | C.0.1.6. Paleontología y Micropaleontología                                                                                                                                                                                             |
| Grupo de investigación                                 | No aplica.                                                                                                                                                                                                                              |
| Agencia de financiamiento                              | Sin financiamiento.                                                                                                                                                                                                                     |
| Ubicación geográfica de la investigación               | País: Perú<br>Departamento: Áncash<br>Provincia: Aija<br>Distrito: Aija – La Merced<br>Centro poblado: Aija – La Merced<br>Latitud: -9.77400<br>Longitud: -77.61170                                                                     |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | 2016 - 2021                                                                                                                                                                                                                             |
| URL de disciplinas OCDE                                | Geología<br><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.06">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.06</a><br>Paleontología<br><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.03</a> |



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Geológica**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO**

De acuerdo a la Resolución Rectoral N° 01242-R-20, usando la plataforma virtual Google Meet el lunes 21 de marzo del año 2022 siendo las 3:00 pm, y luego de instalar el acto académico protocolar el Vicedecano Dr. Jaime César Mayorga Rojas en la presencia de los miembros del Jurado Calificador:

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| Dr. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN      | (Presidente de Jurado) |
| Mag. JAVIER PABLO JACAY HUARACHE   | (Miembro de Jurado)    |
| Ing. LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO | (Miembro de Jurado)    |

Reunidos para el acto académico virtual público de colación de la Tesis de la Bach. **ELIZABETH KATIA ORDÓÑEZ LÓPEZ**, quien sustentará virtualmente la Tesis titulada: **"ANÁLISIS TAXONÓMICO Y SISTEMÁTICO DE PECES FÓSILES (JURÁSICO-CRETÁCICO), ÁNCASH-PERÚ"**; su asesor fue el docente Ing. **Manuel Aldana Alvarez**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniera Geóloga.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación virtual respectiva, plantearon virtualmente a la graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

**A SATISFACCIÓN DEL JURADO**

El Jurado procedió a la calificación virtual, cuyo resultado fue:

**APROBADO POR UNANIMIDAD CON NOTA DE ( 17 ) Diecisiete .**

Habiendo sido aprobada la sustentación virtual de la Tesis por el Jurado Calificador, el presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA GEÓLOGA** a la Bach. **ELIZABETH KATIA ORDÓÑEZ LÓPEZ**.

Siendo las 16:00 horas se dio por concluido el acto académico virtual, expidiéndose dos (02) Actas Originales de la Sustentación de la Tesis.

Lima, 21 de marzo de 2022



Firmado digitalmente por BEDIA  
GUILLEN Ciro Sergio FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 21.03.2022 23:21:42 -05:00

**DR. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN**  
PRESIDENTE DE JURADO

  
**MAG. JAVIER PABLO JACAY HUARACHE**  
MIEMBRO DE JURADO



Firmado digitalmente por QUIÑONES  
LAVADO Lourdes Janet FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22.03.2022 00:01:53 -05:00

**ING. LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO**  
MIEMBRO DE JURADO

  
**ING. MANUEL ALDANA ALVAREZ**  
MIEMBRO ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis a mi querido padre Eugenio, porque siempre me demostró su amor y me apoyó incondicionalmente en el desarrollo de mis estudios.

A mi amado esposo Joel por estar presente cada vez que lo necesito, por su paciencia y motivación constante para el desarrollo de mis metas.

A mi hermoso hijo y a mis maravillosos hermanos con su amor y comprensión me dieron fortaleza para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis docentes universitarios y a todos mis amigos que colaboraron con este trabajo de investigación. Asimismo, quiero agradecer a los jurados (Janet Quiñones, Javier Jacay y Ciro Bedia) por aportar en la mejora de esta tesis. A mi asesor Manuel Aldana por su tiempo y paciencia en guiar esta tesis. Agradezco profundamente el apoyo de la Dra. Gloria Arratia (Universidad de Kansas) por sus enseñanzas, dedicación, recomendaciones y sugerencias que han servido para la elaboración y culminación de la tesis.

## ÍNDICE

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                            | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....                         | iii  |
| RESUMEN .....                               | vii  |
| ABSTRACT .....                              | viii |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                   | ix   |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                     | 13   |
| <b>EL PROBLEMA</b> .....                    | 13   |
| 1.1. Planteamiento del problema .....       | 13   |
| 1.2 Formulación del problema .....          | 14   |
| 1.2.1 Problema general.....                 | 14   |
| 1.2.2 Problemas específicos.....            | 14   |
| 1.3 Objetivos de la investigación .....     | 15   |
| 1.3.1 Objetivo General.....                 | 15   |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....           | 15   |
| 1.4 Justificación de la investigación ..... | 15   |
| 1.4.1 Justificación teórica.....            | 15   |
| 1.4.2 Justificación práctica .....          | 16   |
| 1.4.3 Justificación Metodología.....        | 16   |
| 1.5 Limitaciones de la investigación .....  | 16   |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                    | 17   |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                  | 17   |
| 2.1 Antecedentes de la investigación .....  | 17   |
| 2.2 Conceptos teóricos .....                | 19   |
| 2.2.1 La sistemática y la taxonomía.....    | 19   |
| 2.2.2 Evolución y sistemática.....          | 21   |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3 Sistemática y biodiversidad .....               | 23 |
| 2.2.4. Los peces fósiles .....                        | 23 |
| 2.2.5 Clasificación Sistemática .....                 | 24 |
| 2.2.6 Teleosteoromorpha .....                         | 25 |
| 2.2.7 Caracteres diagnósticos de Clupeomorpha .....   | 28 |
| 2.3 Glosario .....                                    | 35 |
| 2.4. Formulación de Hipótesis .....                   | 38 |
| 2.4.1 Hipótesis General.....                          | 38 |
| 2.4.2 Hipótesis específicas.....                      | 38 |
| CAPÍTULO III .....                                    | 39 |
| MATERIALES Y METODOLOGÍA.....                         | 39 |
| 3.1 Materiales .....                                  | 39 |
| 3.2 Tipo y diseño de la investigación .....           | 39 |
| 3.2.1. Etapa de gabinete.....                         | 40 |
| 3.2.2 Etapa de campo.....                             | 40 |
| 3.3 Etapa de laboratorio y gabinete .....             | 41 |
| 3.4 Unidad de análisis .....                          | 44 |
| 3.5 Población de estudio .....                        | 44 |
| 3.6 Tamaño de la muestra .....                        | 44 |
| 3.7 Selección de la muestra .....                     | 45 |
| 3.8 Técnicas de recolección de datos .....            | 45 |
| 3.9 Análisis e interpretación de la información ..... | 45 |
| CAPÍTULO IV .....                                     | 46 |
| INTRODUCCIÓN GEOLÓGICA .....                          | 46 |
| 4.1. Ubicación del área de estudio .....              | 46 |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 4.2 Contexto geológico                            | 49 |
| 4.2.1 Unidades estratigráficas del Mesozoico..... | 49 |
| 4.2.2 Unidades estratigráficas del Cenozoico..... | 55 |
| 4.3 Estratigrafía de las localidades fosilíferas  | 56 |
| CAPÍTULO V .....                                  | 58 |
| RESULTADOS .....                                  | 58 |
| 5.1 Sistemática Paleontológica                    | 60 |
| 5.1.1. Clupeomorpha <i>incertae sedis</i> 1 ..... | 60 |
| 5.1.2. Clupeomorpha <i>incertae sedis</i> 2 ..... | 68 |
| 5.1.3. Clupeomorpha <i>incertae sedis</i> 3 ..... | 78 |
| CAPÍTULO VI .....                                 | 86 |
| DISCUSIONES.....                                  | 86 |
| CAPÍTULO VII.....                                 | 89 |
| CONCLUSIONES.....                                 | 89 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                  | 91 |

## RESUMEN

La presente investigación sobre el “ANÁLISIS TAXONÓMICO Y SISTEMÁTICO DE PECES FÓSILES (JURÁSICO-CRETÁCICO), ÁNCASH-PERÚ”; tiene como objetivo principal: determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced. La unidad de análisis de esta investigación es la taxonomía y la sistemática de los fósiles de peces Clupeomorfos encontradas en las localidades de Aija y La Merced, de la provincia de Aija, departamento de Ancash. Así mismo, la investigación se centra en la descripción de los caracteres osteológicos que se conservan en los fósiles de peces. Del total de las diecisiete (17) muestras de fósiles de peces clupeomorpha que se encuentra en la Colección Paleontológica del INGEMMET, se analizan únicamente cinco (05) muestras y corresponden a restos incompletos. Así pues, se obtuvo una parte y una contraparte de los restos fósiles, que finalmente correspondieron a un mínimo de tres ejemplares. Por otro lado, la información obtenida de los diferentes ejemplares de fósiles de clupeomorpha para el estudio taxonómico y sistemático, se obtuvieron, mediante, el uso de un estereomicroscopio, el cual está equipado con cámara lúcida, marca Zeiss 475052 (Museo de la Universidad de Kansas) y Olympus SZ (Laboratorio de Paleontología del INGEMMET). Finalmente, el diagnóstico, se basó, principalmente, en la combinación de caracteres. En ese sentido, el espécimen CPI-6348 –3, es un clupeomorpha fósil de pequeño tamaño, con 20 vertebras pleurales, aleta dorsal con hasta 10 pterigióforos, con aproximadamente 15 radios en la aleta pélvica, con 17-20 escudos prepélvicos, 7 escudos postpélvicos y 10 escudos predorsales conservados; el espécimen CPI-6348 es un clupeomorpha fósil probablemente de pequeño tamaño, con la conservación de al menos siete vértebras. Además, con escudos dorsales y escudos abdominales; y el ejemplar CPI-6346–1 supone un clupeomorpha fósil de pequeño tamaño con presencia de escudos abdominales.

**Palabras clave:** taxonómico, sistemático, peces fósiles, clupeomorpha, osteológicos.

## **ABSTRACT**

Current research is about "TAXONOMIC AND SYSTEMATIC ANALYSIS OF FOSSIL FISHES (JURASSIC-CRETASSIC), ÁNCASH-PERU"; the main objective is: to establish the taxonomic and systematic diagnosis of Jurassic-Cretaceous fish in Aija and La Merced towns. The unit of analysis of this research is the taxonomy and systematics of the Clupeomorpha fish fossils, which were founded in Aija and La Merced towns, located in the province of Aija, department of Ancash. Likewise, the research was focused on the osteological characters description that are preserved in the fossils of three fish specimens. Of the total of seventeen (17) clupeomorpha fish fossil samples located in the INGEMMET Paleontological Collection, only five (05) samples were analyzed and correspond to not completed samples. Therefore, samples consisted of a part and a counterpart, which finally corresponded to a minimum of three fossil specimens. On the other hand, the information obtained from the different specimens of clupeomorph fossils for the taxonomic and systematic study was obtained through the use of a stereo microscope, which is equipped with a lucid camera, brand Zeiss 475052 (Museum of the University of Kansas) and Olympus SZ (INGEMMET Paleontology Laboratory). Finally, the diagnosis was based mainly on the combination of characters. Thus, the CPI-6348 -3 specimen is a small fossil clupeomorpha, with 20 pleural vertebrae, dorsal fin with up to 10 pterygophores, with approximately 15 pelvic fin rays, with 17-20 prepelvic scutes, 7 postpelvic scutes and 10 preserved predorsal shields. The specimen CPI-6348 is a probably small fossil clupeomorph, with the preservation of at least seven vertebrae of the vertebral column. Also, with golden and abdominal shields. And the specimen CPI-6346-1 supposes a small fossil clupeomorph with the presence of abdominal scutes.

*Keywords:* taxonomic, systematic, fossil fish, osteological, clupeomorphs.

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la paleontología en el Perú son muy pocas las investigaciones que se realizan respecto a esta ciencia, y evidentemente son muchos menos las investigaciones relacionadas a peces fósiles; en contraste, con el número de investigaciones hechos en los países nórdicos donde las investigaciones son numerosas. En ese sentido, es necesario que las organizaciones públicas y privadas, vinculadas al sector, promuevan más investigaciones relacionado al ámbito paleontológico; y, además, es importante, que dichas investigaciones utilicen información relevante de las diversas muestras que se hayan recogido en las excursiones de campo en las diferentes localidades del país.

Así pues, las muestras paleontológicas que son el objeto de estudio de la presente investigación se recolectaron durante los trabajos de campo del proyecto GR4: “Geología de las rocas volcánicas de la Cordillera Occidental del norte del Perú”, de la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en la zona correspondiente a la Cordillera Negra del norte del Perú (Navarro, 2010). La investigación tuvo como objetivo principal la actualización de la Carta Geológica Nacional a escala 1: 50 000 con énfasis en los diversos afloramientos del volcanismo Cenozoico conocidos como volcánicos del Grupo Calipuy (Cossio, 1964; Farrar & Noble, 1976; Rivera et al., 2005; Navarro et al., 2010). Dicho proyecto estuvo a cargo del Ing. Pedro Navarro Colque, durante los trabajos de campo correspondientes al sector del segmento Cordillera Negra (departamento de Ancash) que forma parte de la Cordillera Occidental del Norte del Perú. Navarro, fue quien colectó las primeras muestras de peces fósiles en la zona de estudio, mientras realizaba trabajos en el campo, en una de las campañas programadas en el cuadrángulo de Huaraz 20h cuadrante 1 durante el año 2009. Así mismo, en el año 2010 se programó la actualización del cuadrángulo de Huaraz 20h cuadrante 2, y donde se obtuvo nuevos hallazgos de peces fósiles, los que también fueron colectados por el mencionado ingeniero, quién en esa oportunidad estuvo trabajando con las

geólogas Diana Pajuelo, Lisenia Chávez, Pilar Martiarena, Flor Rodriguez y la tesista.

Por otro lado, en el año 2014 durante el desarrollo del proyecto GR29 “Estudios paleontológicos”, se realizó una campaña de trabajo en las localidades de Aija y La Merced, con el objetivo de ubicar nuevos afloramientos con presencia de peces fósiles y el levantamiento de una columna estratigráfica de la zona; con la participación de los geólogos Luis Ayala, Luz Tejada y la tesista. Cabe mencionar, que para la presente investigación se seleccionaron 5 ejemplares del total de las muestras recolectadas en las diferentes campañas de campo. Así pues, el hallazgo de los ejemplares de peces fósiles en estratos Mesozoicos, que afloran en las localidades de Aija y La Merced, de la Cordillera Negra, del territorio peruano, es de mucho interés debido a que representarían a los clupeomorfos fósiles más antiguos hallados en el Perú y a nivel mundial. Además, porque estos especímenes nos evidencian las grandes radiaciones que ocurrieron durante el Mesozoico y que dieron origen a la gran mayoría de los grandes linajes incluidos dentro del gran grupo de Actinopterygii (Arratia, 2013).

Así mismo, conjuntamente al hallazgo de los peces fósiles que son el núcleo central de esta tesis, se colectaron una serie de invertebrados fósiles de ammonites: *Substeueroceras permulticostatum* y *Berriasella chillonensis*. Es así, que, a partir, *Berriasella chillonensis*, se ha determinado la edad relativa de los estratos que contienen a los especímenes, que va desde el piso más alto del Jurásico superior (Titoniano) al piso más inferior del Cretácico inferior (Berriasiano), el cual correspondería a tipo de Berriasella, que estaría dentro de la biozona de *Berriasella jacobi* (Salazar, 2012; Gradstein et al., 2012; Ogg et al., 2016). Del mismo modo, al *Substeueroceras permulticostatum* se asignaría a la zona *Substeueroceras koeneni* (Jacay, 1992; Salazar, 2012).

Finalmente, es oportuno, señalar que el estudio e interpretación de los peces fósiles peruanos, se desarrolló en el Laboratorio de Morfología de University of Kansas (Lawrence, KS, Estados Unidos de América del Norte), bajo la supervisión de la Dra. Gloria Arratia bióloga especialista en la macroevolución y la historia evolutiva de los peces, siendo una de las figuras más reconocidas a

nivel mundial por sus diversos estudios y publicaciones enfocados en peces fósiles. En dicho Laboratorio, se desarrolló todo el trabajo teórico-práctico que incluye observar, aprender y reconocer las estructuras óseas de un pez actual, con la finalidad de aplicarlo en los peces fósiles. Durante este estudio se descubrió que los peces fósiles estudiados en este trabajo poseen ciertas características que son únicas (sinapomorfías) de Teleostei y por lo tanto ellos son interpretados como pertenecientes a tal grupo. Siendo Teleostei un mega grupo, el asignar a los peces a categorías taxonómicas como familia, género y especie es un desafío mayor. Considerando que la morfología es el pilar de las asignaciones taxonómicas (Arratia & Johnson, 2015), la morfología de los peces peruanos se describe en detalle y las descripciones son utilizadas para asignar un nivel taxonómico, para así determinar su Paleontología Sistemática a la que pertenecen.

En ese contexto, la presente investigación titulada: “ANÁLISIS TAXONÓMICO Y SISTEMÁTICO DE PECES FÓSILES (JURÁSICO-CRETÁCICO), ÁNCASH-PERÚ”; trata de colaborar desde su perspectiva en acortar la brecha existente en investigaciones en el país. Así mismo, brindará información valiosa sobre las características y sus eventuales clasificaciones de los peces fósiles existentes en Perú.

El objetivo de la presente investigación es: “Determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced”. De este modo, se pretende establecer un precedente para futuras investigaciones relacionados con el tema desarrollado en presente investigación.

En ese sentido, la presente investigación está estructurado y dividido en siete capítulos que se presentan de la siguiente manera:

Capítulo I, Planteamiento del problema, sobre la descripción real de la problemática, identificación y formulación del problema en general y específicos, así como de los objetivos; la justificación y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II, Marco Teórico, que presenta los antecedentes tanto los nacionales como los internacionales, base teórica de las variables de estudio.

Capítulo III, Metodología, que incluye el tipo y nivel de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnica e instrumento de recolección de datos y técnicas de procesamiento, análisis de datos y aspectos éticos.

Capítulo IV, Introducción a la geología presenta el contexto y el entorno geológico donde se desarrolló la investigación.

Capítulo V y VI, Presentación y discusión de resultados, aquí se presentan el procesamiento de datos y sus resultados de acuerdo con la base de datos recolectados con los respectivos instrumentos, posteriormente se realiza la discusión contrastando los resultados del estudio.

Capítulo VII, Conclusiones y recomendaciones del estudio de investigación.

Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas que sirvieron como material de consulta.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

A lo largo del tiempo se han realizado una serie de investigaciones y descubrimientos sobre restos fósiles de peces. Dichas investigaciones, han servido para recabar información valiosa para conocer más de cerca los diferentes procesos evolutivos de nuestro planeta; ya que la historia de la evolución de los organismos puede ser revelada por el estudio de los fósiles. De manera tradicional se dice que un fósil es cualquier evidencia de vida en el pasado, que ha quedado plasmada en las rocas. Así pues, los peces constituyen el grupo de vertebrados más antiguo y numeroso en la actualidad; se han descrito alrededor de 32,000 especies vivientes (Nelson et al., 2016). Los primeros registros de este grupo datan de hace más de 500 millones de años, en el Devónico, con la presencia de peces con fuertes armaduras óseas, como los ostracodermos y placodermos, tiburones y rayas de esqueletos cartilaginosos y peces óseos, parientes de la mayoría de los que conocemos en la actualidad. A lo largo de la evolución de este grupo han ocurrido varias radiaciones adaptativas que permitieron su diversificación (González et al., 2009).

Así mismo, es oportuno mencionar que las investigaciones y descubrimientos de peces fósiles en el Perú son muy escasas. Esto debido a muchas causas como: el bajo apoyo para promover este tipo de investigaciones por parte de las universidades y organizaciones del estado. Es así, con la finalidad de aportar al conocimiento de los fósiles de peces en el Perú, se desarrolla la presente investigación. donde el área de estudio se ubica en los distritos de Aija y La Merced, provincia de Aija, departamento de Ancash, dentro del sector de la Cordillera Negra, parte de la Cordillera Occidental de los Andes norte del Perú. En el lugar de estudio, afloran rocas sedimentarias (areniscas, calizas, lutitas) y volcanoclásticas, fuertemente plegadas y deformadas, que corresponden a afloramientos del Mesozoico, del tránsito Jurásico-Cretácico.

Los primeros trabajos de campo dentro del área de estudio se realizaron durante el programa del levantamiento de la Carta Geológica Nacional de la hoja de Huaraz (20h) a escala 1:100 000, de la Dirección de Geología Regional del Instituto

Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). A partir de estos trabajos las rocas sedimentarias fueron asignadas al Grupo Goyllarisquizga que corresponde al Cretácico inferior (Cobbing et al., 1996).

Posteriormente, en los años 2009 y 2010 se realizó la actualización y revisión de la Carta Geológica Nacional de las hojas de Huaraz (20h 1 y 2), a escala 1:50 000 dentro del proyecto GR4 “Geología de las rocas volcánicas de la Cordillera Occidental del norte del Perú” (INGEMMET). Durante estos trabajos se describieron rocas sedimentarias y volcanoclásticas, que fueron asociados al Grupo Chicama de edad Jurásico superior-Cretácico inferior. En las rocas sedimentarias se colectaron invertebrados (ammonites, gasterópodos y branquiópodos) y vertebrados (peces); indicando la presencia de afloramientos Mesozoicos (tránsito Jurásico-Cretácico) por la fauna de fósiles hallados en el área de Aija-La Merced, en el norte del Perú, que son de especial relevancia por presentar estados de conservación excepcional y que posibilitan resultados taxonómicos y sistemáticos novedosos.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el diagnóstico taxonómico y sistemático de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuáles son las características de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced?
2. ¿Cuál es el análisis taxonómico y sistemático para clasificar a los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced?
3. ¿Cuál es la clasificación de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Describir las características de los peces fósiles del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

2. Realizar el análisis taxonómico y sistemático para clasificar a los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

3. Determinar la clasificación de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

### **1.4 Justificación de la investigación**

Para delimitar la justificación del presente trabajo de investigación, se utilizó como referencia lo sugerido por Hernández Sampieri (Hernández Sampieri, 2014) donde plantea que un proyecto de investigación se puede justificar considerando los siguientes ámbitos: justificación teórica, justificaciones prácticas y justificación metodológica.

#### **1.4.1 Justificación teórica**

En el aspecto teórico la presente investigación se fundamenta y se respalda en el aporte y supervisión de la doctora Gloria Arratia, quien es bióloga especialista en macroevolución e historia evolutiva de peces. Así mismo, es preciso mencionar que los análisis correspondientes del objeto de estudio de esta investigación fueron realizados en los laboratorios de Morfología del Museo de la Universidad de Kansas (Lawrence, KS, Estados Unidos de Norte América). En ese sentido, la presente investigación servirá como referente e insumo teórico para futuras investigaciones relacionadas con el estudio de peces fósiles en el Perú. Además, la presente tesis recaba información internacional y nacional para que se pueda desarrollar y clasificar taxonómicamente los hallazgos abordados en la presente investigación.

### **1.4.2 Justificación práctica**

En el aspecto práctico, el conocimiento y análisis taxonómico y sistemático para los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced permitirá tener información de los diferentes procesos evolutivos de los peces fósiles colectados en las localidades de hallazgo. En ese sentido, la información que brinda la presente investigación ayudará a tener conocimiento más certero sobre las diferentes especies que habitaron el territorio peruano.

Otro aspecto relevante del proyecto de investigación es que ayudará a plantear y abordar potenciales investigaciones relacionadas a los temas que en la presente investigación aborda; ya que la literatura que existe en país es muy limitada y escasa.

### **1.4.3 Justificación Metodología**

Se utilizó la metodología de un análisis taxonómico de los peces del Jurásico-Cretácico, que nos permitió la clasificación que se emplea para designar y ordenar a los organismos en un sistema de clasificación compuesto por un orden jerárquico de taxones anidados. Así mismo, se recurrió al análisis sistemático para clasificar, estructurar las diferentes especies de peces fósiles que son objeto de estudio en la presente investigación con el propósito de llevar un estudio ordenado y estructurado.

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

La limitante más importante para desarrollar este tipo de investigaciones es la infraestructura vial, la falta de mantenimiento de las trochas; que deriva en el tiempo que se emplea para llegar al área de trabajo. Así como también, los costos económicos que implica trasladarse a estos espacios, además del tiempo invertido. Asimismo, otra limitante fue la escasa información bibliográfica en temas vinculadas al tema u objetivo de estudio de la presente investigación. No obstante, las herramientas que ofrece la tecnología sirvieron para superar la mayoría de los inconvenientes, pues te dan la oportunidad de acceder a información de una serie de plataformas donde se puede acceder a tesis y artículos relacionados con el tema investigado. Así mismo, las recomendaciones de mis tutores y docentes guiaron la búsqueda para así conseguir información de mayor calidad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Tras el descubrimiento de los peces fósiles en la zona de estudio, se emprendió la búsqueda de registros que señalaran si anteriormente ya se habían reportado hallazgos de peces fósiles en las localidades de Aija y La Merced. Sin embargo, los resultados fueron negativos ya que no se reportan ningún antecedente que indiquen la presencia de peces. No obstante, existen diversos trabajos enfocados a los temas de yacimientos minerales y geotecnia en la mina Hércules (Cabo y Ojeda, 1974; Tumialán y Cabo, 1975; Arenas, 1980; España, 1980; Ramírez, 1980, Tumialán y Maguiña, 2010). Otras investigaciones que se han desarrollado en el área de estudio están enfocados a la estratigrafía volcánica y geoquímica en rocas volcánicas que corresponden al Grupo Calipuy. (Cossío, 1964; Farrar and Noble, 1976; Rivera et al., 2005; Enríquez, 1999; Noble and Mckee, 1999; Chávez et al., 2010, 2016; Navarro, 2014; Ordoñez et al., 2014).

Continuando con las averiguaciones de antecedentes en un ámbito más regional dentro del territorio peruano, existen diversos trabajos que se han desarrollado con ejemplares de peces reportados en las formaciones Bagua (Cuenca Bagua) y Celendín (Fundo El Triunfo) en el norte del Perú y ambas del Cretácico superior (Mourier et al., 1988), Formación Pisco (área de Sacaco al sur del Perú) que tiene un rango de edad que va desde el Mioceno superior – Plioceno inferior (Muizon, 1981) y donde se han recolectado tanto condriictios como osteíctios incluyendo una variedad de teleósteos indeterminados. Así mismo, se tiene un historial de trabajos en vertebrados de ambientes continentales (por ejemplo: Erythrinidae, Siluriformes ind., *Ceratodus iheringi*) que se reportaron en la Formación Vilquechico (Laguna Umayo al sur este del Perú) del Cretácico superior (Sigé, 1968; Marshall et al., 1985; Cione et al. 1985; Gayet, 1988 y 1992). Además, se conocen fósiles del Cretácico Superior de las formaciones Bagua y Celendín en el norte del Perú (Mourier, 1988), y en la Formación Vilquechico en el sur del Perú (Sigé, 1968; Marshall et al., 1985; Cione et al. 1985; Gayet, 1988 y 1992). Así como, en el sector del río Acre frontera entre Perú y Brasil (Richter, 1984; Frailey, 1986). Toda esta información ha sido tomada de la publicación “The record of fossil fishes of southern

South America” de los autores Arratia y Cione, 1996. Recientemente, también se han encontrado restos de peces cretácicos en las formaciones Chonta y Vivian en el noreste del Perú (Gouiric-Cavalli et al., 2016).

Dentro de las actividades paleontológicas en el país, actualmente se vienen desarrollando estudios en los yacimientos fosilíferos de la Formación Pisco (Bianucci et al., 2015, 2016; Chacaltana et al., 2016; Collareta et al., 2017, Landini et al., 2017).

Paralelamente con la revisión bibliográfica de estudios paleontológicos en el Perú se realizó otra similar en el resto de América del Sur. Entonces nos centramos en la búsqueda de investigaciones de peces teleósteos (Actinopterygii) y de preferencia de edad Mesozoica en países que se encuentran dentro de continente Sudamericano. En este contexto tenemos a Chile, en la región del Paleopacífico por los diversos hallazgos de peces fósiles Jurásicos en la región de Antofagasta, donde se ubican la mayor parte de las localidades fosilíferas de peces marinos los que han sido asignados al Oxfordiano. Entre ellos hay una variedad de peces teleósteos algunos de los cuales han sido asignados a la familia Varasichthyidae pertenecientes a la orden de los Crossognathiformes (Arratia et al., 1975 a, b, c; Arratia 1981, 1984, 1986, 1994, 2015a; Arratia & Cione, 1996; Arratia & Schultze, 1985, 1999); además se han encontrado proleptolepidos, restos de pchycormiformidos y aspidirrhynchiformes. Además, Argentina cuenta con numerosos hallazgos de peces provenientes de afloramientos que se encuentran en las provincias del Neuquén y de Mendoza, cuya edad es Jurásico superior (por ejemplo: Arratia, 1984, 2013; Cione & Pereira, 1986; Gouiric, 2013, 2015; López-Arbarrello, 2008; etc); y por último, y no por eso el menos importante, tenemos a Brasil, que correspondiendo a la región Paleatlántica es relevante al tema de esta tesis por las investigaciones desarrolladas en la Formación Santana, de edad Cretácico inferior (Albiano). La Formación Santana se caracteriza por la presencia de numerosos peces tanto condriictios como osteictios y entre los últimos una variada gama de teleósteos (Maisey, 1990), entre los que se reporta el hallazgo de un pez clupeomorpha, considerado el primer clupeomorpha registradas en afloramiento de la Formación Santana y además como el primer clupeomopha fósil sudamericano (Maisey, 1993; Chang & Maisey, 2003).

Así mismo, los primeros trabajos geológicos efectuados dentro de la zona de interés, se inició con la elaboración de la Carta Geológica Nacional (CGN) del mapa geológico de Huaraz 20h a escala 1:100 000 (Cobbing et al., 1996). Posteriormente, en el año 2009 se efectuaron trabajos de revisión y actualización de la de la hoja de Huaraz a escala 1:50 000. Durante estos trabajos es donde se reportan los primeros ejemplares de peces fósiles en la zona de Aija y La Merced.

En ese sentido, los primeros peces fósiles registrados en el área de Aija-La Merced fueron descubiertos por el Ing. Pedro Navarro en el año 2009. En posteriores campañas de campo fueron colectados nuevos ejemplares por los geólogos Pedro Navarro, Lisenia Chávez, Pilar Martiarena, Diana Pajuelo, Flor Rodríguez y la autora del presente trabajo, en el marco del proyecto GR4: *“Geología de las rocas volcánicas de la Cordillera Occidental del norte del Perú”*. Durante la revisión y actualización de la carta geológica de la hoja de Huaraz 20h a escala 1:50 000 (Navarro et al., 2010, 2011) bajo la jefatura de la Dirección de Geología regional del INGEMMET. El hallazgo de estos peces fósiles fue publicado por Ordoñez et al. (2013, 2015). Durante el año 2014, en el marco del proyecto GR29: *“Estudios Paleontológicos”*, se realizó una campaña de campo a cargo de los geólogos Luis Ayala, Luz Tejada y Elizabeth Ordoñez, con la finalidad de obtener nuevas muestras y datos paleontológicos complementarios para el estudio de los peces fósiles del área de Aija-La Merced.

## **2.2 Conceptos teóricos**

### **2.2.1 La sistemática y la taxonomía**

Son ramas que forman parte de la biología y son responsables de la categorización jerárquica de las especies u organismos, también son importantes para conocer los procesos evolutivos de todos seres vivos. Por un lado, la sistemática crea y organiza sistemas de clasificación que considera los siguientes criterios: los rasgos de similitud, las diferencias, el origen y las relaciones evolutivas de cada especie. Por lo tanto, los sistemas de clasificación están representados en forma de árbol ramificados, donde a la base se identifica a los ancestros y en las ramas se identifican a la descendencia de las especies correspondientes de acuerdo con un previo análisis. Por otro lado, la taxonomía se encarga de establecer las

reglas y los procedimientos para poder identificar, nombrar y clasificar a las especies en las categorías o niveles correspondiente, de forma jerárquica, siguiendo los patrones y criterios de la sistemática (CEPE, 2010).

En ese sentido, se puede definir y dividir ambos conceptos de la siguiente manera:

### **2.2.1.1 Sistemática**

La sistemática es una escuela de clasificación que tiene como objetivo determinar la genealogía y, también, la evolución de las diferentes ascendencias que componen un taxón. En los años cuarenta, se dio una revolución conceptual en la sistemática; pues los sistemáticos se empezaron a interesar por la descripción, y también, por el esclarecimiento de la historia y la evolución de los seres diferentes vivos. Es así, que surgen tres escuelas sistemáticas: sistemáticas evolutivas, sistemática fenética y sistemática filogenética.

- **Sistemática filogenética:** la finalidad de esta escuela es la de atenuar la subjetividad en la clasificación; para tal propósito utiliza la secuencia evolutiva siguiendo patrones de la ramificación del árbol filogenético en grupos de organismos, para de esta forma tratar de encontrar un ancestro común entre dichos organismos. Una vez que se halla el ancestro común, dicha especie junto con sus descendientes se incluyen en un único taxón.
- **Sistemática fenética:** dicha escuela se basa encontrar rasgos de similitud de caracteres entre distintos organismos y cuantificarlos. Es así, que se desecha toda apreciaciones subjetivas o cualitativas. Para tal efecto, se enumeran toda la información en programas que realizaran la comparación respectiva. Sokal, (1986) en el “Phenetic Taxonomy: Theory and Methods” menciona de la importancia de dicho sistema.
- **Sistemática evolutiva:** El objetivo de esta escuela es el de estudiar la diversidad de los organismos vivos para de esta forma construir un sistema ordenado y organizado para la clasificación de los organismos. Dichas, clasificaciones parten de una hipótesis, que eventualmente serán corroboradas con trabajo de campo. Julián Huxley es uno de los referentes de esta escuela.

### **2.2.1.2 Taxonomía**

La taxonomía es la ciencia de la clasificación, generalmente, se emplea el término “taxonomía” para ordenar la diversidad biológica de los organismos en taxones ordenados de forma jerárquica que forman un sistema de clasificación. Así pues, se puede considerar como una subdisciplina de la biología sistemática, cuya finalidad es la reconstrucción de la filogenia, o historia evolutiva, de la vida de un determinado organismo. En ese sentido, a continuación, presentamos los tres tipos taxonomía (UNAD, 2008).

**Taxonomía cladística:** Según, Henning (1950) el, también, denominado sistemática filogenética; se refiere a la clasificación en el interior de un determinado grupo basado en el conocimiento previo del árbol genealógico de dicho grupo, que se construye considerando solamente las ramificaciones *dicotómicas* que traducen los fenómenos de *cladogénesis* (Morrone, 2000).

**Taxonomía evolutiva:** del mismo modo que la taxonomía cladística, según Simpson, 1961 y Mayr, 1969), se basa en la filogénesis; sin embargo, se diferencia de la anterior en que los taxones de rango mayor o igual a determinada especie son monofiléticos. Así pues, se considera monofilético si todas las especies de un taxón derivan de una especie ancestral de rango superior (Lanteri, Fernández, & Gallardo, 2005).

**Taxonomía fenética:** Sokal y Sneath (1963) refieren que en este tipo taxonomía se agrupa los taxones de un cierto rango en taxones de base superiores, en función del grado de semejanza que los organismos de este taxón tengan. Así pues, resulta importante la definición del grado de semejanza y técnica de estimación de los organismos (Lanteri, Fernández, & Gallardo, 2005).

### **2.2.2 Evolución y sistemática**

Lecointre y Le Guyader (2006), sugieren que la evolución es parte de la historia, es el cambio que se dio a través de mucho tiempo. Dicho cambio deja rastros en los registros fósiles que pueden mostrar indicios de los atributos morfológicos y fisiológicos de las diferentes especies que fueron parte de este proceso de cambio. Desde esa perspectiva, la evolución significa adaptación a los cambios; es decir, el cambio explica que las diferentes especies están en armonía

con su entorno y con sus condiciones físicas permitiéndole subsistir en determinados hábitats. Así pues, la evolución es un hecho que ocurre y que ha ocurrido; no obstante, no se puede ver de manera directa por la dimensión de tiempo en la que ocurre. Por ende, la evolución es un hecho que tiene mecanismos para ocurrir y deja rastros históricos en varios formatos. Siendo uno de los más importantes e integrales el árbol de la vida de cada especie (Contreras, 2014).

En ese sentido, Wiley (1981) plantea que los sistemáticos sugieren la existencia de un árbol de la vida. Así pues, Haeckel fue pionero en enfatizar las relaciones de parentesco a través del tiempo en la presentación de árbol. Si es contraintuitivo poder ver el hecho de la evolución; la secuencia de eventos históricos a partir de un origen único de la vida, de un linaje ancestral, con múltiples bifurcaciones y multifurcaciones (incluso en algunos casos: fusiones), de forma que se tenga una serie de eventos de especiación dan lugar a la diversidad biológica que existe actualmente o la ya extinta (Contreras, 2014). Así pues, el árbol es análogo a una genealogía, que muestra como determinados individuos se unen y tienen descendencia, formando un diagrama sistémico similar a una red. De este modo, en un árbol filogenético, puede mostrar la especie ancestral dando lugar a nuevas especies, en un evento de especiación; luego una especie nueva se vuelve en una especie ancestral o parental que da lugar a otras especies en un subsecuente evento de especiación. Hennig (1966), quien es fundador de la sistemática filogenética moderna, consideró las relaciones toco-genéticas a las primeras (las redes de flujo génico entre individuos de una especie en una población o entre poblaciones) y relaciones filogenéticas a las segundas (las relaciones entre especies generadas por eventos de especiación y documentadas por caracteres que comparten homólogos especiales llamados sinapomorfías). En ese contexto, se delimitó el campo de acción de la sistemática al estudio de las especies y las relaciones entre dichas especies, según Lincoln (2009); así pues, esto implica el descubrimiento del árbol de la vida y una consiguiente clasificación de acuerdo con las relaciones filogenéticas de las distintas especies que existieron o existen (Contreras, 2014).

### **2.2.3 Sistemática y biodiversidad**

La sistemática, en palabras de Contreras, Ramos y Goyenechea (2007), es el estudio de la diversidad de la vida; no obstante, luego de estudiarla como un corte en el tiempo, se centra en estudiarla a través de la historia evolutiva de la especie; es decir, en un contexto histórico determinado. En ese sentido, para lograr esta finalidad se requiere de descubrir el árbol de la vida; por ende, la sistemática debe describir las pequeñas hojas, el tallo y las raíces que la integran. Es así, que el descubrimiento, descripción y clasificación de las diferentes especies individuales queda en manos de la taxonomía según Wiley y Lieberman (2011), básicamente, es responsable de otorgarle un nombre a cada especie; así mismo, debe generar una primera aproximación a su ubicación en el gran árbol de la vida (Contreras, 2014).

En ese sentido, la sistemática, de manera integral, se sirve de la evidencia disponible de uno o más ejemplares con caracteres morfológicos o con caracteres de tipo molecular o de acuerdo con el comportamiento. Así pues, se elabora hipótesis sobre la ubicación de las especies en el árbol de la vida; es decir, plantea una hipótesis filogenética, y de esta forma se avanza gradualmente en el descubrimiento de la historia evolutiva de la vida de la especie estudiada. Por ende, cada especie en sí misma es un objeto de estudio del que es necesario conocer lo siguiente: su posible estatus como especie (la relaciona con el problema ontológico de cada especie en sí); los caracteres que describen a la especie; su distribución geográfica; su historia natural, y sus relaciones con otras especies del grupo, es decir, su filogenia. (Contreras, 2014).

### **2.2.4. Los peces fósiles**

Los peces constituyen el grupo de vertebrados más numerosos con aproximadamente 32.000 especies recientes (Nelson et al., 2016). Ellos presentan una enorme diversidad en cuanto a su morfología y se encuentran en todos los tipos de ambientes acuáticos (marino, estuarios, continentales) que van desde pequeños arroyos a grandes océanos, con gradiente de salinidad y temperatura muy variadas (Arratia, 2008).

Una serie de descubrimientos durante los últimos años han incrementado enormemente nuestros conocimientos sobre la diversidad, taxonomía y sistemática de los peces, especialmente de los teleósteos. El estudio de los peces es

importante, debido a que, proporcionan gran cantidad de información, tanto de los taxones fósiles y actuales y de su evolución especialmente de aquellos de importancia económica (Murray & Cook, 2016).

Este capítulo se enfocará en proporcionar información básica y general de los principales caracteres anatómicos que definen a las muestras de peces estudiados, los que son interpretados como pertenecientes a un grupo de teleósteos --- Clupeomorpha (Figura 2.1).

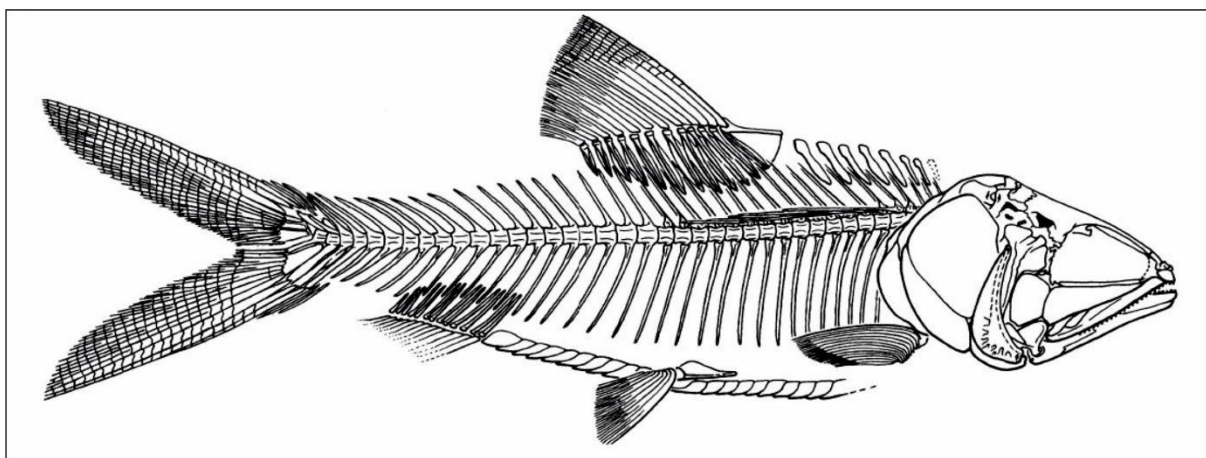


Figura 2.1: Esqueleto de un clupeomorfo primitivo (*Santanaclupea silvasantosi*) de edad Cretácico inferior, Brasil (Tomada de Arratia, 1999; Maisey, 1993).

### 2.2.5 Clasificación Sistemática

Los peces estudiados se encuentran ubicados taxonómicamente dentro de la clase ACTINOPTERIGII, los que se caracterizan por tener aletas formadas por radios osificados.

Tienen una enorme diversidad de aproximadamente 40000 especies, y representan el 99% de todas las especies de peces conocidas, lo que lo convierte en el grupo más diverso de vertebrados (Doadrio & Domínguez, 2012; Nelson et al., 2016). Son actualmente la clase dominante de peces, dado que están presentes en todos los tipos de ambientes acuáticos, tanto marinos como de aguas dulces y salobres. Los Actinopterygii actuales incluyen tres subclases de peces: Chondrostei, Holostei y Teleostei (Müller, 1845, 1846a, b; Cloutier, 1999; Arratia, 2001; Friedman,

2015) donde se destacan los teleósteos por su gran diversidad taxonómica (Arratia, 2015<sup>a</sup>; Nelson, 2006).

Los restos fósiles más antiguos son de escamas de los *Andreolepis*, *Ligulalepis*, *Naxilepis*, *Lophosteus* y *Orvikaina* del Siluriano tardío. Además, hay material Devónico, por ejemplo, *Cheirolepis*, *Dialipina*, *Howqualepis*, y *Moythomasia* incluyendo un endocranio del Devónico temprano de un espécimen asignado provisionalmente al género *Liginatepsis* (Basden & Young, 2001). Además, material del Carbonífero, por ejemplo, *Aesopichthys*, *Cyranorhis*, *Discoserra*, *Guildayichthys*, *Proceramala*, *Wendyichthys* y *Woodichthys* (Cloutier & Arratia, 2004).

## **2.2.6 Teleosteomorpha**

### **2.2.6.1 Subdivision TELEOSTEI**

Con aproximadamente 30.000 especies vivientes, son el grupo más diversificado no sólo de peces, sino que también de vertebrados (Nelson, 2006; Nelson et al., 2016; Arratia, 2020). E incluye representantes como bagres, salmones, merluzas, etc. En el Perú, tienen una alta representación de especies de importancia económica, por ejemplo, las anchovetas, sardinas, truchas, atún, etc. Estos son algunos ejemplos de teleósteos actuales. Ellos habitan todos los ambientes acuáticos, desde grandes océanos a pequeños arroyos, en aguas turbias o limpias y con gradientes de salinidad y temperatura muy variados (Arratia, 2008, 2013, 2017). Como por ejemplo en la región altoandina de Perú donde están representados por carachis y bagres los que son una fuente alimentaria para las poblaciones humanas. En la actualidad, Teleostei es considerado un grupo monofilético ya que sus miembros comparten ciertas sinapomorfías (carácter único que permite diferenciar a un taxón de otros taxones).

Los orígenes del grupo se remontarían al Triásico medio, el cual es muy importante para entender el origen de las ictiofaunas modernas, dado que evidenció una gran radiación en todo el Mesozoico, y en algunos casos dio el origen a la gran mayoría de los grupos modernos (Arratia, 2008, 2013, 2017). Es durante este período cuando los teleósteos ‘verdaderos’ aparecieron e iniciaron una radiación extraordinaria, en especial en el Jurásico tardío (con más de 40 géneros; Arratia, 2004). Tras un comienzo ‘modesto’, el desarrollo posterior fue extraordinario porque a fines del Jurásico ya los teleósteos se encontraban presentes en diferentes

continentes (Arratia, 2008) incluyendo la Antártida (e.g., Arratia et al. 2004). Sin embargo, las especies aparentemente vivieron unos pocos millones de años y su distribución geográfica fue restringida. Ninguno de los géneros de teleósteos Jurásicos se ha reconocido en el Cretácico (Arratia, 1995, 2004).

En líneas generales la hipótesis filogenética actualmente aceptada de los teleósteos (Arratia, 1999), está basada en la metodología cladista, que incluye teleósteos primitivos fósiles y existentes (Figura 2.2).

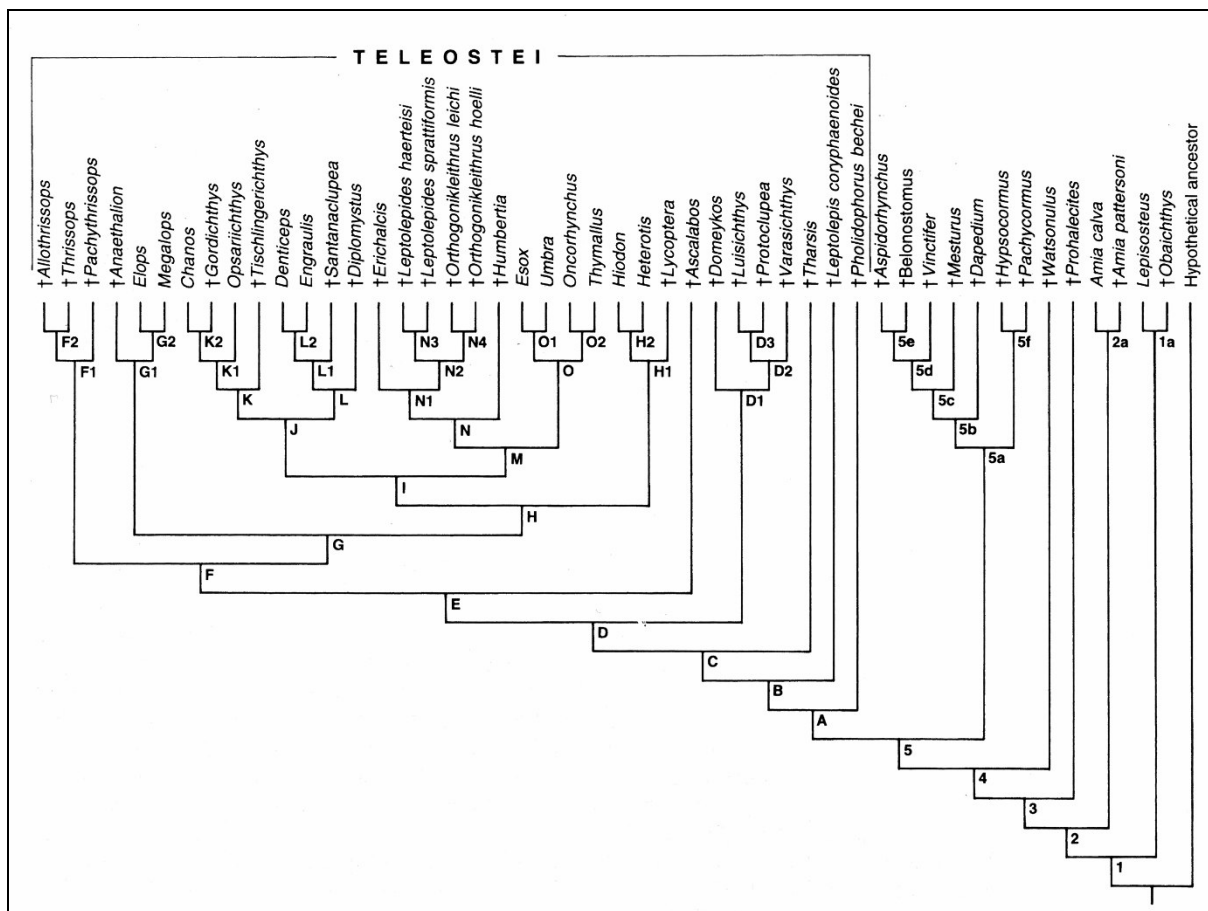


Figura 2.2: Relaciones Filogenéticas de los teleósteos primitivos y existentes (tomada de Arratia & Schultze, 1999).

### 2.2.6.2 Superorder CLUPEOMORPHA Greenwood et al., 1966

Es un grupo diverso de peces que contienen cerca de 364 especies vivas y más de 150 especies fósiles. Se tienen registros de Clupeomorpha, a partir del Cretácico inferior (Forey, 1975; Grande, 1985, Maisey, 1993; Poyato-Ariza et al., 2000; Forey et al., 2003; Forey, 2004; Murray et al., 2005, Nelson et al., 2016; Arratia, 2010; Gallo et al., 2011; Giersch, 2011; Bocchino, 2013; Alvarado-Ortega, 2014; Vernygora, 2015; Bannikov, 2015; Poyato-Ariza y Martín-Abad, 2016; Figueiredo y

Ribeiro, 2017; Than, 2017). Diversos autores (Norman, 195; Greenwood et al. 1966; Patterson and Rosen, 1977; Grande, 1985; Nelson et al., 2006) han intentado aclarar sus características dentro del clado. La clasificación por Greenwood et al. (1966) fue el fundamento de los nuevos avances en la sistemática de Clupeomorpha. Sin embargo, el primero en diagnosticar y definir los rasgos del clado fue Grande (1985), basado en las características morfológicas (Figura 2.3), las cuales serán explicadas en la parte de características diagnósticas de los Clupeomorpha basales.

Dentro de este contexto y debido a su importancia económica, los Clupeomorpha (ej., anchovetas y sardinas) han sido objeto de numerosos estudios como por ejemplo morfológicos, taxonómicos, pesquería, etc. La pesca, contribuye en la economía peruana, siendo la anchoveta la principal responsable de estos aportes. La clasificación que se usa actualmente sigue aquella postulada por Grande en 1985 (basada en la morfología), la que en líneas generales ha sido refrendada por estudios moleculares recientes (Betancur-R. et al., 2017). Los clupeomorpha tienen representantes fósiles y actuales con los registros más antiguos desde el Cretácico inferior.

Los clupeomorpha se clasifican actualmente de la siguiente manera y el material estudiado en esta tesis esta preliminarmente asignado a Clupeomorpha *incertae sedis*:

Reino ANIMALIA Linnaeus, 1758

Phylum CHORDATA Bateson, 1885

Subphylum VERTEBRATA Cuvier, 1812

Infraphylum GNATHOSTOMATA

Superclase OSTEICHTHYES

Clase ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Subclase NEOPTERYGII Regan, 1923

Infraclase TELEOSTEI sensu Arratia, 1999

Cohort CLUPEOCEPHALA Patterson and Rosen, 1977, sensu Arratia, 2010

Subcohort CLUPEOMORPHA Greenwood et al., 1966

Clupeomorpha *incertae sedis*

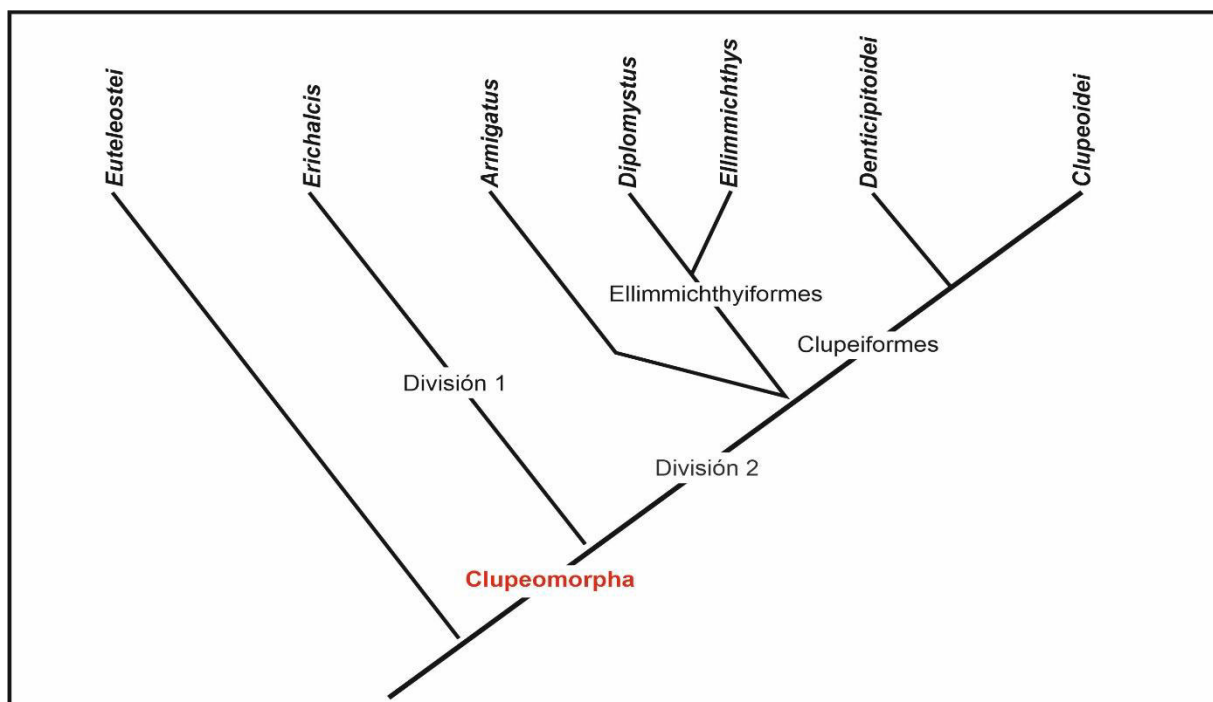


Figura 2.3: Hipótesis de las relaciones filogenéticas dentro de los Clupeomorpha según evidencia morfológica tanto en especies fósiles y recientes (de acuerdo con Grande, 1985).

### 2.2.7 Caracteres diagnósticos de Clupeomorpha

La elaboración del cladograma de relaciones filogenéticas de Clupeomorpha incluye la incorporación de taxones fósiles y actuales. La monofilia de Clupeomorpha estaría basada en ciertas sinapomorfías o caracteres únicos. Grande (1985), definió a los peces fósiles de Clupeomorpha basado en: 1) presencia de escudos abdominales incluyendo un escudo pélvico; 2) conexión otofísica; 3) canal sensorial supratemporal a través de huesos parietales o parietales y supraoccipital; 4) hipural 2 fusionado con ural 1 e hipural 1 autógeno; 5) presencia de una fosa preepiótica bien definida; y 6) desarrollo de escudos dorsales.

**1.- Presencia de uno o más escudos abdominales (incluyendo un escudo pélvico), cada uno de un solo elemento que cruza la línea media ventral del pez** (Patterson, 1970a.). Todas las especies de Clupeomorpha tienen al menos un escudo abdominal y la mayoría de las especies tienen una serie de estos escudos que se encuentra a lo largo de la línea media del vientre (Grande, 1985). Algunos ejemplos de Clupeomorpha con escudos abdominales: *Santanaclupea silvasantosi*, colectadas de la Formación Santana de edad albino medio-superior, Brasil (Maisey,

1993) y *Foreyclupea loonensis* de la Formación Loon River Albiana, Canadá ver (Figura 2.4), (Vernygora, 2015).

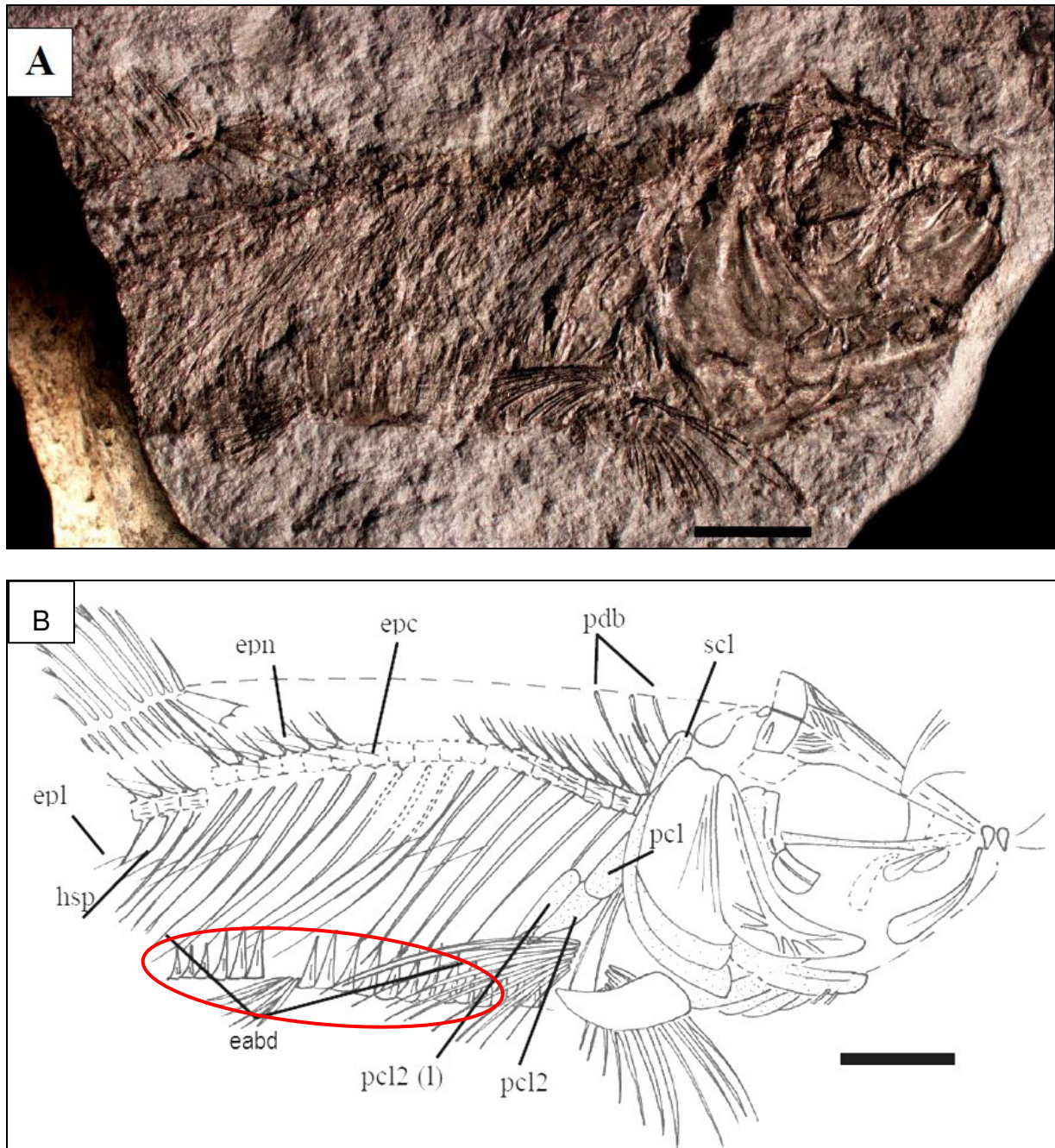


Figura 2.4: (A) Fotografía de la muestra original de *Foreyclupea loonensis* (B) *Foreyclupea loonensis*. Escala = 5 mm. (Vernygora, 2015). Abreviaturas: eabds, escudos abdominales (círculo rojo). Abreviaturas: epc, epicentral; epl, epipleural; epn, epineural; hsp, espina hemal; Pcl 1-2, postcleitro 1-2; Pcl2 (l), postcleitro izquierdo 2; Pdb, huesos predorsales; Scl, supracleitro.

**2.- Conexión otofísica que implica un divertículo de la vejiga natatoria que penetra en el exoccipital y se extiende dentro del proótico dentro de la pared lateral de la cintura, formando bulas osificadas en el proótico y usualmente también en el pterótico** (Figura 2.5, 2. 6 y 2.7) (Greenwood et al., 1966, Grande, 1985). Este carácter es único de los peces Clupeomorpha, el detalle es que es complicado observarlos en los ejemplares fósiles, a menos que tengan un buen estado de conservación tridimensional.

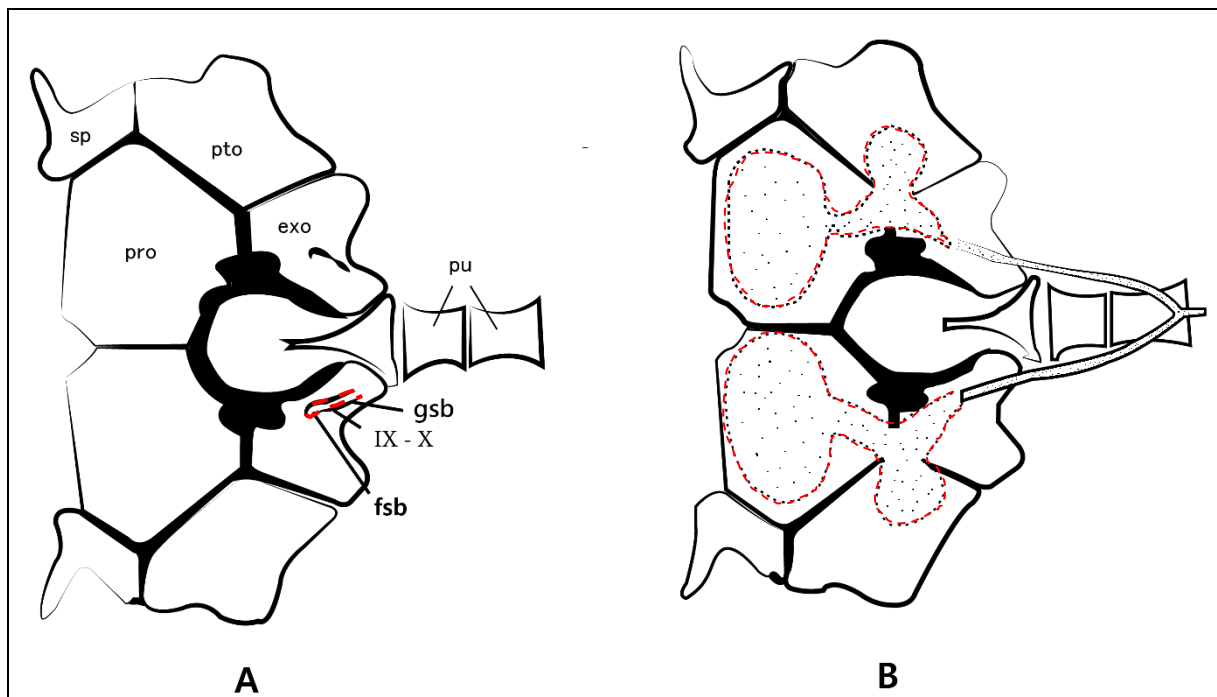


Figura 2.5: Vista ventral de la parte posterior del cráneo (paraesfenoide extraído) en *Jenkinsia* (A) Divertículo y bullas omitidos; (B) muestra del divertículo de la vejiga natatoria y las bulas (punteado). Bulas y la región del divertículo que se encuentra en la parte interna del proótico, pterótico, exoccipital y la ranura para divertículo craneal de la vejiga natatoria; se dibujan en líneas rojas entrecortadas (Grande 1985). Abreviatura: exo, exoccipital; fsb, agujero a través del cual ingresa la vejiga natatoria y el divertículo hacia el neurocráneo; gsb, ranura para el divertículo craneal de la vejiga natatoria; pro, proótica; pto, pterótico; pu, vértebra; sp, esfenótico.

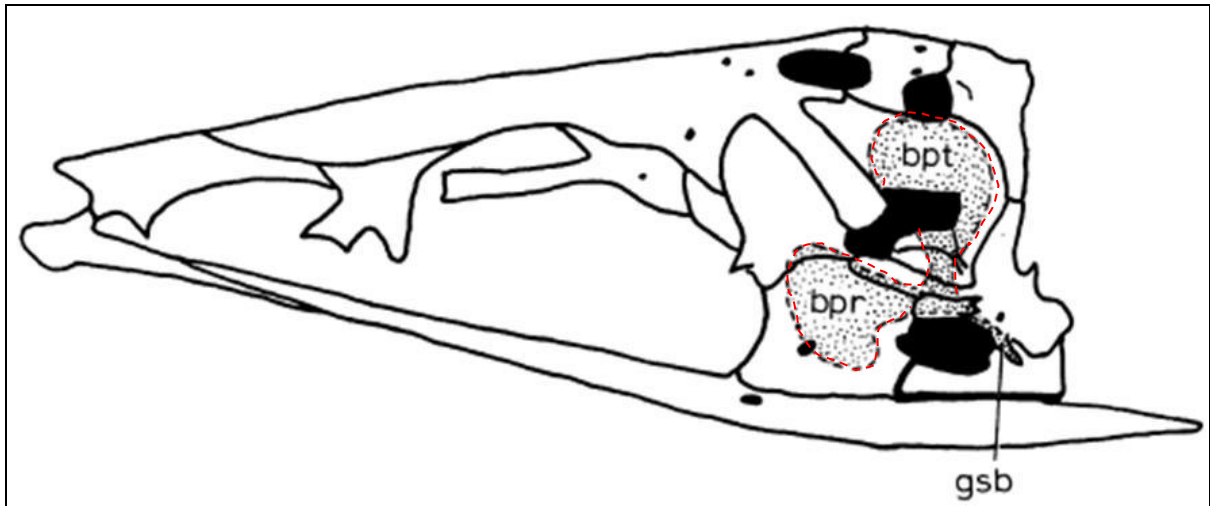


Figura 2.6: *Daxothrissa vittata*, Vista lateral del cráneo, mostrando bulas (líneas rojas entrecortadas) como se ve a través del hueso, bpt: bula pterótico, bpr: bula proótica, gsb: ranura para el divertículo craneal de la vejiga natatoria (Grande, 1985).

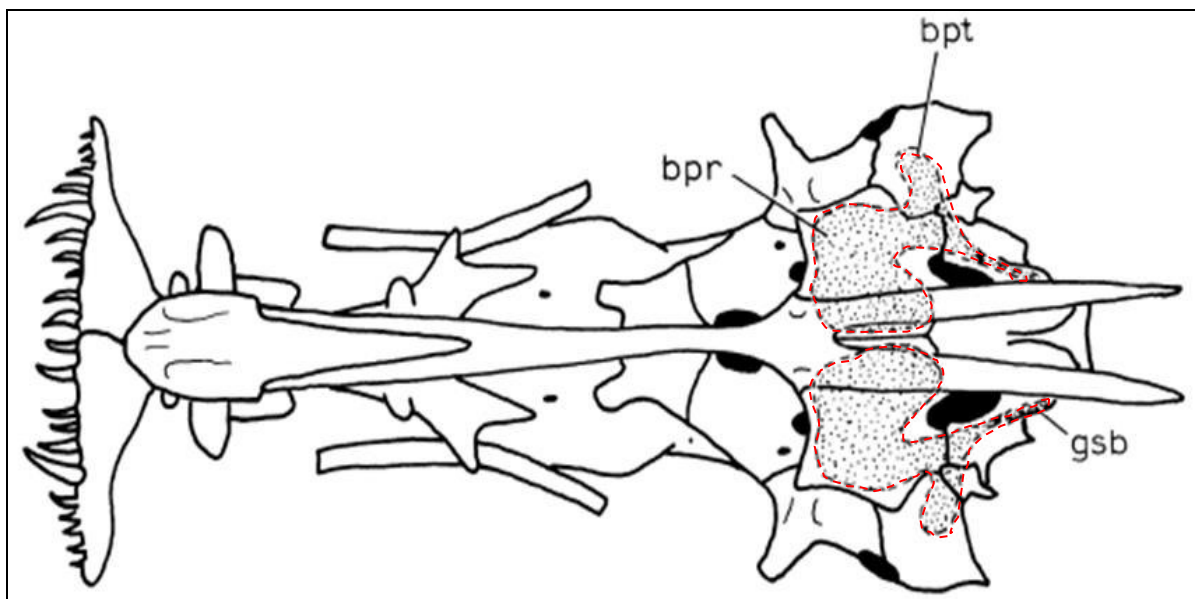


Figura 2.7: *Odaxothrissa vittata*. Vista ventral del cráneo, con la posición de las bulas (líneas rojas entrecortadas) que se ve a través del hueso, bpr: bula proótica, gsb: ranura para el divertículo craneal de la vejiga natatoria (Grande, 1985).

**3.- Canal sensorial supratemporal comisural que pasa primitivamente a través de parietales o a través de parietales y supraoccipital** (Figura 2.8) este carácter está en todos los clupeomorpha conocidos y se piensa que es el resultado de la fusión de los huesos extraescapulares con los parietales (Patterson, 1970). En los clupeomorfos más avanzados (pertenecientes al orden Clupeiformes) el canal también pasa a través del supraoccipital. Este carácter es cuestionable, ya que

también ocurre en los caraciformes (*Acestrorhynchus*, *Hoplias*, *Brycon* y otros), osteoglossomorfos (*Papyrocranus*, *Xenomystus* y otros), *Ornategulum* y posiblemente otros grupos. Sin embargo, se mantendrá así hasta nuevos estudios más detallados de esta característica entre los peces teleósteos (Grande, 1985).

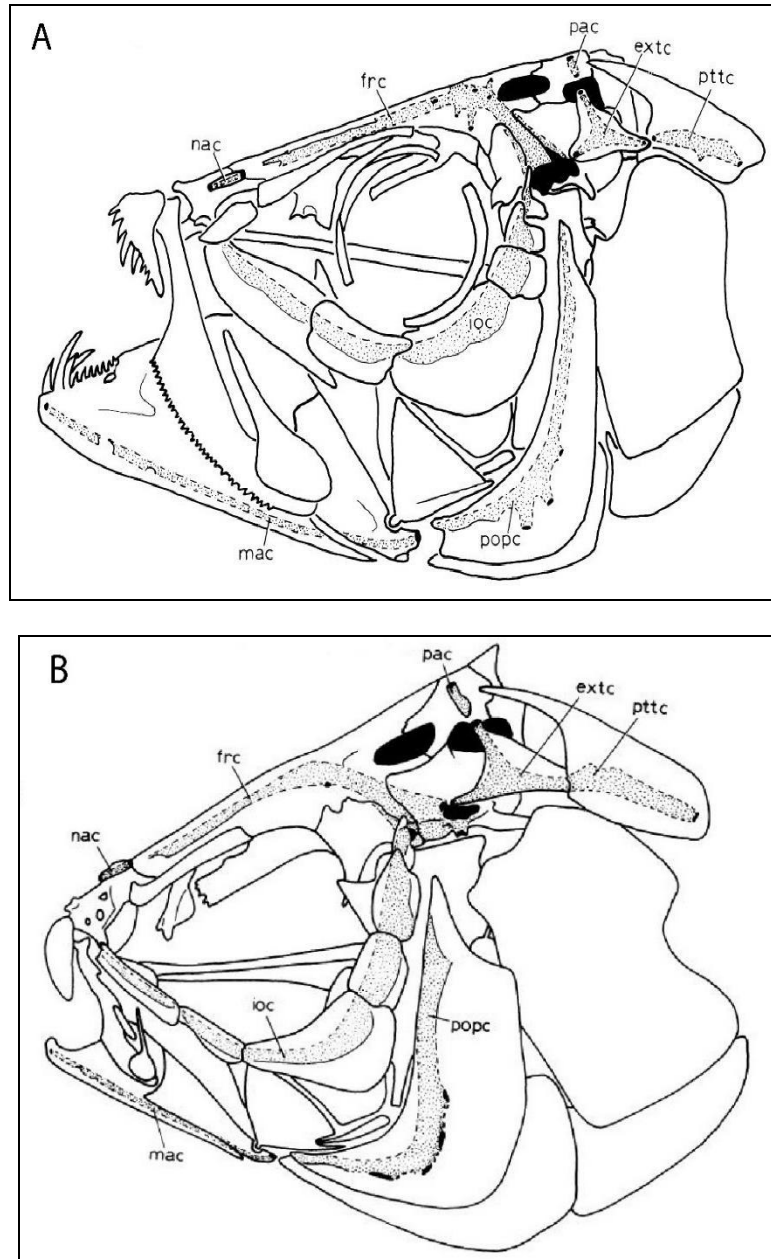


Figura 2.8: Vista lateral del cráneo, mostrando canales sensoriales (líneas grisáceas punteadas). Obsérvese el canal infraorbital (ioc) que se extiende ventralmente hasta la abertura del receso para el conducto intraorbitario. A) *Odaxothrissa vittata*, B) *Dorosoma cepedianum* (Grande, 1985).

**4.- Hypural 2 fusionado con el primer centrum ural en todas las etapas del desarrollo, y un primer hypural autógeno** (Greenwood et., al, 1966, Patterson y Rosen, 1977). Aunque no es exclusivo de los clupeomorfos, esta condición no se ha observado en los osteoglossomorfos, elopomorfos u ostariofisos primitivos. Se cree que esta condición se derivó independientemente para ambos clupeomorfos y ciertos caraciformes. Debido a que esta condición también se produce fuera de Clupeomorpha, muy ocasionalmente, este carácter es considerado únicamente porque es congruente con los caracteres primitivos 5 y 6. En la División 2 de Grande (1985) el hipural 1 es meramente autógeno (no fusionado) al primer centrum ural (Grande, 1985). Algunos ejemplos presentando esta fusión se observan en *Scombroclupea occidentalis* del Cenomaniano, Loma la Mula, Coahuila, NE Mexico (Giersch et al., 2011) y *Armigatus oligodentatus* de la Formación Akrabou con un rango de edad-Cenomaniano / Turoniano Temprano (Cretácico Superior), Marruecos ver Figura 2.9 (Vernygora, 2015).

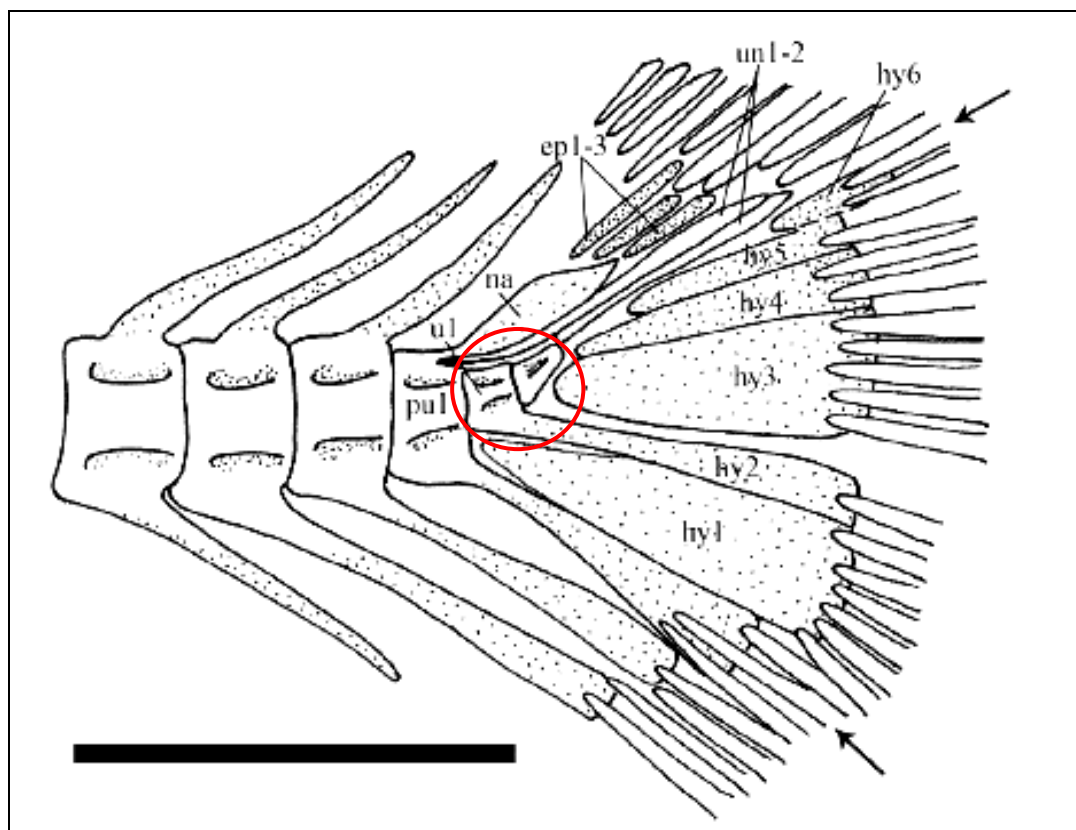


Figura 2.9: Vista lateral de aleta caudal y esqueleto interno de *Armigatus oligodentatus*. ep 1-3, epural 1-3; Hy, hipurales; Na, arco neural; Pu1, primer centrum preural; u1, primer centrum ural. Las flechas señalan los primeros rayos principales de la aleta caudal. Barras graduadas = 2 mm (Vernygora, 2015).

**5.- La presencia de una fosa preepiótica bien definida,** se cree que es posiblemente el resultado de la obliteración por la expansión de la bula pterótica. Un ejemplo ilustrativo se observa en *Santanaclupea* (Figura 2.10) de la Formación Santana de edad Albiana, Brasil (Maisey, 1993).

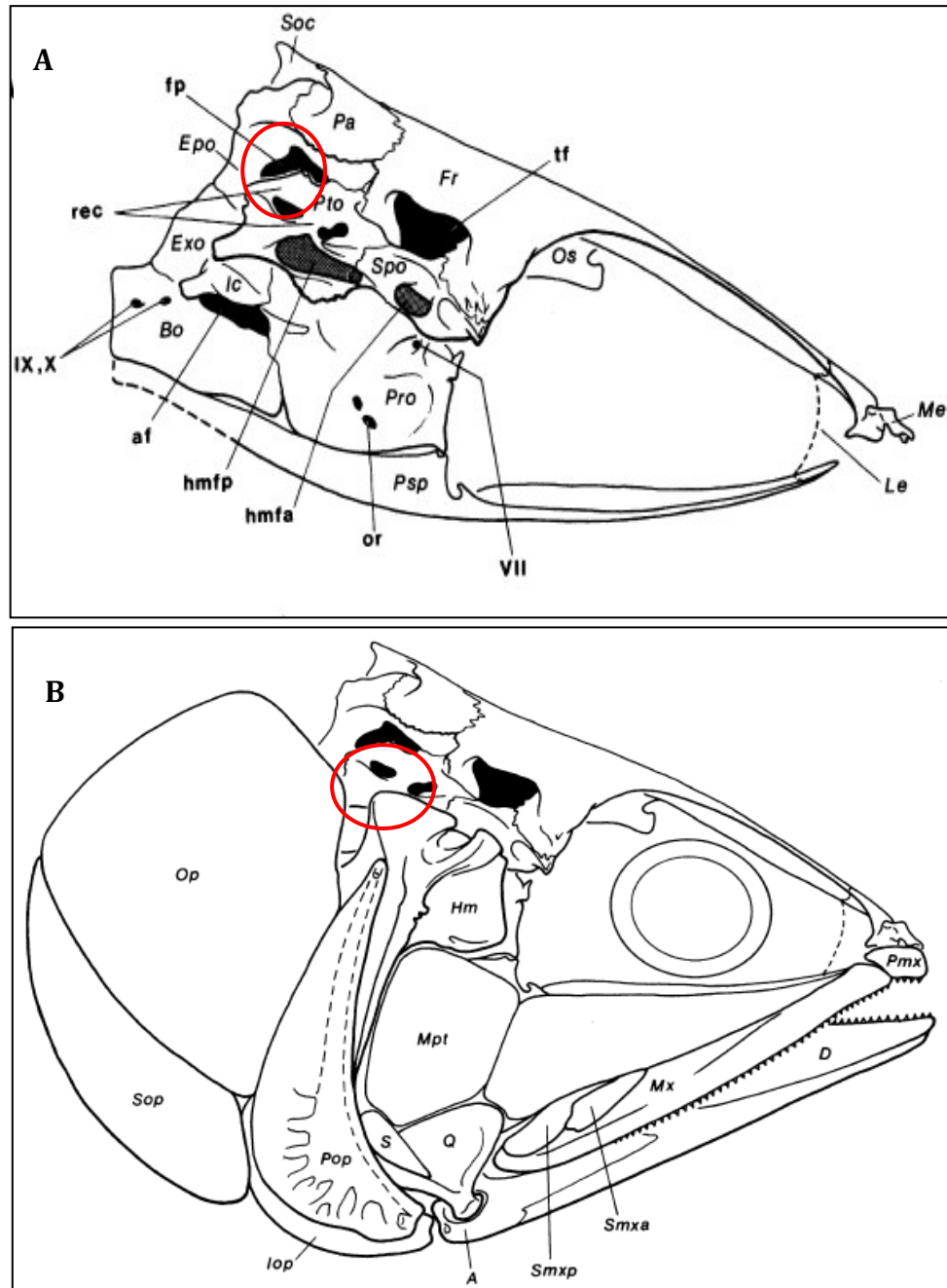


Figura 2.10: Reconstrucción de la caja craneana mostrando partes del cráneo (A y B), resaltando la fp: fosa preepiótica (círculo rojo), en un ejemplar de *Santanaclupea* (Maisey, 1993).

**6.- El desarrollo de escudos dorsales, con una quilla media** (discutido en Grande, 1982). Actualmente se sabe que los escudos dorsales (Figura 11), que alguna vez se pensó estaban restringidos a sólo unas pocas especies recientes, se conocen en la mayoría de los grupos principales de Clupeomorfos.

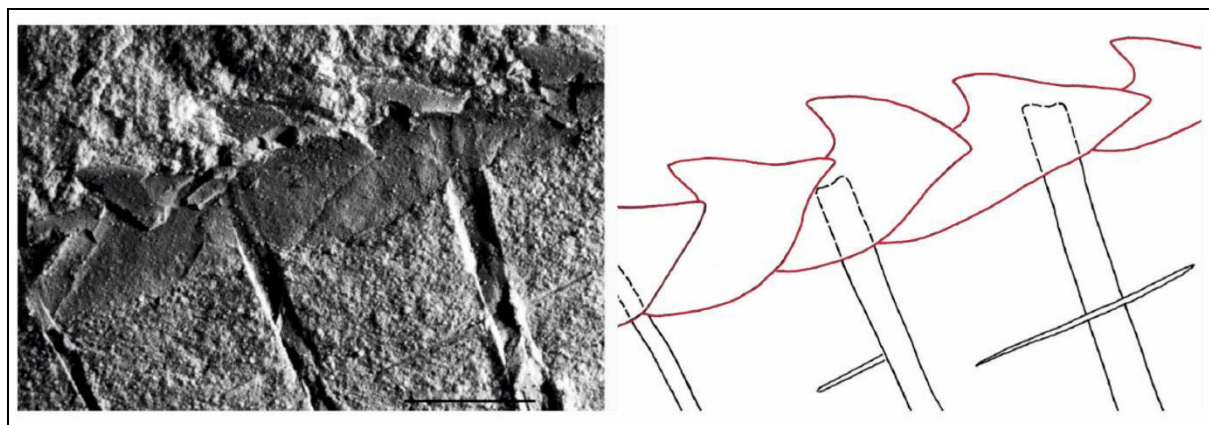


Figura 2.11: Ejemplo de escudos dorsales (líneas de color rojo) de *Scutatoclupea bacchiai*, barra de la escala = 2 mm (tomada de Bannikov, 2015).

## 2.3 Glosario

**Afloramientos:** es una exposición visible en la superficie terrestre de la roca madre o de otro tipo de depósitos superficiales de otro tiempo geológico.

**Axial:** la palabra axial es usada como adjetivo que hace referencia a relativo a un eje, relacionado con el eje o que tiene forma de eje.

**Clupeomorpha:** el género clupeomorfo “Armigatus” es un grupo extinto de peces que comprende cinco especies de pequeños peces marinos descritas en el Mar de Tetis del Cretácico Superior.

**Condrictios:** clase de peces de esqueleto cartilaginoso, más o menos calcificado, pero nunca óseo, con la piel recubierta de escamas placoideas, llamadas dentículos dérmicos, sin vejiga natatoria, con válvula espiral en el intestino y, generalmente, sin opérculo, cinco o más aberturas branquiales a los lados de la cabeza, aleta caudal heterocerca y boca ínfera.

**Cladística:** es una herramienta biológica que sirve para determinar las relaciones evolutivas entre los organismos basándose en los caracteres relativamente derivados (apomorfos). Un carácter derivado es aquel que se ha originado a

partir de un carácter primitivo.

*Cretácico*: periodo geológico, que es el tercer y último de la era Mesozoica y sigue al periodo Jurásico; se extiende desde 145 a 66 millones de años.

*Estratigrafía*: Es parte de la geología que estudia la disposición y caracteres de las rocas sedimentarias estratificadas y los fósiles que puedan presentar.

*Estratos*: conjunto de capas superpuestas que se extiende de manera lateral y vertical en capas paralelas.

*Evolutiva*: la biología evolutiva es el área de la biología que estudia los cambios de los seres vivos a través del tiempo (evolución biológica), así como las relaciones de parentesco entre las especies (filogenia).

*Fenética*: en biología sistemática, la fenética, también conocida como taxonomía numérica, es una técnica cuya finalidad es la clasificación de los organismos basándose en su similitud, generalmente en su morfología, o en cualidades observables, sin tomar en cuenta su filogenia o relación evolutiva.

*Fósiles*: se aplica a la sustancia de origen orgánico o a la huella que se ha petrificado, por haber permanecido enterrada largo tiempo los fósiles se conservan en ambientes especiales.

*Gradientes Geotermiales*: profundidad necesaria para que la temperatura de la corteza terrestre aumente un grado a los 20-30 km.

*Invertebrados*: se conoce como animales invertebrados al conjunto de las especies del reino animal que no poseen un notocordio o cuerda dorsal, ni una columna vertebral, ni un esqueleto interno articulado.

*Jurásico*: período geológico, que es el segundo de la era Mesozoica, sigue al

*Mesozoico*: era geológica, se extiende desde 252 a 66 millones de años.

*Osteíctios*: clase de vertebrados gnatostomos, llamados también peces óseos, que se caracterizan por su cuerpo dotado de aletas (pares o impares), esqueleto osificado, cuerpo desnudo o cubierto de escamas, respiración por medio de branquias y reproducción ovípara en la mayoría de los casos.

*Ostracodernos*: son una antigua clase extinta de peces agnatos, considerados como los vertebrados más antiguos que se conocen. Eran pequeños peces sin

mandíbulas (aunque algunos alcanzaban los 60 cm de largo), fundamentalmente de agua dulce, que habitaron la Tierra aproximadamente entre los 500 y 350 millones de años.

*Placodermos*: se caracterizaban por la presencia de placas óseas en la parte anterior de su cuerpo, además de tener un número par de extremidades y de poseer mandíbulas, 10 que tenían su origen en el primer arco branquial modificado.

*Procesos evolutivos*: la evolución es el proceso por el cual los organismos actuales han evolucionado a partir de un organismo antiguo.

*Sistemático*: estudio de la clasificación de las especies con arreglo a su historia evolutiva o filogenia.

Triásico y precede al Cretácico; se extiende desde 201 a 145 millones de años.

*Taxones*: nivel o rango de subdivisión de los seres vivos según un código internacional. Cada uno de los grupos de clasificación de los seres vivos.

*Taxonomía*: es la ciencia en la que se pueden clasificar los organismos y se establecen diferentes parámetros de acuerdo con ciertas características, creando familias, ramas y conjuntos de razas, entre otros.

*Teleósteos*: grupo de peces de esqueleto óseo, cola homocerca, escamas cicloideas o ctenoideas y vejiga natatoria casi siempre presente. Comprende la mayoría de los peces.

*Volcanoclásticas*: roca o material fragmentario de origen volcánico, incluidos los sedimentos detríticos.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El posible determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

1. Las características de los peces fósiles del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced ayudarán a determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático.

2. El análisis taxonómico y sistemático permitirá clasificar a los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced.

3. La clasificación de los peces del Jurásico-Cretácico en las localidades de Aija y La Merced ayudará determinar el diagnóstico taxonómico y sistemático.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1 Materiales

Los fósiles estudiados en el presente trabajo corresponden a muestras inventariadas en el Laboratorio de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET. Fueron recolectadas en diferentes campañas de campo en las localidades de Aija y La Merced, en el año 2010.

Los peces fósiles de cada punto de muestreo fueron identificados inicialmente con una sigla alfanumérica de la Dirección de Geología Regional y el número de Proyecto, seguido del año y número de muestra (por ejemplo, GR4-10-138). Posteriormente se les asignó un número de Colección Paleontológica del INGEMMET (CPI). Además, se elaboró un sistema de siglas (una base de datos) para denotar cada uno de los siguientes campos: área, afloramiento, ejemplar fósil, elementos, código de campo y número de CPI (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Muestra los distintos campos de la base utilizada en el presente trabajo (área de muestreo, afloramiento, ejemplares fósiles, elementos (parte o contraparte), código de campo y número de Colección Paleontológica del INGEMMET (CPI).

| ÁREA      | AFLORAMIENTO | EJEMPLAR FÓSIL | ELEMENTO | CÓDIGO DE CAMPO | CPI         |
|-----------|--------------|----------------|----------|-----------------|-------------|
| LA MERCED | Y1           | M01            | E01      | GR4-10-138      | CPI-6348-3  |
|           |              | M02            | E02      |                 | CPI-6348-2a |
|           |              |                | E03      |                 | CPI-6348-2b |
| AIJA      | Y2           | M03            | E10      | GR4-10-134      | CPI-6346-1a |
|           |              |                | E11      |                 | CPI-6346-1b |

#### 3.2 Tipo y diseño de la investigación

Los conceptos de paleontología sistemática de fósiles de clupeomorfos son de carácter analítico inductivo, en el sentido de la observación de las características morfológicas que se preservan en los peces fósiles. Por el alcance y análisis de los resultados, se trata de una investigación explicativa, descriptiva y comparativa.

Es explicativa porque se trata de encontrar la relación con ejemplares reportados hasta la fecha. Además, es descriptiva, porque busca especificar las características morfológicas de las estructuras óseas conservadas de los registros fósiles de clupeomorfos. Así mismo, es comparativa, porque una vez realizada la investigación descriptiva, se procederá a comparar con otros ejemplares de clupeomorfos estudiados, con la finalidad de determinar si existe alguna relación morfológica o evolutiva. Por otro lado, es analítica inductiva, pues su interpretación responderá las interrogantes de su importancia en los estudios paleontológicos.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación se desarrolló considerando las siguientes etapas:

### **3.2.1. Etapa de gabinete**

#### ***a. Recopilación bibliográfica***

Esta etapa tiene por finalidad obtener, recopilar y sintetizar toda la información bibliográfica relacionada al área de investigación de la presente investigación.

#### ***b. Mapa precampo***

Se elaboró un mapa geológico preliminar, a partir de la fotointerpretación de las fotografías de las: aéreas, imágenes ASTER y LANDSAT; tomando como base el mapa topográfico de la zona a escala 1:25 000.

### **3.2.2 Etapa de campo**

#### ***a. Cartografiado geológico***

Se realizó el cartografiado geológico de las diferentes unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas que afloran en el área de estudio. Asimismo, se tomó: los datos estructurales, la medición de rumbo y el buzamiento de los estratos, las fotografías de detalle y/o panorámica de los afloramientos en interés. Finalmente, se hizo la representación gráfica de los contactos de las diferentes unidades y de los diferentes datos tomado en campo, plasmándolo en un mapa topográfico a escala 1: 25 000.

#### ***b. Muestreo y descripción macroscópica***

El objetivo fue realizar estudio taxonómico y sistemático de las muestras.

- El punto de muestreo fue definido en función a las observaciones realizadas en el área en estudio, considerando los estratos que contenían los ejemplares fósiles.
- Las muestras fueron extraídas, haciendo uso de un martillo de geólogo, de tamaños menores a 15 cm. Posteriormente, se procedió a la descripción general de las muestras, se tomaron las fotografías correspondientes para luego ser envueltas con papel periódico, embolsarlas y enumerarlas en el orden correspondiente.
- Toma de las coordenadas con un GPS, en el sistema UTM (PSAD56) del punto de muestreo.
- Toma de fotografías a detalle de los estratos y en algunos casos fotografías panorámicas de los afloramientos
- Levantamiento de 01 columna generalizada de las localidades de Aija y La Merced.

### **3.3 Etapa de laboratorio y gabinete**

Las tareas de laboratorio se iniciaron en el área de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET, con la preparación y limpieza de las muestras de campo para su posterior estudio, utilizando diferentes técnicas de observación y análisis. Por el carácter lutáceo de las muestras paleontológicas obtenidas, durante las tareas de preparación y limpieza, se ha evitado el uso de agua u otras sustancias que puedan favorecer la alteración de la composición química o la textura original. Así mismo, en algunos materiales paleontológicos se ha utilizado acetona para la disgregación y separación de partículas superficiales, así como sustancias consolidantes para aumentar la durabilidad de los fósiles.

De igual modo, los trabajos de laboratorio para el estudio taxonómico y sistemático se desarrollaron en el Laboratorio de Morfología del Museo de la Universidad de Kansas (Lawrence, KS, Estados Unidos de América del Norte), bajo la supervisión de la Dra. Gloria Arratia bióloga especialista en la macroevolución y la historia evolutiva de los peces. Es así, que los ejemplares fueron estudiados utilizando un estereomicroscopio, provisto con cámara lúcida, marca Zeiss 475052 y con un objetivo 3.2 (Figura 3.1 A y B). Asimismo, se han realizado algunos dibujos

de ampliación de los escudos de los ejemplares, con estereomicroscopio provista de una cámara lucida Olympus SZ en el Laboratorio de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET (Figura 3.2).

En ese sentido, durante esta etapa del trabajo se han desarrollado los siguientes pasos:

- Observación y familiarización de las estructuras óseas de peces actuales; con la finalidad de aplicarlos en los fósiles de peces mediante la anatomía comparada de las especies encontradas. Asimismo, se procedió a realizar dibujos de los ejemplares actuales, a manera de entrenamiento, antes de empezar con las muestras del estudio.
- Se realizaron dibujos o esquemas de detalle de las estructuras óseas observadas de los especímenes fósiles; así pues, se trabajó con un objetivo 3.2 de la cámara lúcida, teniendo hasta un aumento de 16x, permitiendo plasmar la mayor información de los caracteres morfológicos de los ejemplares.
- Se procedió copiar los esquemas en papel canson, haciendo uso de bolígrafos de tinta líquida de 0.3mm, 0.5mm y 0.7mm. Posteriormente, se escanearon los dibujos, con la finalidad de trabajar el etiquetado de las partes morfológicas, en el programa de diseño CorelDraw.
- Durante todo el proceso se tomaron fotografías de los ejemplares que son el objeto de estudio del presente trabajo.

Así pues, las tareas de gabinete corresponden la descripción e interpretación de los datos paleontológicos obtenidos, desde el planteamiento y resolución de los problemas hasta la presentación de los datos más relevantes. Es importante resaltar que las tareas de taxonomía y sistemática de los Clupeomorfos han sido realizadas en colaboración con la Dra. Gloria Arratia.



Figura 3.1: Equipo usado en el Laboratorio del museo de la Universidad de Kansas. A) Estereomicroscopio Zeiss con cámara lúcida. B) Esquema de un ejemplar fósil de pez dibujado con el Estereomicroscopio Zeiss con cámara lúcida.



Figura 3.2: Equipo usado en el Laboratorio de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET.

### **3.4 Unidad de análisis**

La unidad de análisis de esta investigación es la taxonomía y sistemática de los fósiles de peces (clupeomorfos) encontradas en las localidades de Aija y La Merced, de la provincia de Aija, departamento de Ancash.

### **3.5 Población de estudio**

La investigación se centró en la descripción de los caracteres osteológicos que se preservan en los fósiles de tres especímenes de peces.

### **3.6 Tamaño de la muestra**

Para la presente investigación, de las diecisiete (17) muestras de fósiles de peces clupeomorpha que se encuentra en la Colección Paleontológica del INGEMMET, se analizaron únicamente cinco (05) muestras. Donde se obtuvo una

parte y una contra parte, que finalmente correspondieron a un mínimo de tres ejemplares fósiles.

### **3.7 Selección de la muestra**

Las muestras de rocas sedimentarias con evidencia de fósiles de peces (las que fueron colectadas en los trabajos de campo en el año 2010, durante la actualización de la Carta Geológica Nacional), fueron seleccionadas tomando en cuenta la conservación excepcional que presenta cada una de las muestras.

### **3.8 Técnicas de recolección de datos**

La información obtenida de los diferentes ejemplares de fósiles de clupeomorpha para el estudio taxonómico y sistemática, se obtuvieron, mediante, el uso de un estereomicroscopio, el cual está equipado con cámara lúcida, marca Zeiss 475052 (Museo de la Universidad de Kansas) y Olympus SZ (Laboratorio de Paleontología del INGEMMET).

### **3.9 Análisis e interpretación de la información**

El análisis y la interpretación de la información se basaron en la determinación y descripción de los caracteres osteológicos conservados en los diferentes ejemplares de fósiles de clupeomorpha. De tal forma, que la determinación de caracteres diagnósticos nos permita definir la taxonomía y sistemática de las especies en cuestión.

## CAPÍTULO IV

### INTRODUCCIÓN GEOLÓGICA

#### 4.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en los distritos de Aija y La Merced, provincia de Aija, departamento de Áncash, en el norte del Perú (Figura 4.1).

El área en estudio abarca parte de las hojas de Huaraz (20h, cuadrante 1 y 2) de la carta Geológica Nacional (escala 1:50 000). Tiene una extensión aproximada de 400km<sup>2</sup>.

Las localidades en estudio, geográficamente se encuentran en el flanco Occidental de la Cordillera Negra, la que forma parte de la Cordillera Occidental de los Andes, en el norte del Perú. Así mismo, el espacio geográfico mayormente corresponde a la región Sierra, con una altitud que varía entre 2729 – 4900 msnm. Así pues, las localidades donde se muestrearon los fósiles de peces se encuentran en las siguientes coordenadas:

##### ***Localidad de Aija***

|           |           |
|-----------|-----------|
| Latitud:  | -9.7740°  |
| Longitud: | -77.6117° |

##### ***Localidad de La Merced***

|           |           |
|-----------|-----------|
| Latitud:  | -9.7276°  |
| Longitud: | -77.6650° |

Es importante mencionar que el área en estudio tiene gran variedad de vías de acceso (Figura 4.2). A continuación, presentamos una lista con algunas de las vías de acceso a las dos localidades

##### ***Por vía terrestre:***

- Lima – Recuay – Aija – La Merced.
- Lima – Huarmey – Aija – La Merced.
- Lima - Huaraz – Tingo – La Merced – Aija.
- Lima – Casma - Tingo – La Merced – Aija.

**Por vía aérea:**

- Lima – Huaraz, después de la vía aérea se puede optar por algunas de las rutas antes mencionadas.

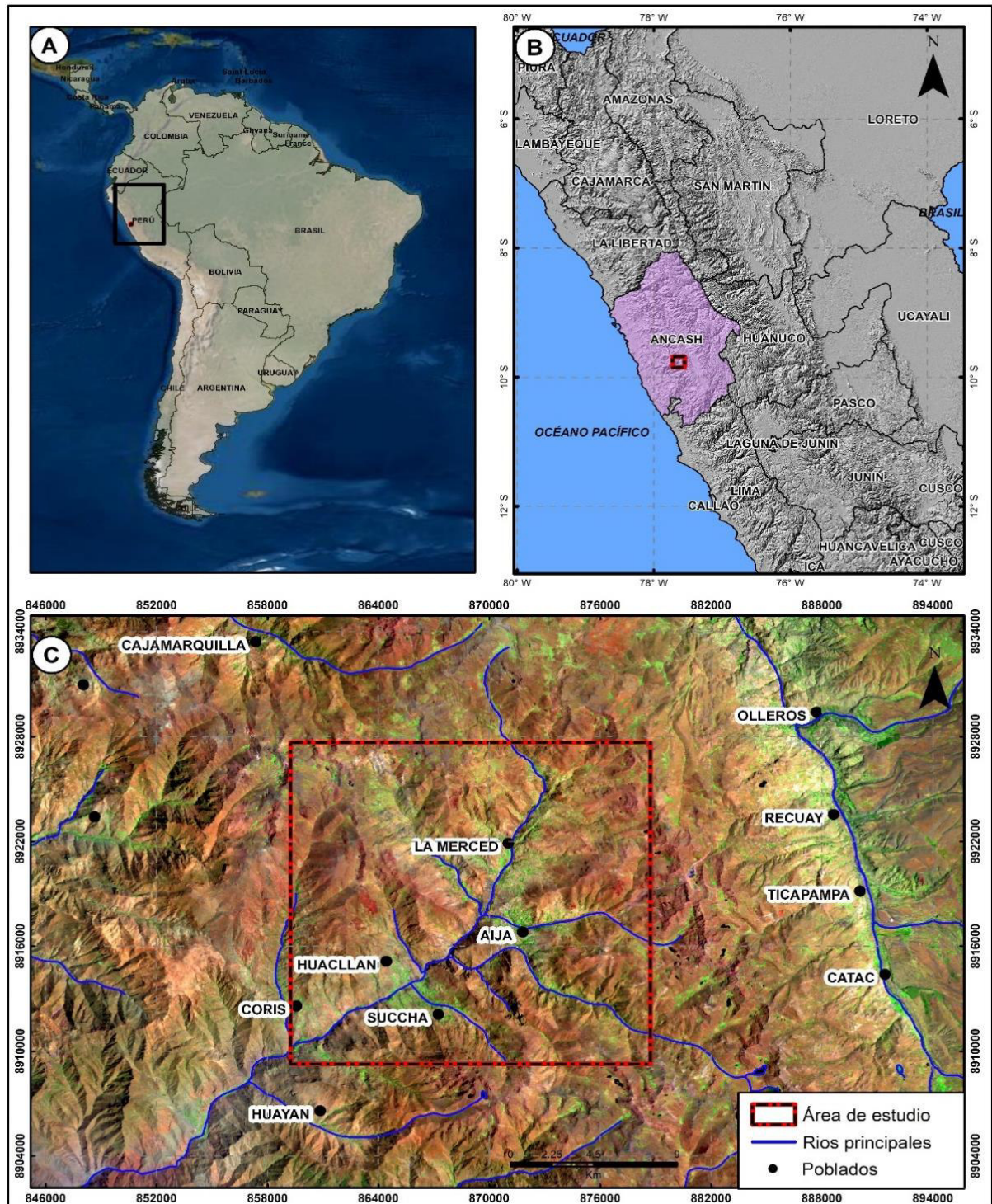


Figura 4.1: Ubicación del área de estudio. A) Norte del Perú, al Noroeste de Sudamérica. B) A nivel regional se encuentra situada en el departamento de Áncash. C) Localidades de La Merced y Aija, provincia de Aija.



## **4.2 Contexto geológico**

En el área de estudio afloran unidades litoestratigráficas del Mesozoico que corresponden a rocas sedimentarias y volcanoclásticas de la Formación Simbal y Grupo Chicama (formaciones Punta Moreno y Tinajones); además, de la Formación Chimú que van desde el Titoniano (Jurásico superior) hasta Berriasiano (Cretácico inferior). Asimismo, afloran unidades litodémicas del Cenozoico que corresponde a rocas volcánicas del Grupo Calipuy de edad Paleógeno-Neógeno. Estas rocas volcánicas se encuentran en discordancia angular con las rocas Mesozoicas. Finalmente afloran cuerpos intrusivos del Neógeno (Cenozoico) que cortan a las rocas del Mesozoico y Cenozoico (Figura 4.3).

### **4.2.1 Unidades estratigráficas del Mesozoico**

#### ***Formación Simbal***

Definida por Jacay (1992), en la margen izquierda del Río Simbal en los alrededores del pueblo homónimo, la cual se encuentra ubicada a 28 km de la ciudad de Trujillo.

En el área de estudio, esta unidad aflora en los ejes centrales de los anticlinales en el sector del río Allma (Figura 4.4). Está conformada por intercalaciones de lutitas grises a gris oscuras con calizas grisáceas, presentan pátinas de coloraciones amarillentas a beige, en capas delgadas a medianas bien estratificada con espesor aproximado de 100 metros. En esta unidad se han encontrado restos fósiles (GR28-14-19), de gasterópodos, bivalvos. Sin embargo, no son fósiles que ayuden a definir su edad, en el área de estudio se encuentra infrayaciendo a la Formación Punta Moreno, por su posición estratigráfica se le asigna una edad de Titoniano inferior (Jacay, 1992).





Figura 4.4: Afloramiento de capas de calizas intercaladas con niveles de lutitas que pertenecen a la Formación Simbal, que se encuentra ubicada al SO de Aija en el Cerro Colque.

### ***Grupo Chicama***

Descrito inicialmente por Stappenbeck (1929) en el tramo superior del valle del río Chicama, donde fue denominado Formación Chicama. Posteriormente, en la misma zona, Jacay (1992) realizó un estudio sedimentológico y muestreo paleontológico, en base a esta información se le elevó a categoría de Grupo Chicama, conformada por las formaciones Punta Moreno y Sapotal; las cuales se encuentran sobreyaciendo a las secuencias de la Formación Simbal de edad Titoniano inferior.

A continuación, se describe las formaciones que conforman el Grupo Chicama:

### ***Formación Punta Moreno***

Descrita por Jacay (1992) en base a las características sedimentológicas y a su contenido fosilífero en los alrededores del poblado Punta Moreno, ubicada a 59 Km al NNE de la ciudad de Trujillo en el curso medio del valle del Chicama. Al

suroeste del área de estudio afloran areniscas cuarzosas blanquecinas a grisáceas de grano medio a grueso, siguiendo un rumbo noroeste a sureste (Figura 4.5). Así pues, dichas areniscas descritas son capas de medianas a gruesas, con pátinas de óxido de hierro, con intercalaciones de lutitas grisáceas a negras; hacia la base se puede observar niveles de flujos piroclásticos de cenizas gris verdoso con cristales de plagioclasas, anfíboles y líticos polimícticos.



Figura 4.5: Afloramiento de areniscas cuarzosas en capas delgadas a medianas (Formación Punta Moreno), con pátinas de hierro, sector del río Aija camino a Succha.

### **Formación Tinajones**

Definida inicialmente por Wilson (1984), quien la diferenció litológicamente de la Formación Chicama. Los afloramientos que corresponden a esta unidad en el área de estudio están expuestos en los alrededores a las localidades de La Meced y Aija (Figura 4.6). La Formación Tinajones está constituida por lutitas con laminación paralela, de color gris oscura en roca fresca y castaño claro o blanquecino (Figura 4.7 y Figura 4.8). Se encuentra intercalada con areniscas grises de grano fino y calizas wackstone gris oscuras. En las lutitas laminadas se encuentran los fósiles de peces asociados a otros invertebrados. Por otra parte, en los niveles de calizas se reportaron fósiles de ammonites (*Substeueroceras permulticostatum* y *Berriasella chillonensis*), gasterópodos y branquiópodos (concostraceos).

**Edad y correlación:** A partir de *Berriasella chillonensis* se ha determinado la edad relativa de las capas que contienen a los fósiles de los peces, que va desde el piso más alto del Jurásico superior (Titoniano) — al piso del Cretácico inferior (Berriasiano), el cual correspondería al tipo de *Berriasella*, que estaría dentro de la biozona de *Berriasella jacobi* (Salazar, 2012; Gradstein, 2012), así mismo, *Substeueroceras permulticostatum* se asignó a la zona *Substeueroceras koeneni* (Jacay, 1992; Enay et al., 1996; Salazar, 2012).

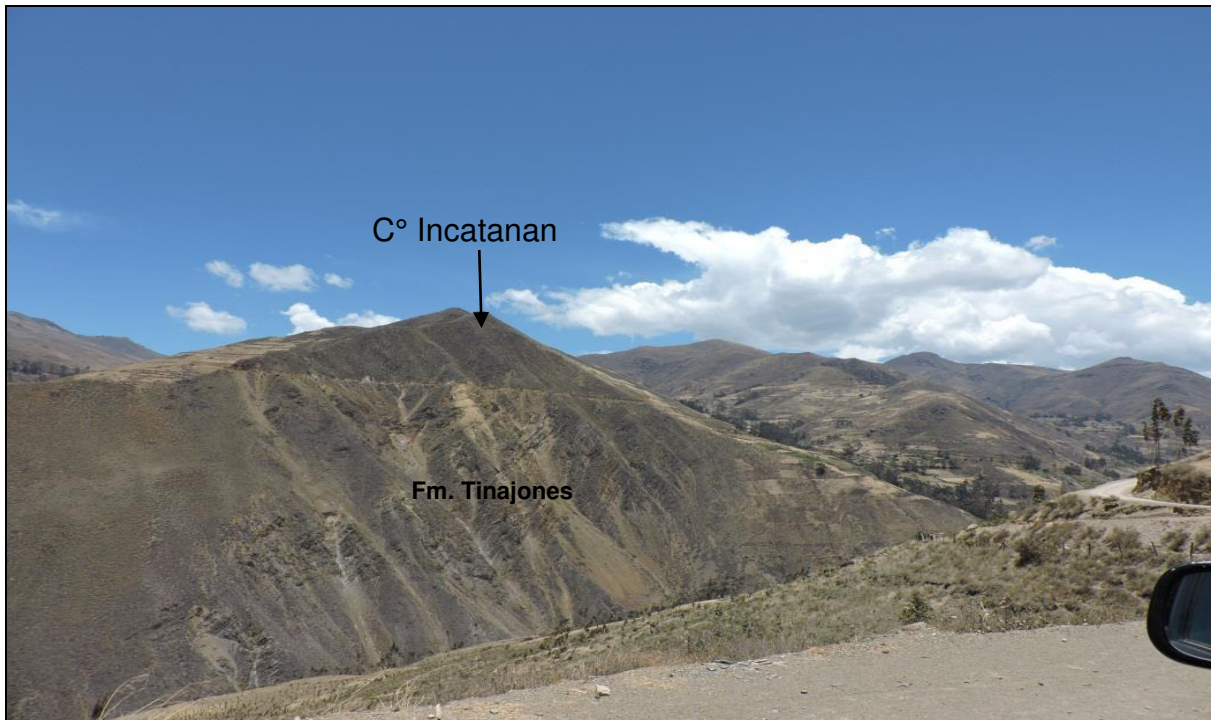


Figura 4.6: Vista panorámica de los afloramientos de rocas de la Formación Tinajones en el Cerro Incatanan.



Figura 4.7: Detalle de las lutitas con laminación paralela de la Formación Tinajones, en el Cerro Incatanan, en el corte de carretera que va del distrito de La Merced a la Mina Huinac.



Figura 4.8: Detalle de las lutitas con laminación paralela de la Formación Tinajones, cerca de la Quebrada Yactun, camino a la Mina Huinac.

### **Formación Chimú**

Fue estudiada por primera vez por Benavides (1956) y aflora en la parte NE del área de estudio (parte alta del distrito de La Merced). Dicha formación, está conformada por arenisca cuarzosas, blanquecinas de granos redondeados de medio a grueso. Así mismo, sobre esta unidad se encuentran emplazados los diferentes depósitos volcánicos del Grupo Calipuy.

#### **4.2.2 Unidades estratigráficas del Cenozoico**

##### **Grupo Calipuy**

Corresponde a diferentes depósitos volcánicos que se encuentran emplazados a lo largo de la Cordillera Negra. Inicialmente fueron descritas por Cossio (1964). Así mismo, es oportuno mencionar, que se realizaron diversos estudios que fueron desarrollados en función a estos depósitos volcánicos (Wilson et al., 1967; Wilson, P., 1975; Farrar y Noble, 1996; Enriquez, 1999; Navarro, 2014; Chávez et al., 2010; Ordoñez et al., 2014). Este grupo aflora en la mayor parte del área en estudio, en las zonas más altas de la Cordillera Negra (Figura 4.9).

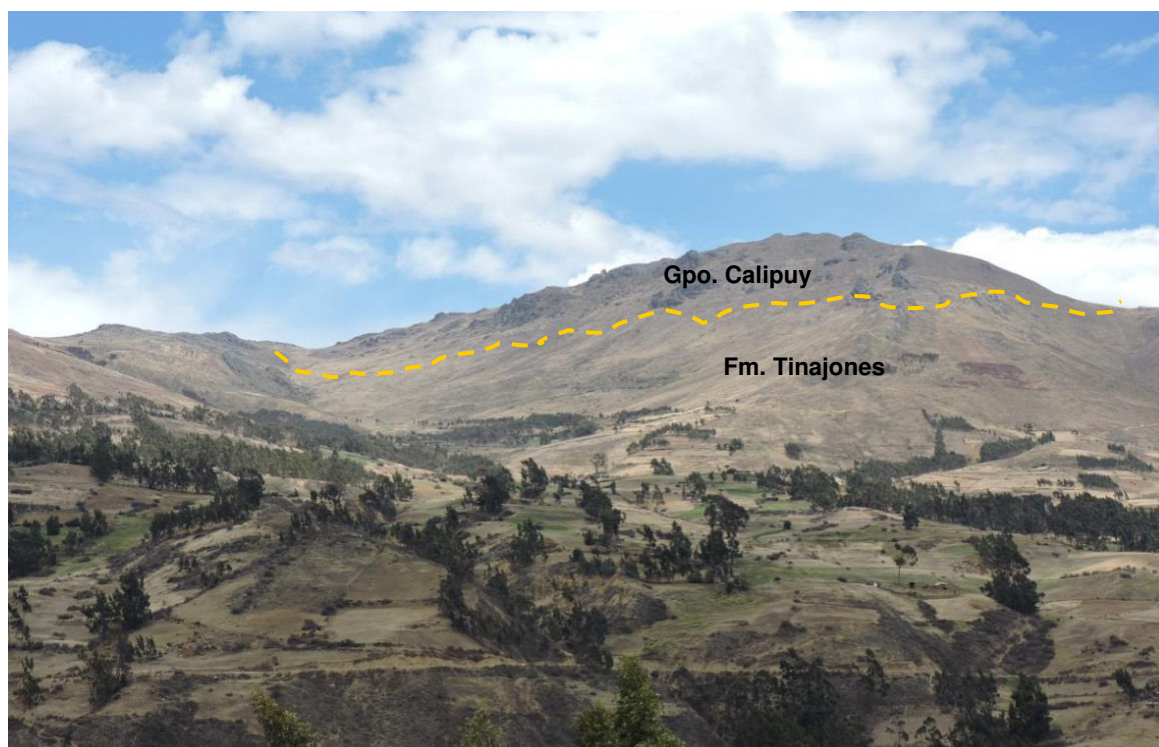


Figura 4.9: Panorámica de la discordancia angular entre las secuencias de la Formación Tinajones y los volcánicos del Grupo Calipuy, en el Cerro Chacras. Vista tomada al NO del poblado La Merced.

### ***Depósitos no consolidados***

Constituida por depósitos antiguos y recientes, las cuales se encuentran en las zonas altas de la Cordillera Negra y en los valles de la zona de estudio. Sobreyacen principalmente a los depósitos volcánicos del grupo Calipuy. Los depósitos son de edad Cuaternario y se identificaron los siguientes:

- a) Depósitos aluviales
- b) Depósitos fluviales
- c) Depósitos glaciares

### **4.3 Estratigrafía de las localidades fosilíferas**

En la presente investigación, se presenta a ejemplares de fósiles de peces que corresponde a dos puntos de muestreos, que se encuentran ubicados en las localidades de Aija y la Merced (Figura 4.10). Los ejemplares de peces fósiles se encuentran en lutitas laminadas que corresponden a la Formación Tinajones de edad Jurásico (Titoniano) - Cretácico (Berriasiano). En ese sentido, en la localidad de La Merced se tiene una columna de aproximadamente 7 metros; donde hacia la base se observó delgados niveles de calizas gris oscuras, sobreyaciendo a lutitas gris oscuras con laminación paralela donde se registraron restos de fósiles de peces (vertebrado) y espinicaudados (invertebrado), en la parte superior de la columna se tienen lutitas de color beige a gris oscuras con intercalaciones de areniscas grisáceas (Figura 4.10).

Por otro lado, en la localidad de Aija se tiene una columna estratigráfica generalizada de aproximadamente 5.50 metros (Figura 4.10), que corresponde a lutitas laminadas de color gris blanquecino a grisáceo, en estos niveles se han registrado fósiles de peces (vertebrado). Dichas lutitas se encuentran intercaladas con capas de calizas de espesores centimétricos donde se ha reportado fósiles de ammonites, gasterópodos y branquiópodos (invertebrados).

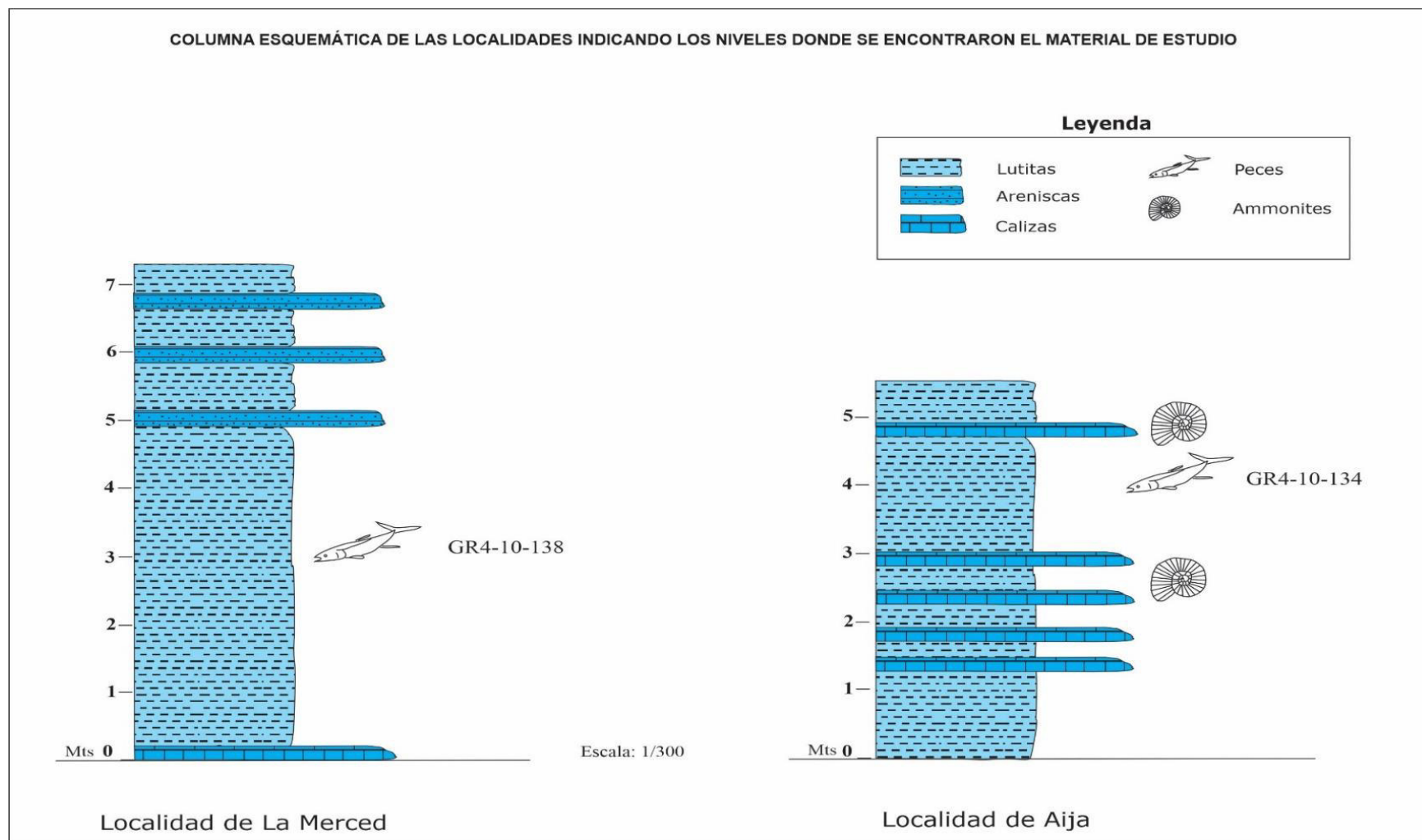


Figura 4.10: Columna generalizada y distribución de los puntos de muestreo de fósiles de peces en la zona de estudio de las localidades de La Merced y Aija.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

El estudio taxonómico y sistemático de los Clupeomorpha se basó en la observación, descripción y análisis detallada de la morfología de las estructuras osteológicas diagnósticas conservadas en los ejemplares de los peces fósiles identificando parte y en algunos casos contraparte de la muestra que son objeto de estudio.

En este capítulo, se describe e interpreta la sistemática paleontológica de los fósiles de peces colectados en las localidades de Aija y La Merced. A continuación, se detalla todas las abreviaciones anatómicas que se usan en la presente investigación.

#### ***Abreviaturas anatómicas***

|              |                      |              |                                |
|--------------|----------------------|--------------|--------------------------------|
| <b>a.pec</b> | aleta pectoral       | <b>man</b>   | mandíbula                      |
| <b>a.pel</b> | aleta pélvica        | <b>met</b>   | metapterygoides                |
| <b>an-ar</b> | ángulo-articular     | <b>op</b>    | opérculo                       |
| <b>br</b>    | rayos braquiostegos  | <b>p.e</b>   | procesos de los escudos        |
| <b>c</b>     | costillas            | <b>par</b>   | parasfenoides                  |
| <b>ce.a</b>  | ceratohial anterior  | <b>pc</b>    | ceratohial posterior           |
| <b>ce.p</b>  | ceratohial posterior | <b>pcl1</b>  | postcleitro 1                  |
| <b>co</b>    | coracoides           | <b>pcl2</b>  | postcleitro 2                  |
| <b>cl</b>    | cleitro              | <b>pcl3</b>  | postcleitro 3                  |
| <b>de</b>    | dentario             | <b>pop</b>   | preopérculo                    |
| <b>ect</b>   | ectopterygoides      | <b>post</b>  | postcleitro                    |
| <b>en</b>    | Espina neural        | <b>ptg.a</b> | pterigióforos de la aleta anal |

|              |                   |              |                                  |
|--------------|-------------------|--------------|----------------------------------|
| <b>e.pd</b>  | escudo predorsal  | <b>ptg.d</b> | pterigióforos de la aleta dorsal |
| <b>e.pp</b>  | escudo prepélvico | <b>qu</b>    | cuadrado                         |
| <b>e.psp</b> | escudo postpévico | <b>r.v</b>   | resto de vértebra                |
| <b>ent</b>   | entopterygoides   | <b>ver</b>   | vértebra                         |
| <b>h.pn</b>  | hueso epineural   | <b>scl</b>   | supracleitro                     |
| <b>h.pp</b>  | hueso epipleural  | <b>smx1</b>  | supramaxilar 1                   |
| <b>es</b>    | escapular         | <b>smx2</b>  | supramaxilar 2                   |
| <b>et.l</b>  | etmoides lateral  | <b>sop</b>   | subopérculo                      |
| <b>fr</b>    | frontal           | <b>v</b>     | vértebras                        |
| <b>io3</b>   | infraorbital 3    |              |                                  |

## 5.1 Sistemática Paleontológica

Clase ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Subclase NEOPTERYGII Regan, 1923

Infraclasse TELEOSTEI sensu Arratia, 1999

Cohort CLUPEOCEPHALA Patterson and Rosen, 1977, sensu Arratia, 2010

Subcohort CLUPEOMORPHA Greenwood et al., 1966

### ***Clupeomorpha incertae sedis 1***

#### **5.1.1. *Clupeomorpha incertae sedis 1***

(Figuras 5.1 - 5.6)

**Material:** Corresponde a la parte (CPI-6348 –3) de la muestra, ejemplar incompleto de 41 mm de largo, 14 mm de ancho.

**Localidad y edad geológica:** El espécimen proviene de estratos de lutitas con laminación paralela que afloran en la localidad de La Merced (ver mapa de ubicación, Figura 5.1). Corresponden a rocas de la Formación Tinajones del Titoniano (Jurásico superior) – Berriasiano (Cretácico inferior).

**Diagnóstico:** Basada en la combinación de caracteres. El espécimen CPI-6348 –3, es un clupeomorpha fósil de pequeño tamaño, con 20 vertebras pleurales, aleta dorsal con hasta 10 pterigióforos, con aproximadamente 15 radios en la aleta pélvica, con 17-20 escudos prepélvicos, 7 escudos postpélvicos y 10 escudos predorsales conservados en el ejemplar. Asimismo, se preservan huesos epipleurales.

**Descripción morfológica:** Ejemplar de cráneo incompleto, de tamaño pequeño respecto al cuerpo. Posee un cuerpo fusiforme, lateralmente comprimido. No obstante, el ejemplar se encuentra moderadamente conservado. Las estructuras osteológicas conservadas corresponden a la zona del cráneo, la cual se encuentra parcialmente cubiertas por la matriz rocosa. Asimismo, en el ejemplar se observa estructuras del esqueleto axial, aleta y cintura pectoral, aleta y cintura pélvica y aleta dorsal. Por otro lado, en la línea dorsal se preservan escudos dorsales, y hacia la línea ventral se tiene conservados escudos abdominales (Figura 5.1).

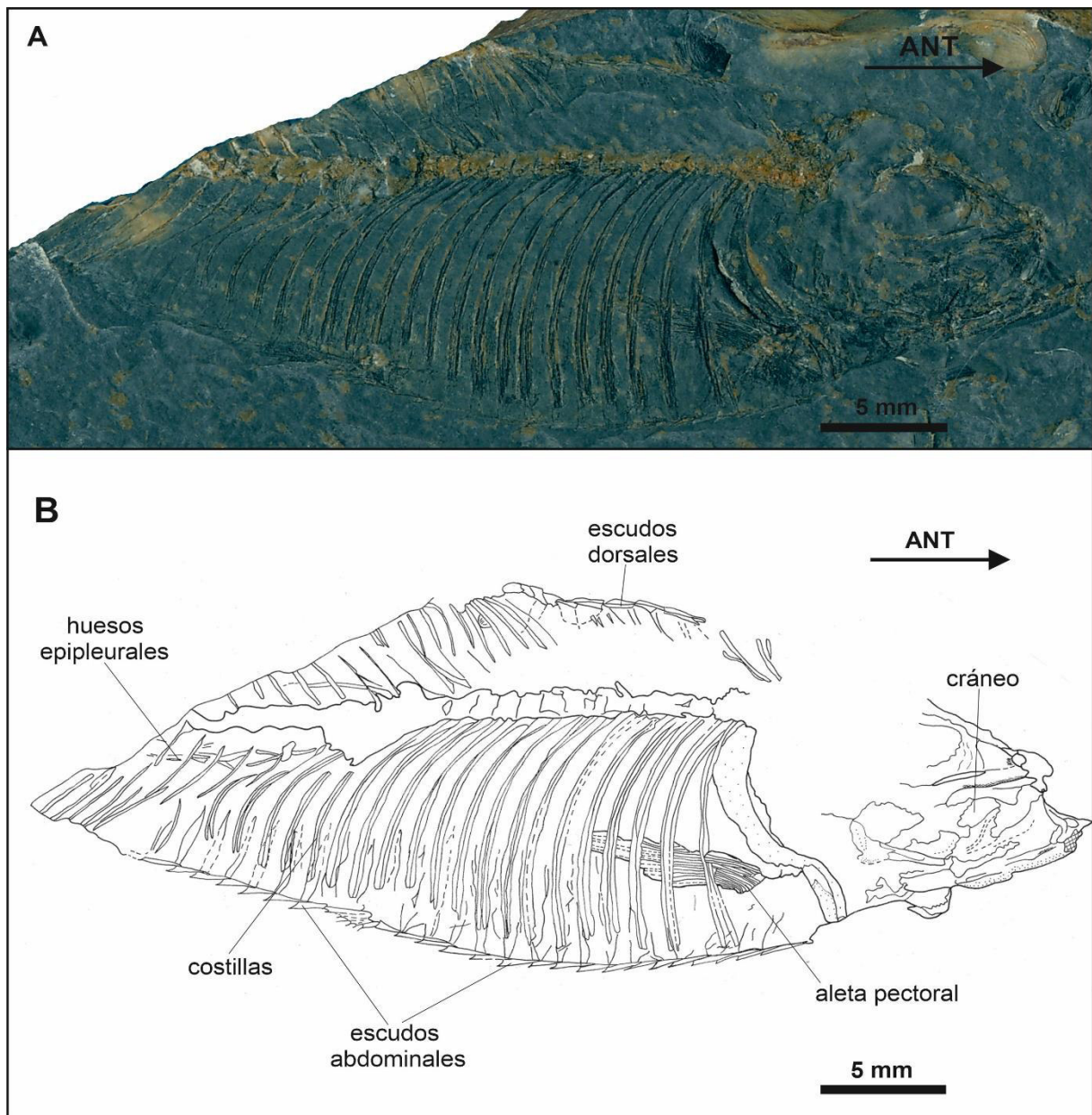


Figura 5.1: *Clupeomorpha incertae sedis* 1. A) Fotografía en vista lateral. B) Esquema realizado con estéreo microscopio con cámara lúcida (x3.2) con las estructuras conservadas del ejemplar CPI-6348 -3, localidad de La Merced.

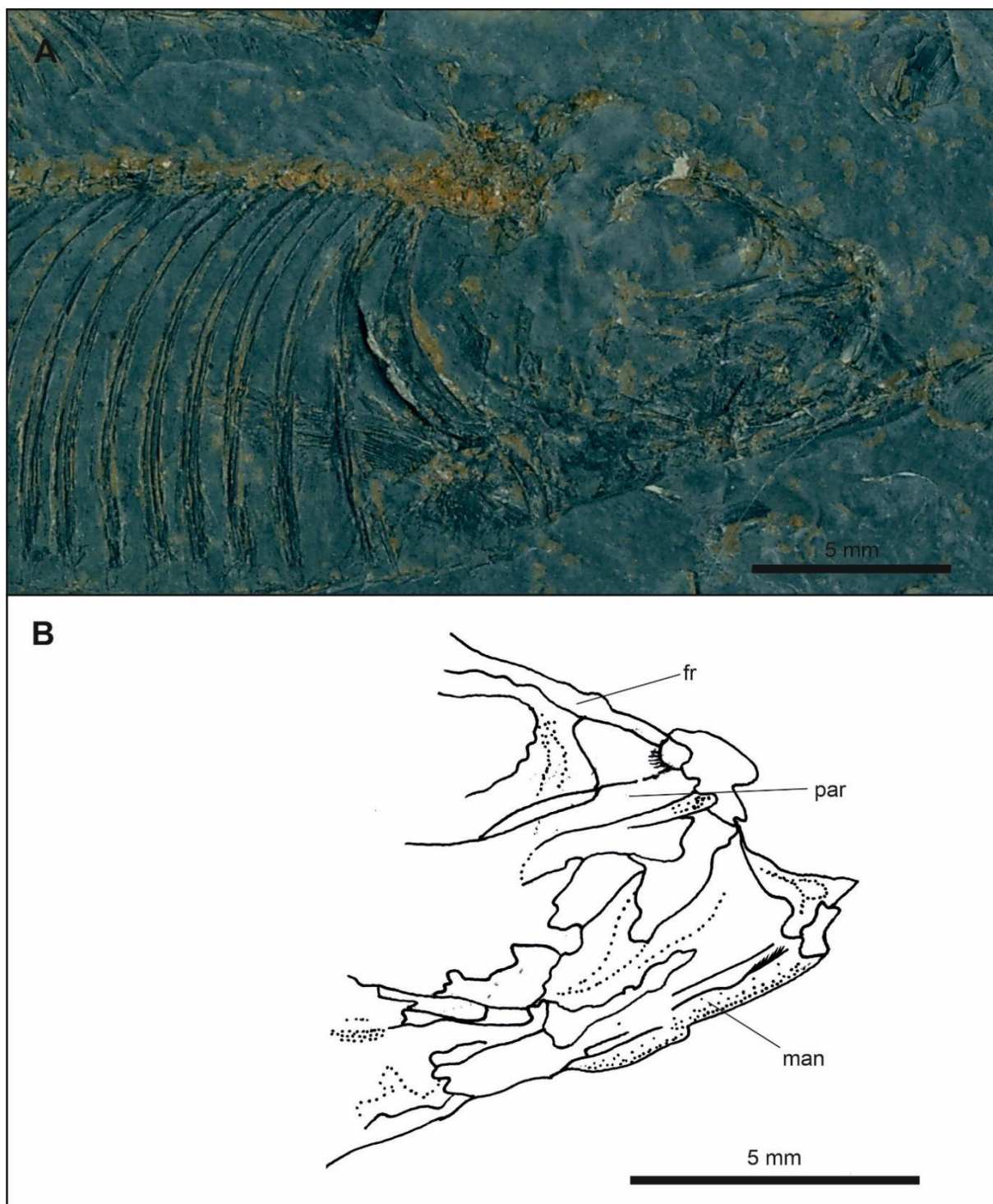


Figura 5.2: *Clupeomorpha incertae sedis 1*. Detalles de estructuras osteológicas preservadas en el cráneo A) Fotografía del ejemplar CPI-6348-3. B) Esquema en cámara lúcida (x3.2) del cráneo indicando las partes preservadas del *Clupeomorpha incertae sedis 1*, del CPI-6348-3. Abreviaturas: fr; frontal, man; mandíbula, par; parasfenoides.

## ***Cráneo***

En vista lateral, el cráneo tiene forma triangular. Se preserva parcialmente la parte anterior del cráneo, la que tiene 1.2 de largo y 1.0 cm de alto. Se preserva parte de la mandíbula inferior, tiene un borde recto (Figura 5.2). Sin embargo, ha sido difícil diferenciar sus componentes como el dentario, ángulo-articular y retroarticular que forman parte de la mandíbula. También, se observa el Parasfenoides y la sección lateral del frontal en la caja craneana. Asimismo, el hueso cleitro que es parte de la cintura soportando la aleta pectoral.

## ***Esqueleto axial***

La columna vertebral del ejemplar tiene un mal estado de conservación, lo cual dificulta precisar el número de las vértebras abdominales. Ventralmente se observan 20 pares de costillas de aproximadamente de 9 a 10 mm. Las costillas son alargadas hacia el borde ventral del cuerpo (Figura 5.3). Asimismo, en este ejemplar se preservan huesos epipleurales, tienen forma alargadas y con ligera curvatura hacia la parte posterior del cuerpo. Los huesos epipleurales se encuentran anexado a la región de la columna vertebral (Figura 5.4).

## ***Aleta y cintura pectoral***

En vista lateral el espécimen preserva una aleta pectoral, mostrando su superficie externa. La aleta pectoral consiste aproximadamente de 15-17 rayos, su extremo distal llega a la altura de las vértebras abdominales número cinco o seis (Figura 5.3). En la cintura se preserva el cleitro en forma de “S” alargada (Figura 5.3).

## ***Aleta y cintura pélvica***

En el ejemplar de CPI-6348-3, la aleta pélvica se sitúa debajo de la costilla número 12. Así mismo, se preserva parte de los rayos de la aleta pélvica, la cual está articulada a la parte media del cuerpo (Figura 5.4).

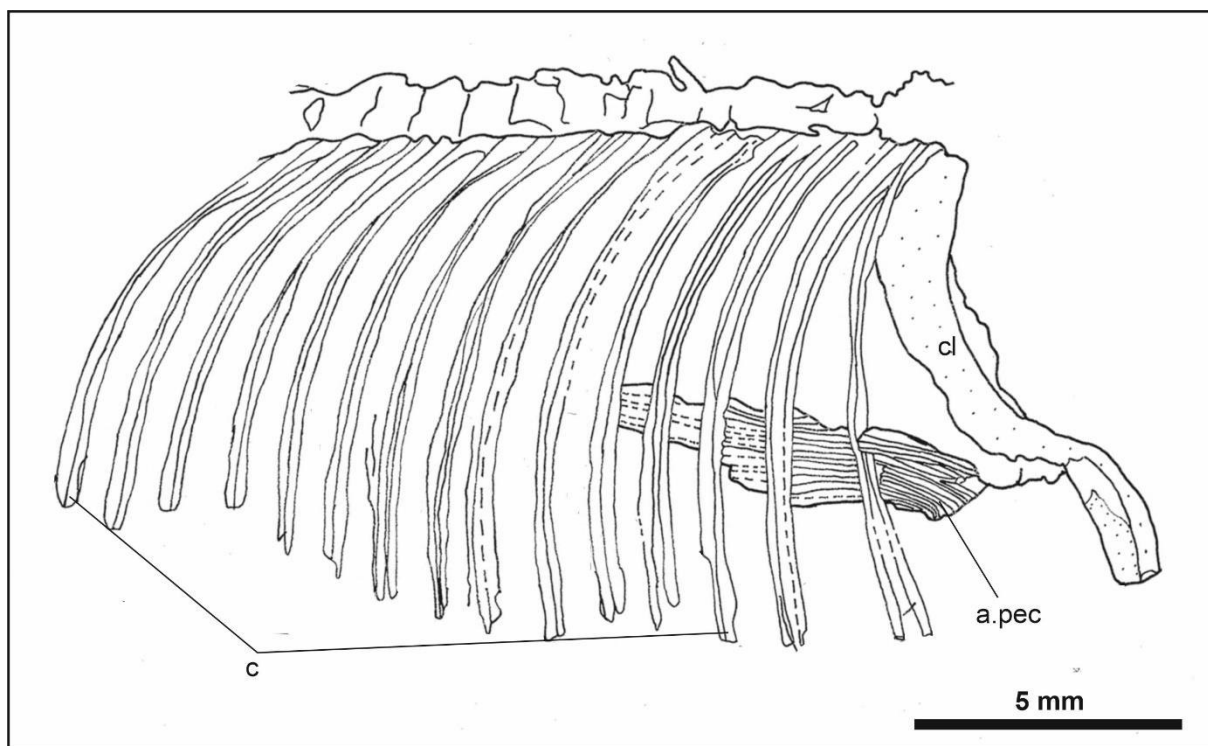


Figura 5.3: *Clupeomorpha incertae sedis* 1. Esquema en cámara lucida (x3.2) del esqueleto axial, aleta y cintura pectoral de CPI-6348–3. Escala 5 mm. Abreviaturas: a.pec; aleta pectoral, c; costillas, cl; cleitro.

### ***Aleta dorsal***

Se preserva de siete u ocho pterigióforos que forman parte de la aleta dorsal. Además, los huesos pterigióforos de la aleta dorsal (ptg.d), son alargados y se extienden ventralmente en dirección a la columna vertebral. Ellos tienen una longitud aproximada de 3 mm. La aleta dorsal se encuentra ubicada al frente de las costillas abdominales número 13 y 18 (Figura 5.4).

### ***Aleta anal***

Se preserva de seis pterigióforos que forman parte de la aleta anal (ptg.a), son prolongaciones internas, tienen forma alargada de aproximadamente 3 mm (Figura 5.4).

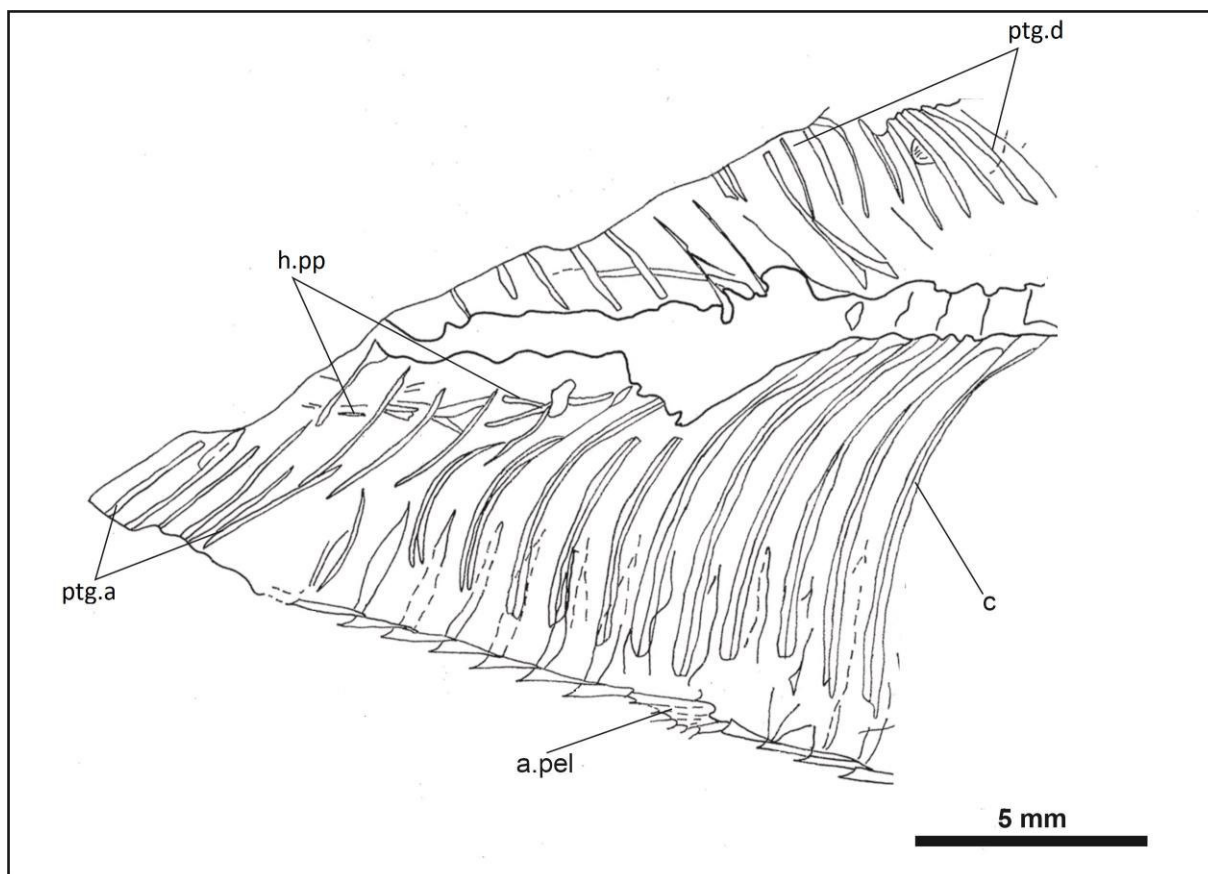


Figura 5.4: *Clupeomorpha incertae sedis* 1. Esquema en cámara lúcida (x3.2) de la aleta y cintura pélvica de CPI-6348–3. Escala 5 mm. Abreviaturas: a.pel; aleta pélvica, h.pp; huesos epipleurales, ptg.a; pterigióforos de la aleta anal, ptg.d; pterigióforos de la aleta dorsal.

### **Escudos dorsales**

Hay al menos 12 escudos predorsales conservados. Ellos se encuentran ubicados en la margen dorsal del cuerpo entre el borde posterior de la cintura pectoral y la aleta dorsal. Los escudos se encuentran dispuestos a lo largo del borde predorsal. Así mismo, la morfología de los escudos es variada, algunos son de borde redondeado y rectangulares. Algunos escudos no tienen prolongaciones notorias, lo cual dificulta su identificación y el estudio de su morfología. Presentan prolongaciones de forma triangular (Figura 5.5 A y B). Este ejemplar no tiene preservada la zona donde se encuentran los escudos postdorsales, por lo cual no se puede afirmar si está provisto de ellos o no.

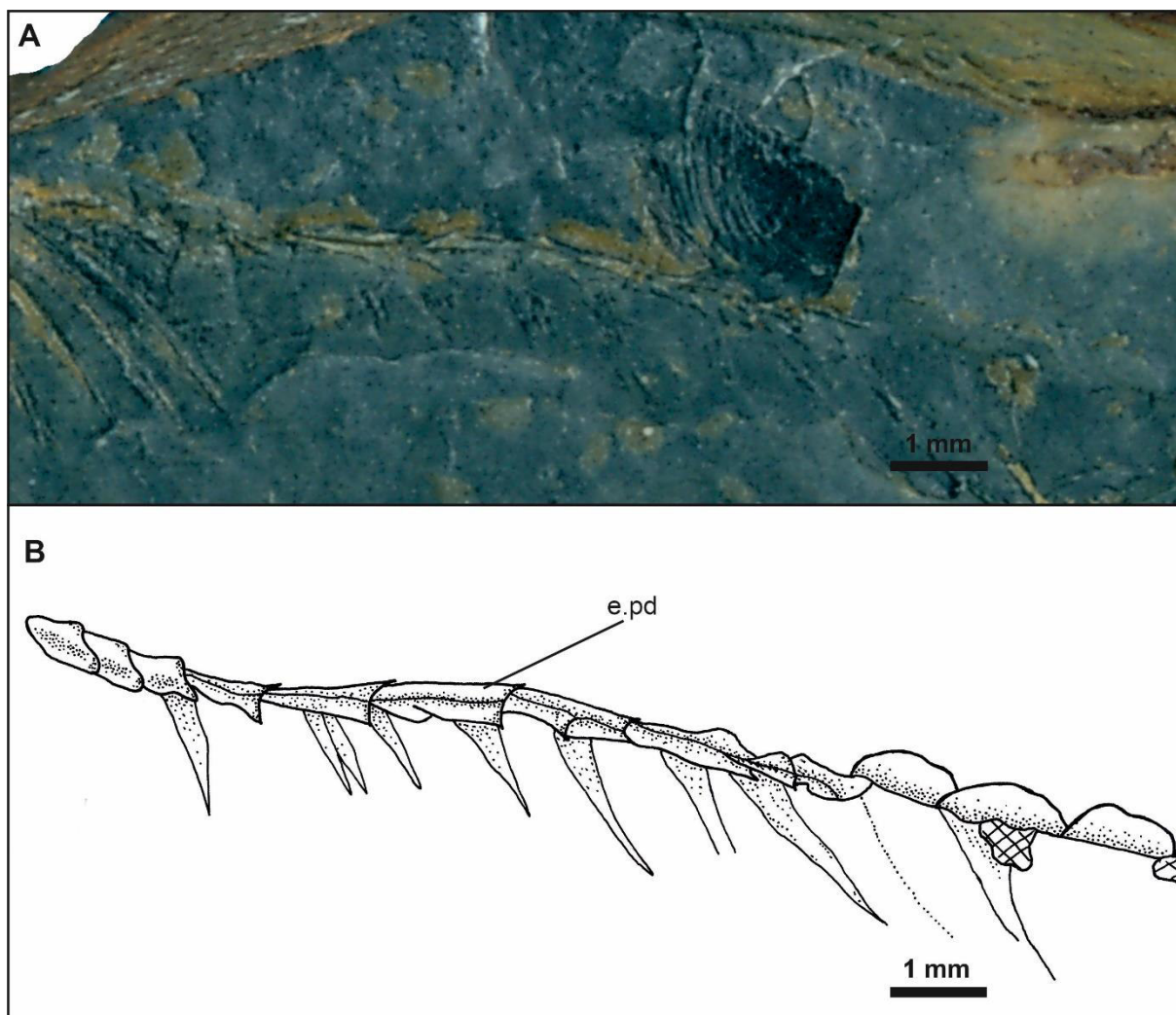


Figura 5.5: *Clupeomorpha incertae sedis 1* (CPI-6348-3 A) Fotografía del borde dorsal con las escamas B) Esquema en cámara lúcida (3.2) del borde dorsal con la disposición de los escudos predorsales (e.pd).

### ***Escudos abdominales***

Hay una serie de escudos abdominales ubicadas en la parte media del borde ventral del cuerpo (Figura 5.6A). Hay al menos conservados 24 escudos ventrales, de los cuales al menos 17 forman parte de la serie de escudos prepélvicos (Figuras 5.6 A y C) y 7 corresponde a la serie de escudos postpélvicos (Figuras 5.6 A y B). Se observa que los escudos presentan una parte expuesta y otra interna al cuerpo. Las estructuras que se encuentran en la parte externa del cuerpo tienen forma de triángulos poco alargados. Por otro lado, los procesos que se extienden hacia la parte interna del cuerpo tienen forma triangular alargada. Asimismo, se observa que

los escudos abdominales se encuentran superpuestos entre sí, tal como se detalla en el esquema figura 5.6 B y C.

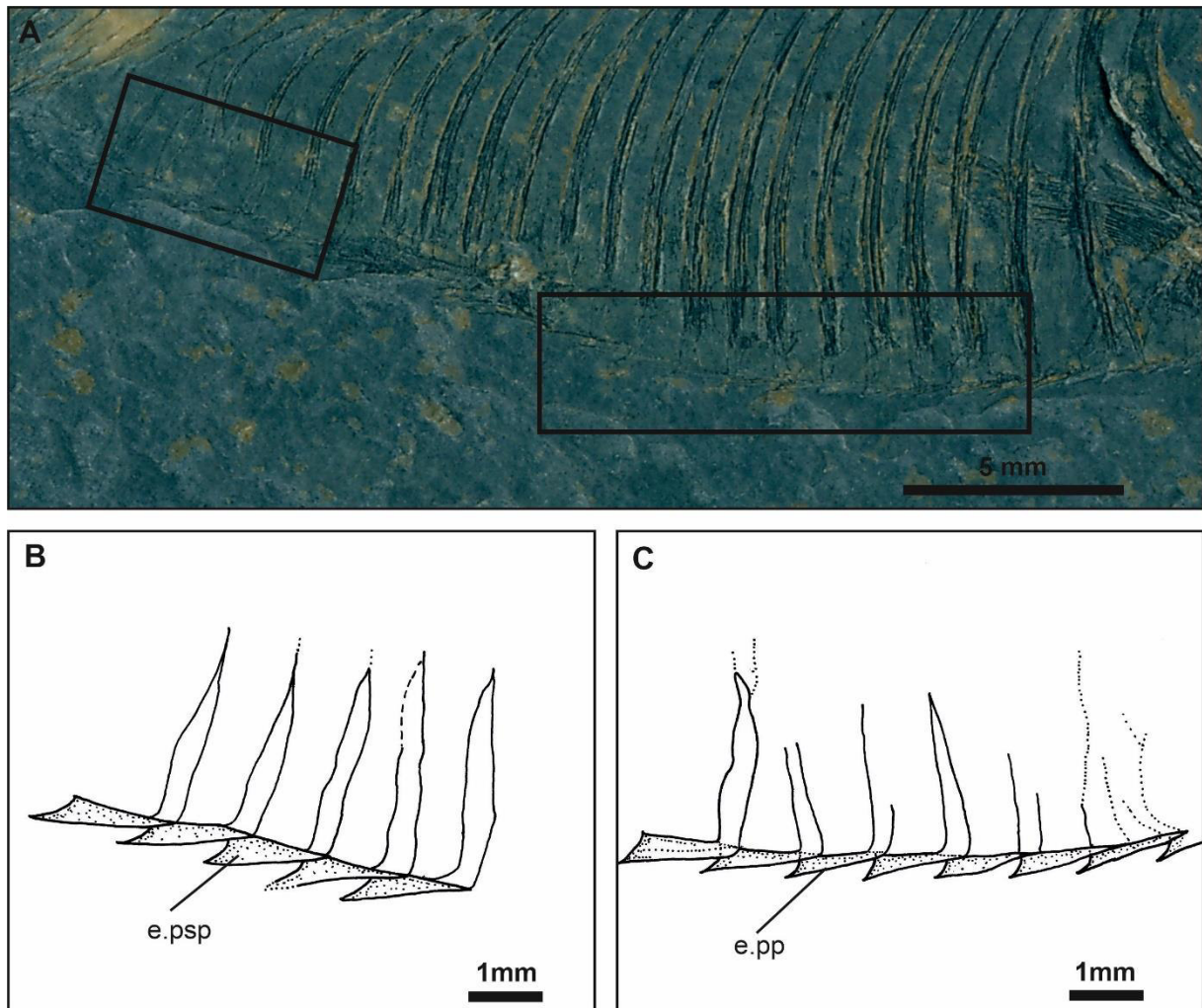


Figura 5.6: *Clupeomorpha incertae sedis* 1, espécimen CPI -6348-3. A) Fotografía del borde pélvico mostrando la disposición de los escudos. B) Esquema con cámara lúcida (x2.5), encuadrada en la parte izquierda en la figura 5.6A, en la que se distingue los escudos postpélvicos (e.psp). C) Esquema con cámara lúcida (x2.5), encuadrada en la parte derecha en la figura 5.6A en la que se distingue los escudos prepélvicos (e.pp).

Clase ACTINOPTERYGII Cope, 1887  
Subclase NEOPTERYGII Regan, 1923  
Infraclasse TELEOSTEI sensu Arratia, 1999  
Cohort CLUPEOCEPHALA Patterson and Rosen, 1977, sensu Arratia, 2010  
Subcohort CLUPEOMORPHA Greenwood et al., 1966

***Clupeomorpha incertae sedis 2***

**5.1.2. *Clupeomorpha incertae sedis 2***

(Figuras 5.7 -5.11)

**Material:** Corresponde a la parte (CPI-6348 -2a) y contra parte (CPI-6346-2b), ejemplar incompleto de 19 mm y 18.5mm de largo respectivamente.

**Localidad y edad geológica:** Proviene de estratos de lutitas laminadas que afloran en la localidad de La Merced, distrito La Merced, provincia de Aija, departamento de Ancash, norte del Perú. Corresponden a rocas de la Formación Tinajones de edad Titoniano (Jurásico superior) – Berriasiano (Cretácico inferior).

**Diagnóstico:** Basado en la combinación de caracteres. El espécimen CPI-6348 es un clupeomorpha fósil probablemente de pequeño tamaño, con la conservación de al menos siete vértebras de la columna vertebral. Aleta y cintura pectoral. Conservación del opérculo, preopérculo, y subopérculo. Asimismo, con escudos dorsales y escudos abdominales.

***Descripción morfológica***

La descripción y esquemas de detalle de ciertas partes del cuerpo no se han podido realizar debido a que el ejemplar está incompleto. La parte del cráneo es la mejor preservada.

***Cráneo***

En vista lateral, el cráneo es ovalado, el largo es el doble que el alto. Así pues, la mayoría de las estructuras óseas del cráneo se preservan, tanto en la parte como la contraparte (Figuras 5.7 y 5.8). La zona opercular y la mandíbula se

encuentran preservadas en la matriz a manera de impresiones sin presencia de huesos.

En las proximidades de la región orbital se preservan las estructuras óseas como: el etmoides lateral el que tiene forma triangular se sitúa en la parte anterior de la región orbital; el parasfenoides que preserva su porción alargada, forma una especie de barra; el infraorbital 3 cuyos límites no son claros debido a que se encuentra cubierto por la matriz rocosa. En ese sentido, estas estructuras osteológicas antes descritas se preservan en el ejemplar CPI-6348-2a (Figura 5.7). Por otro lado, en el ejemplar fósil CPI-6348-2b no se preservaron ninguna de las estructuras óseas que corresponde a la región orbital.

### ***Mandíbula superior***

En el espécimen CPI-6348-2a y CPI-6348-2b (que corresponde parte y contra parte) se preservan dos de los cuatro huesos que conforman la mandíbula superior: el supramaxilar 1 y supramaxilar 2, ambos se encuentran a lo largo del borde maxilar del hueso maxilar. El supramaxilar 1, tiene forma triangular de bordes ligeramente redondeados. Por el contrario, el supramaxilar 2 tiene una forma de gota y es ligeramente más grande que el supramaxilar 1 (Figura 5.7 y 5.8).

### ***Mandíbula inferior***

En el espécimen CPI-6348-2a y CPI-6348-2b (corresponde a la parte y contra parte), preserva dos de los tres huesos que forman parte de la mandíbula inferior: el anguloarticular y dentario. El anguloarticular, tiene una forma triangular con un borde redondeado hacia la parte antero-dorsal. (Figuras 5.7 y 5.8). El dentario se encuentra parcialmente conservado en el ejemplar (CPI-6348-2a), lo cual dificulta definir y describir su morfología (Figura 5.7).

### ***Serie hiopalatina***

En el ejemplar CPI-6348-2a y 2b, se preserva la serie hiopalatina la que comprende huesos del paladar (Figuras 5.7 y 5.8). El cuadrado tiene forma subtriangular, siendo más angosto hacia la parte anterior que hacia la parte

posterior. Hacia la parte anteroventral presenta un extremo redondeado la cual se encuentra unida con anguloarticular (Figuras 5.7 y 5.8). El entopterigoides y ectopterigoides generalmente son de forma triangular. Sin embargo, en el ejemplar no se pudo definir sus morfologías completas. Se encuentran ubicadas aparentemente por encima del cuadrado. Asimismo, el entopterigoides y ectopterigoides son estructuras osteológicas más pequeñas que el cuadrado (Figuras 5.7 y 5.8). El metapterigoides (Figura 5.8) de forma irregular; la parte posterior es más ancha que la parte anterior. Aparentemente se encuentra ubicado lateralmente hacia la parte anterior del cuadrado y entopterigoides.

### ***Serie opercular***

La serie opercular está constituida por huesos laminares y cuyas superficies externas son prácticamente lisas. En este ejemplar se preservan tres de los cuatro huesos laminares que conforman la serie opercular. Estos son el opérculo, preopérculo y subopérculo. En vista lateral, el opérculo tiene el borde anterior y el borde posterior es suavemente curvado (CPI-6348-2a y CPI-6348-2b). Esta característica se observa mejor en el ejemplar CPI-6348-2a (Figuras 5.7 y 5.8). Por otro lado, el preopérculo tiene forma de "L", el borde posterior se expande posteriormente y se encuentra en contacto con el opérculo. Así mismo, el subopérculo se encuentra ubicado debajo del opérculo y tiene forma de medialuna alargada hacia la parte posterior, con borde redondeado pero el borde dorsal es casi recto y liso. En la parte anterior del borde dorsal, presenta un proceso antero-dorsal desarrollado y ligeramente redondeado (Figuras 5.7 y 5.8).

### ***Arco hioideo y rayos branquiostegales***

En vista lateral, las estructuras óseas de esta serie están preservadas parcialmente en el ejemplar (Figuras 5.7 y 5.8). El ceratohial anterior es semi rectangular, teniendo un borde cóncavo en la parte media del margen anterior. El largo es dos veces más que el ancho. En la parte ventral del ceratohial anterior se preservan tres a cinco rayos branquiostegales, los que son estructuras planas ligeramente curvas de diferentes tamaños (Figuras 5.7 y 5.8).

### ***Esqueleto axial***

En las muestras CPI-6348-2a y CPI-6348-2b, se preserva hasta siete vértebras que son parte de la columna vertebral (Figuras 5.7 y 5.8). Además, hay siete pares de costillas abdominales o ventrales largas ligeramente curvadas posteriormente (Figura 5.7). Por otro lado, se observa cinco espinas neurales, son cortas con inclinación hacia la parte posterior, estas son menos alargadas hasta un 60% menos que las costillas abdominales (Figuras 5.7 y 5.8). También se preservan algunas espinas neurales las cuales se encuentran inclinadas de aproximadamente 30° hacia la parte posterior del cuerpo (Figuras 5.7 y 5.8). Por otro lado, en el ejemplar CPI-6348-2b se preservan algunos fragmentos de huesos epineurales, las cuales son estructuras mucho más delgadas a comparación de las espinas neurales (Figura 5.8).

### ***Aleta y cintura pectoral***

En el espécimen CPI-6348-2a y CPI-6348-2b, la aleta pectoral se preserva lateralmente mostrando la superficie externa donde se puede contabilizar hasta 13 radios. El ejemplar preserva parte de la aleta pectoral, lo cual dificulta definir el largo total. En vista lateral, en la cintura pectoral, el cleitro es el hueso más grande, con forma de "S", mostrando una expansión hacia la parte posterior y con bordes lisos (Figuras 5.7 y 5.8). Por encima del cleitro, se encuentra el supracleitro con una forma ovoide. (Figuras 5.7 y 5.8). Los postcleitro 1, 2 y 3 se encuentran situados detrás del borde posterior del cleitro. El postcleitro 1 y 2 tienen forma ovoide con bordes redondeados; el postcleitro 3 tiene forma alargada y tabular con bordes ligeramente redondeados (Figura 5.8).

Hacia el borde posterior ventral del cleitro, se sitúan el escapular y coracoide. El coracoide forma una estructura laminar tiene una forma irregular y por debajo de este se encuentra el escapular que tiene bordes redondeado y lisos.

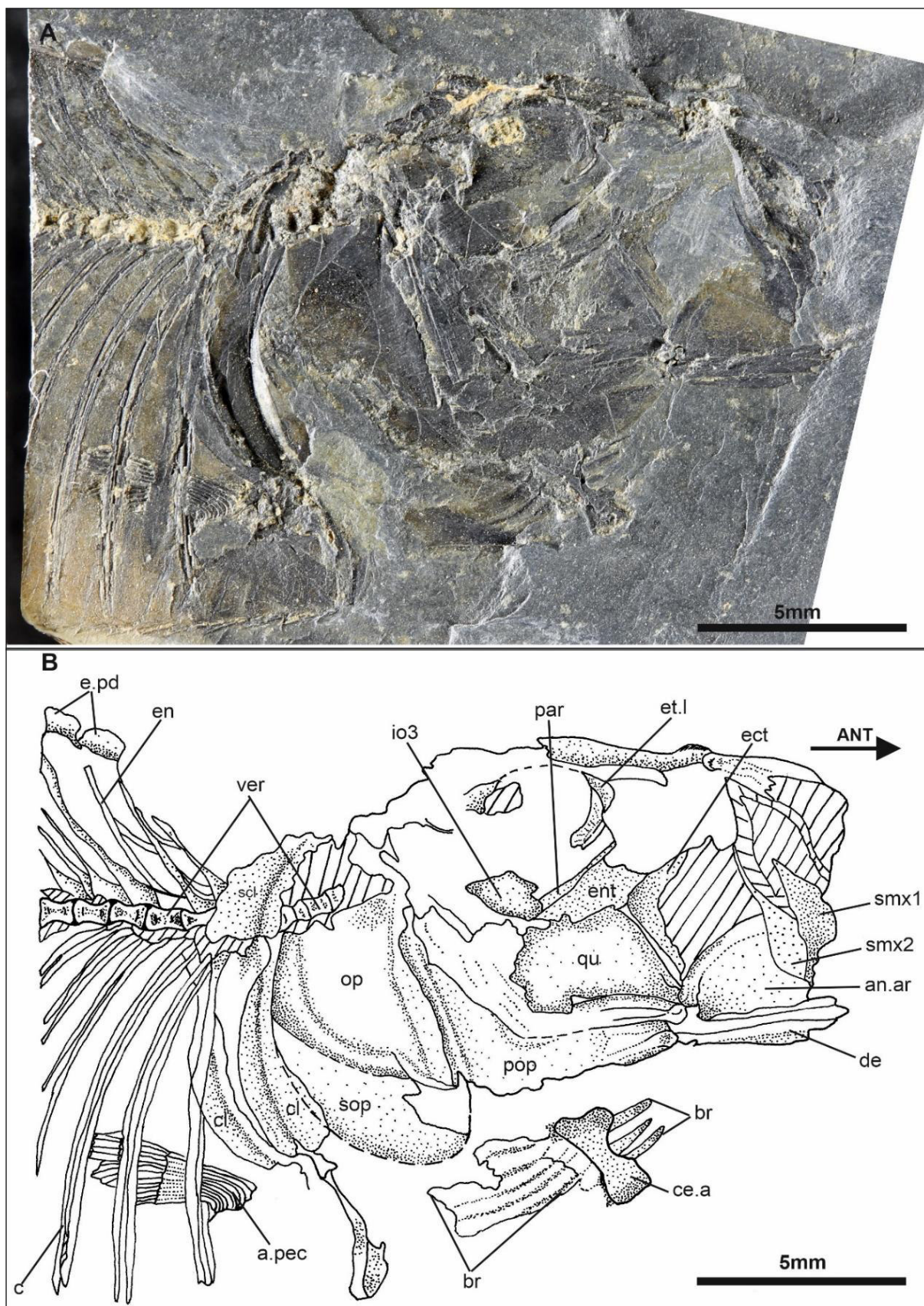


Figura 5.7: *Clupeomorpha incertae sedis* 2 (CPI-6348-2a, parte) de la localidad de La Merced. A) Fotografía en vista lateral. B) Esquema con cámara lúcida (x3.2),

detallando las estructuras preservadas, localidad de La Merced. Abreviaturas: an.ar; ángulo-articular, a.pec; aleta pectoral, br; rayos braquióstegos, c; costillas, ce. a; ceratohial anterior, cl.; cleitro, de; dentario, ect; ectopterigoides, ed; escudos dorsales, en; espina neural, ent; entopterygoides, e. pd; escudo predorsal, et. l; etmoides lateral, io3; infraorbital 3, op; opérculo, par; parasfenoides, pop; preopérculo, qu; cuadrado, scl; supracleitro, smx1; supramaxilar 1, smx2; supramaxilar 2, sop; subopérculo, ver; vértebras.

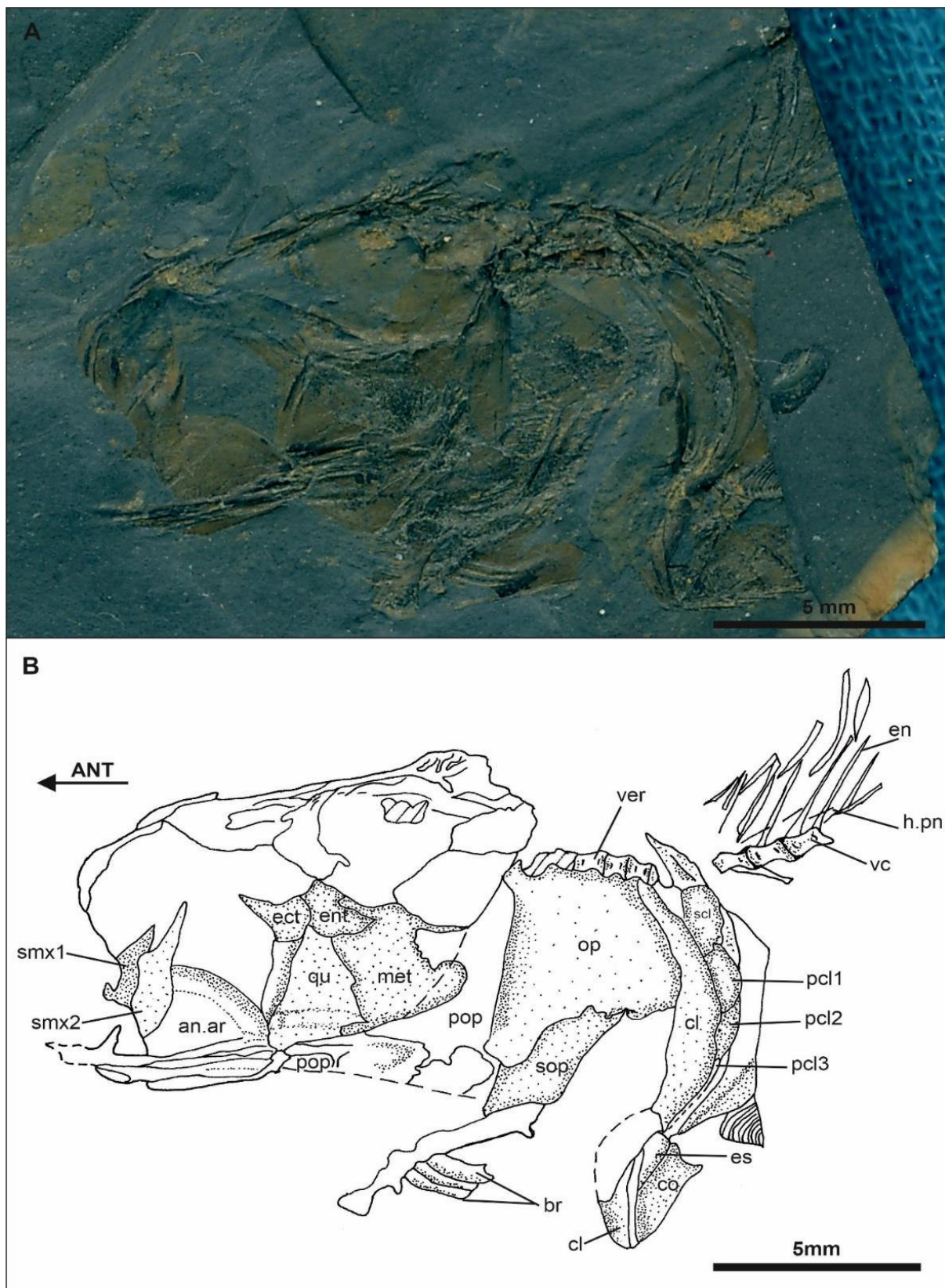


Figura 5.8: *Clupeomorpha incertae sedis* 2 de (CPI-6348-2b; contraparte). A) Fotografía en vista lateral. B) Esquema con cámara lúcida (x3.2), detallado las estructuras preservadas, localidad de La Merced. Abreviaturas: an.ar; ángulo-articular, br; rayos braquiostegos, cl; cleitro, co; coracoides, ect; ectopterigoides, en;

espina neural, ent; entopterygoides, es; escapular, et. l; etmoides lateral, h.pn; huesos epineurales, io3; infraorbital 3, met; metapterygoides, op; opérculo, par; parasfenoides, pcl1; postcleitro 1, pcl 2; postcleitro 2, pcl3; postcleitro 3, pop; preopérculo, qu; cuadrado, scl; supracleitro, smx1; supramaxilar 1, smx2; supramaxilar 2, sop; subopérculo, ver; vértebras.

### ***Escudos dorsales***

Al no contar con la serie completa de escudos dorsales del ejemplar CPI-6348-2a, se restringe el estudio detallado de los escudos. Sin embargo, hay al menos dos escudos que forman parte de la serie de escudos predorsales. Los escudos predorsales están conformados por dos regiones, una externa que tiene forma rectangular con borde ligeramente redondeado y una interna constituida por unos procesos triangulares alargados hacia la parte interna del cuerpo y con cierta curvatura hacia la parte anterior del cuerpo del ejemplar, tal como se muestra en el esquema (Figura 5.9).

### ***Escudos abdominales***

Es difícil afirmar si el ejemplar CPI-6348-2a (parte) y CPI-6348-2b (contraparte) cuenta con escudos dispuestos a lo largo del borde ventral del cuerpo. Debido a que no se cuenta con el ejemplar completo. Sin embargo, se tiene al menos diez (CPI-6348-2a, figura 5.10) y cuatro (CPI-6348-2b, figura 5.11) escudos prepélvicos que pertenecen a la serie abdominal. Así mismo, en vista lateral, los escudos presentan dos morfologías, una externa que es rectangular y otra interna de forma triangular alargado hacia la parte interna. Las estructuras externas de los escudos prepélvicos se superponen entre sí, tal como se muestra en el esquema del lado derecho de las figuras 5.10 y 5.11.

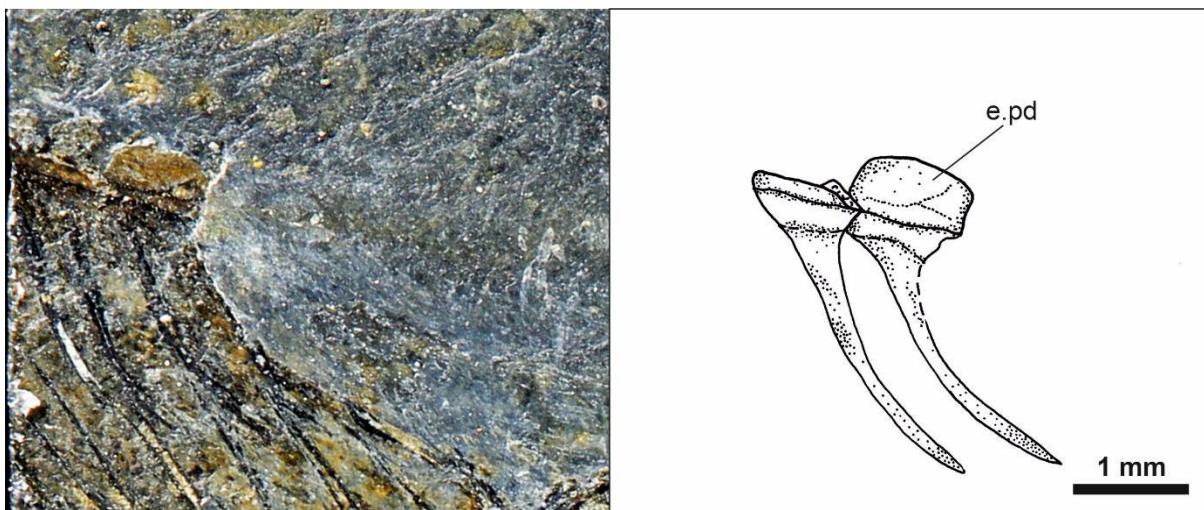


Figura 5.9: Fotografía y esquema con cámara lúcida (x4) de la serie de escudos predorsales (e.pd) del *Clupeomorpha incertae sedis* 2, ejemplar de CPI-6348-2a.

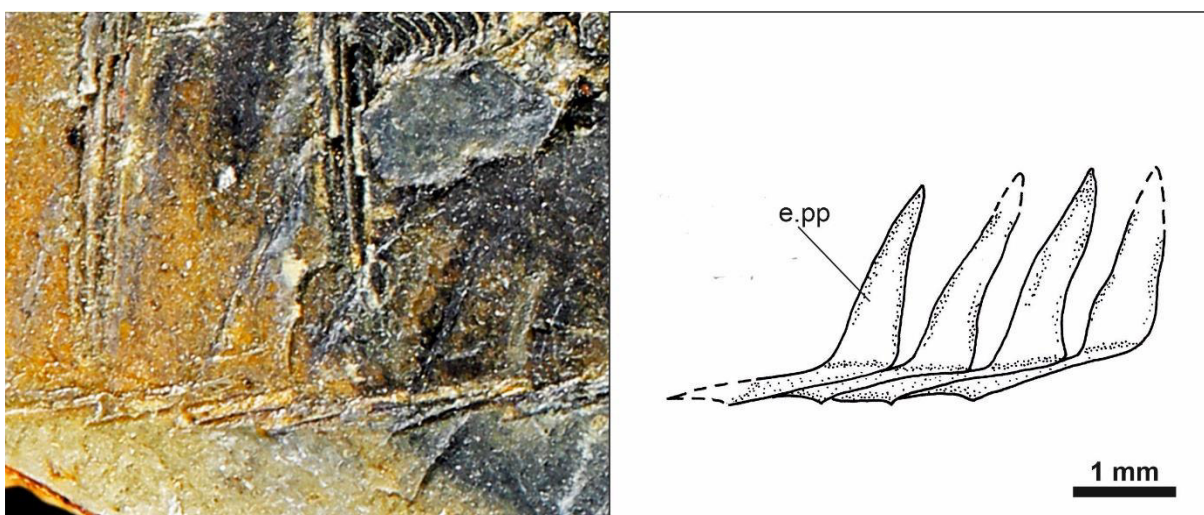


Figura 5.10: Fotografía y esquema con cámara lúcida (x3.2) de la serie de escudos prepélvicos (e.pp) del *Clupeomorpha incertae sedis* 2, ejemplar de CPI-6348-2a.

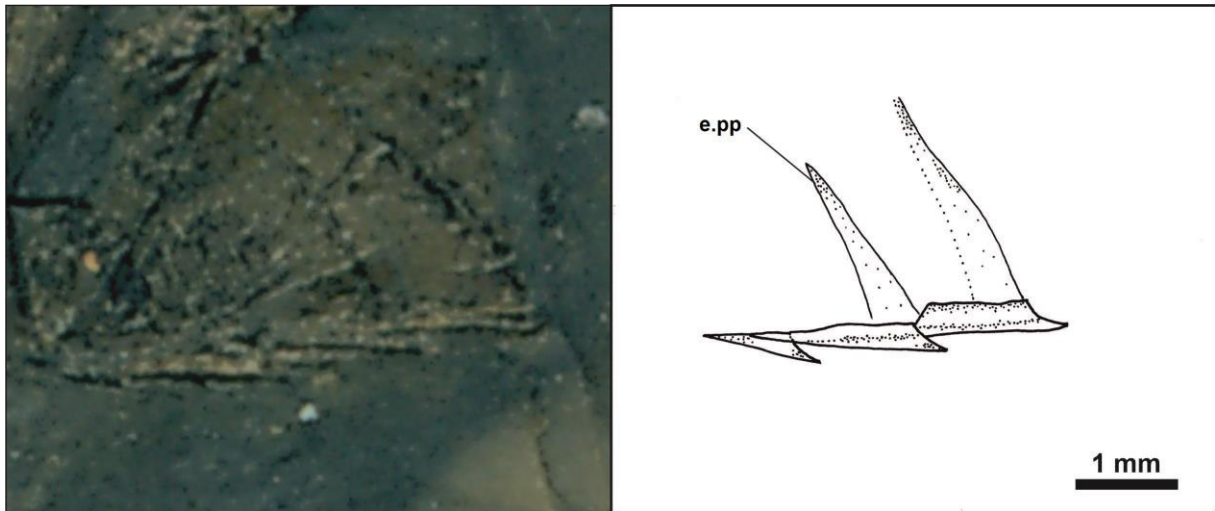


Figura 5.11: Fotografía y esquema con cámara lúcida (x5) de la serie de escudos prepélvicos (e.pp) del *Clupeomorpha incertae sedis* 2, ejemplar de CPI-6348-2b

Clase ACTINOPTERYGII Cope, 1887  
Subclase NEOPTERYGII Regan, 1923  
Infraclasse TELEOSTEI sensu Arratia, 1999  
Cohort CLUPEOCEPHALA Patterson and Rosen, 1977, sensu Arratia, 2010  
Subcohort CLUPEOMORPHA Greenwood et al., 1966

***Clupeomorpha incertae sedis 3***

**5.1.3. *Clupeomorpha incertae sedis 3***

(Figura 5.12 -5.15)

**Material:** Corresponde a la parte (CPI-6346 -1a) y contra parte (CPI-6346-1b), ejemplar: incompleto de 29 mm y 28mm de largo respectivamente.

**Localidad y edad geológica:** Localidad de Aija, distrito de Aija, provincia de Aija, departamento de Ancash, norte del Perú. La edad geológica es Titoniano (Jurásico superior) – Berriasiano (Cretácico inferior), se encuentra en lutitas con laminación paralela, de color gris oscuras a blanquecinas de la Formación Tinajones.

**Diagnóstico:** Basado en la combinación de caracteres. El ejemplar CPI-6346–1 se trataría de un clupeomorfo fósil de pequeño tamaño con presencia de escudos abdominales.

**Descripción morfológica**

Describir la morfología general del ejemplar CPI-6346–1, es complicado, debido a que no se tiene el espécimen completo (Figuras 5.12 y 5.13). Además, es un ejemplar que no tiene muchos caracteres morfológicos preservadas, debido a que, presenta porosidad móldica, parcial o total, a consecuencia de la disolución transformación y replicación de los elementos esqueléticos durante la meteorización que ha afectado los diferentes afloramientos donde se encuentran los ejemplares fósiles, lo cual dificulta su estudio.

En el ejemplar CPI-6346–1, se observa la serie del arco hioideo y rayos branquiostegales se preservan el ceratohial anterior, ceratohial posterior, rayos branquiostegales y preopérculo. Así mismo, en la parte del esqueleto axial se

preserva algunas pares de costillas abdominales y huesos epineurales. Además, en la cintura pectoral se preserva el cleitro y postcleitro 3 y la aleta pectoral.

### ***Huesos operculares***

De la serie opercular en el ejemplar CPI-6346-1a, se preserva únicamente parte basal del preopérculo. Así mismo, los bordes que se preservan de este hueso son curvados, ver esquema en la figura 5.14A.

### ***Arco hioideo y rayos branquiostegales***

Los huesos de esta serie están parcialmente conservados (Figuras 5.14A. y 5.15A). En vista lateral, el ceratohial anterior tiene forma rectangular alargado, adelgazado y ligera convexidad en la parte central (Figuras 5.14A. y 5.15A). Por otro lado, el ceratohial posterior se encuentra dispuesto hacia la margen posterior del ceratohial anterior (Figuras 5.15A).

Asimismo, hay conservados de 7 - 11 rayos branquiostegales. Estas son estructuras planas y curvas que se encuentran articuladas con la parte ventral del ceratohial anterior y ceratohial posterior (Figuras 5.14A y 5.15A). Los rayos branquiostegales presentan una variación en el tamaño manera creciente de la parte anterior -posterior.

### ***Esqueleto axial***

La columna vertebral de CPI-6346-1a y b, no está preservada debido a que se encuentra con porosidad móldica de óxido de hierro, lo cual, es el resultado de la alteración tafonómica. Sin embargo, hay 16 pares de costillas abdominales, las que son largas y algo curvas (Figuras 5.14B y 5.15B). Asimismo, se preservan los epineurales que son finas y más cortas que las costillas, se encuentran transversales a las espinas neurales (Figura 5.15B).

### ***Aleta y Cintura pectoral***

La aleta pectoral se preserva lateralmente (Figuras 5.14B y 5.15B), mostrando su superficie externa. Asimismo, se ha podido contabilizar alrededor de 15 rayos que abarca una longitud que se extiende cerca del par de costillas número siete (Figura 5.14B).

En el ejemplar, la cintura pectoral se preserva en vista lateral, donde el cleitro tiene una forma de “C” invertida, se expande hacia la parte posterior (Figura 5.15B). También, por detrás hay un postcleitro 3 alargado que se encuentra ubicado detrás del borde posterior ventral del cleitro. El postcleitro 3 es una estructura en forma de barra plana y alargada (Figura 5.15B).

### ***Escudos***

Existe evidencia de la existencia de escudos abdominales en este ejemplar, tal como se puede observar en la Figura 5.14B. en el ejemplar se preserva el contorno o silueta de los escudos prepélvicos.

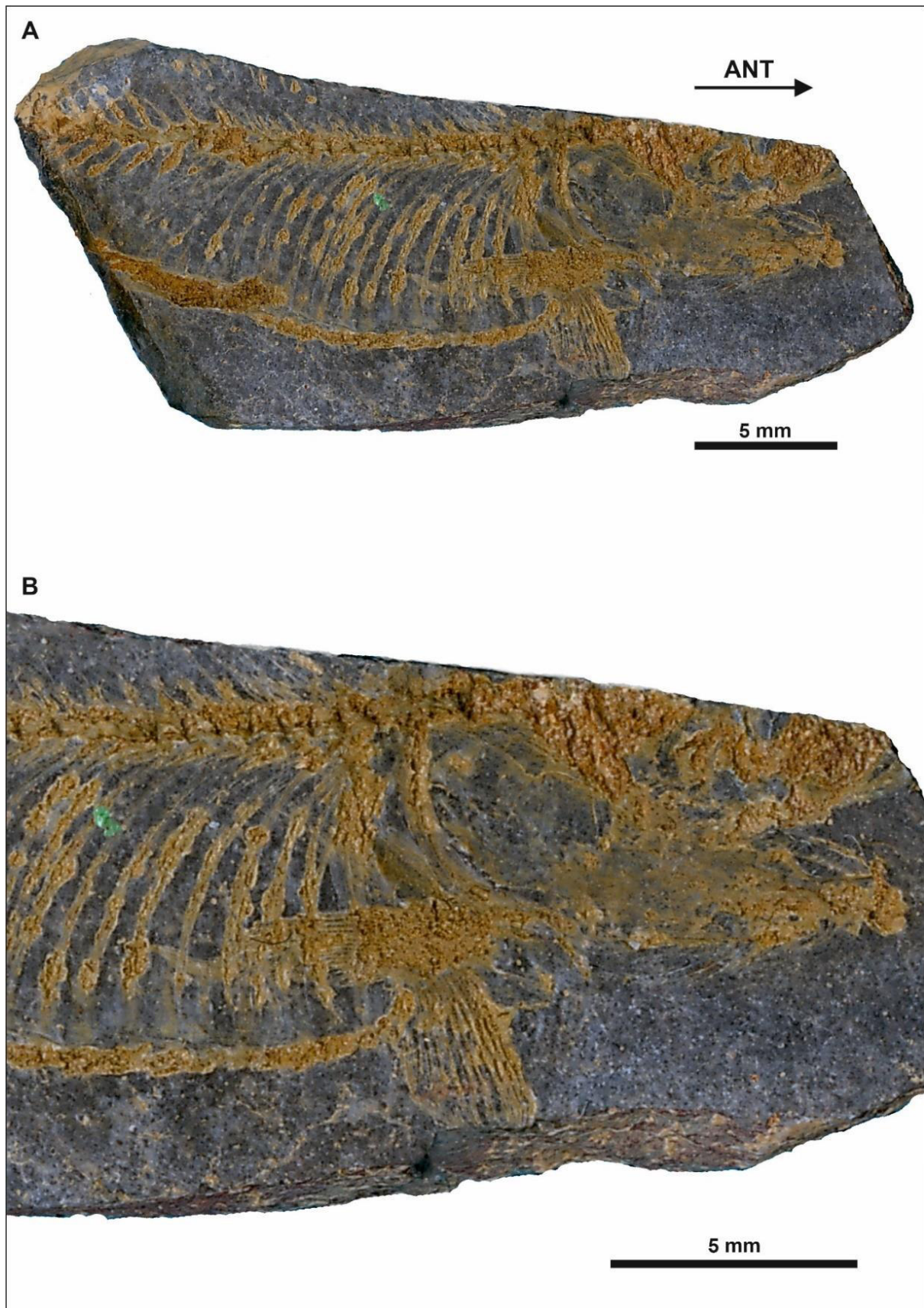


Figura 5.12: Fotografías del *Clupeomorpha incertae sedis* 3 (CPI-6346 -1a). A). Vista lateral del ejemplar. B) Vista lateral del cráneo.

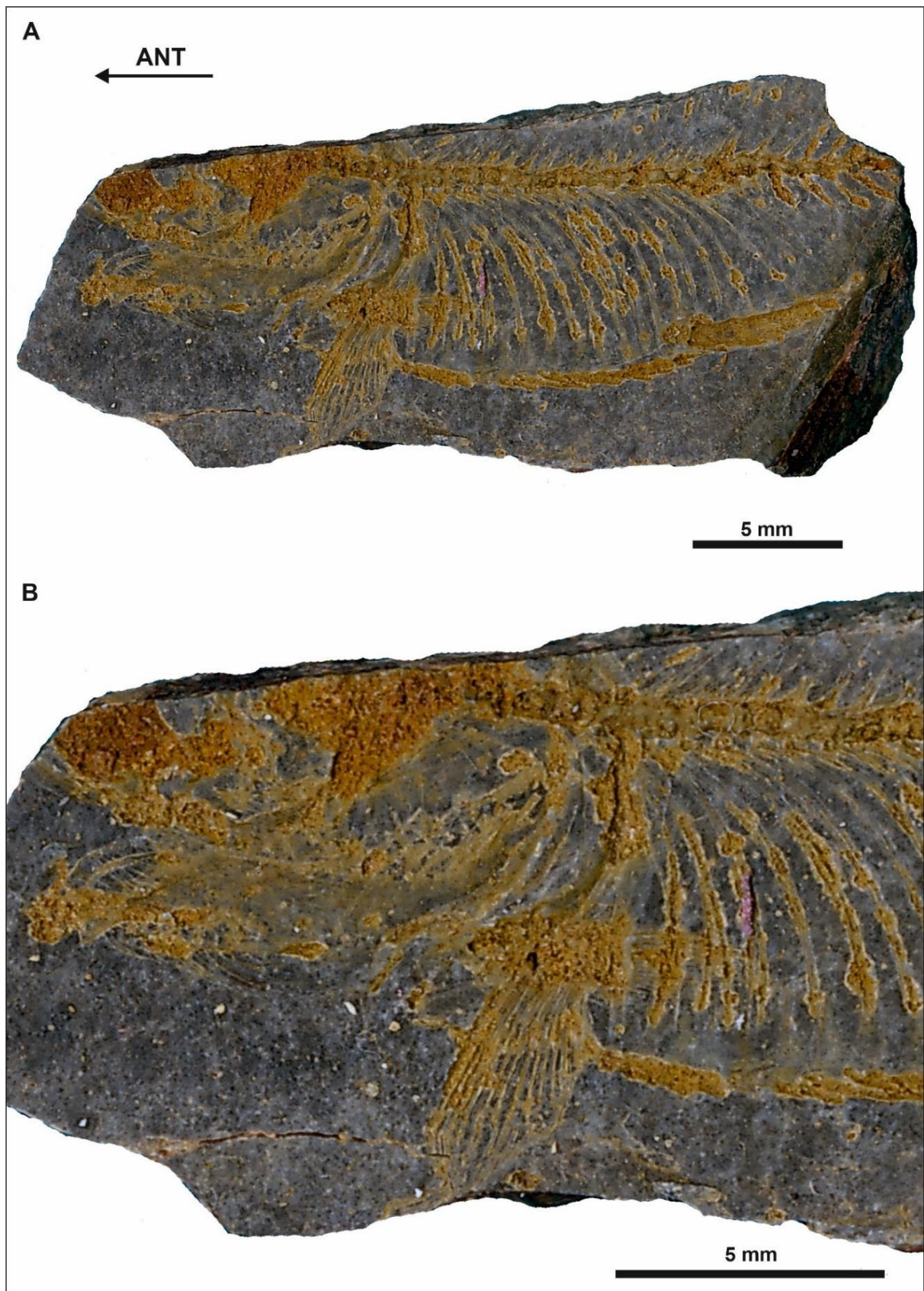


Figura 5.13: Fotografías de *Clupeomorpha incertae sedis* 3 (CPI-6346 -1b). A) Vista lateral del ejemplar de B) Vista lateral del cráneo.

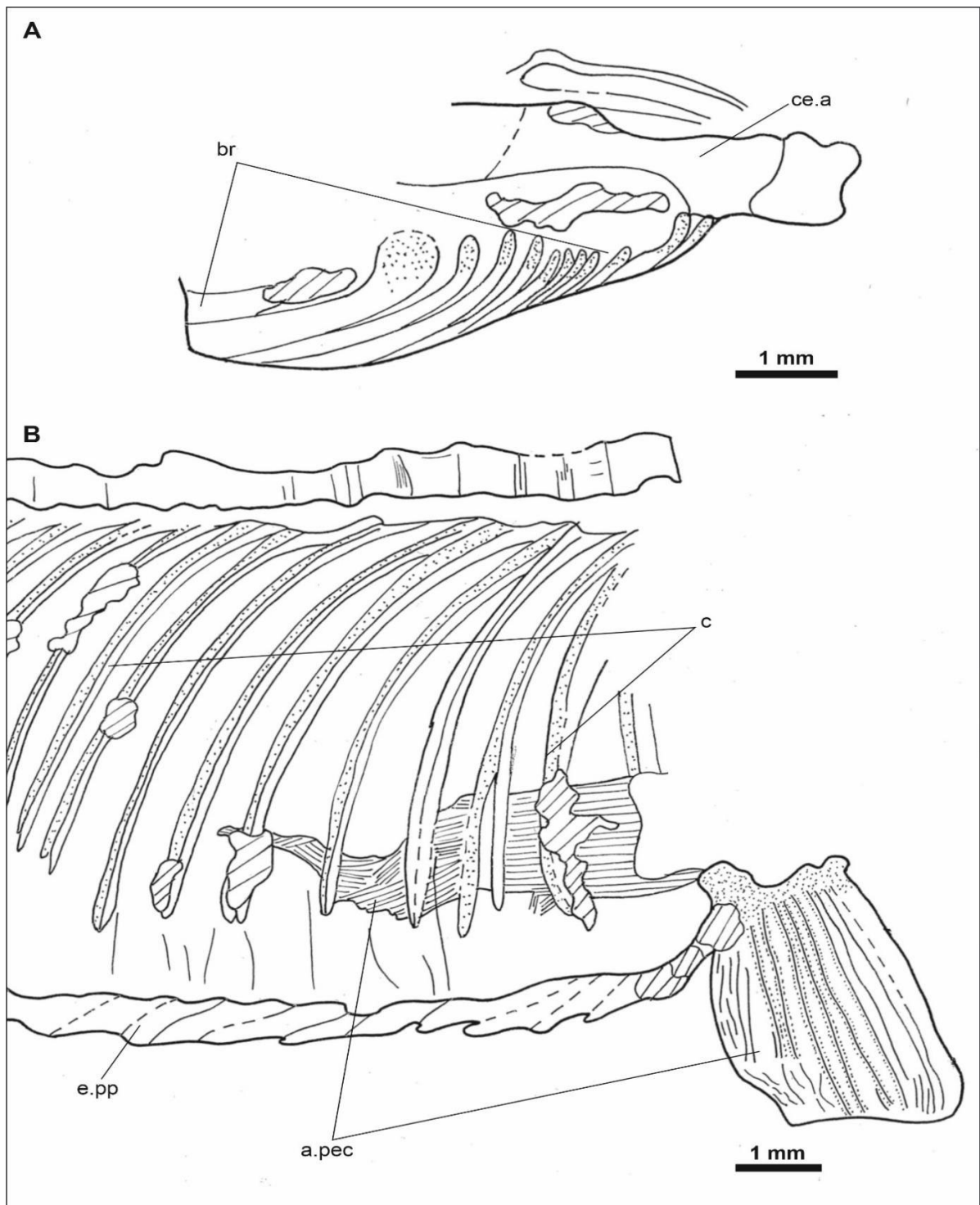


Figura 5.14: *Clupeomorpha incertae sedis* 3 (CPI-6346-1a), de la localidad de Aija de edad Titoniano-Berriasiano. Esquemas con cámara lúcida (x3.2) A). Rayos branquiostegales y ceratohial anterior. B) Secciones del esqueleto axial, aleta y cintura pectoral. Abreviatura: a.pec; aleta pectoral, br; rayos braquiostegos c; costillas, ce.a; ceratohial anterior, e.pp; escudo prepélvico.

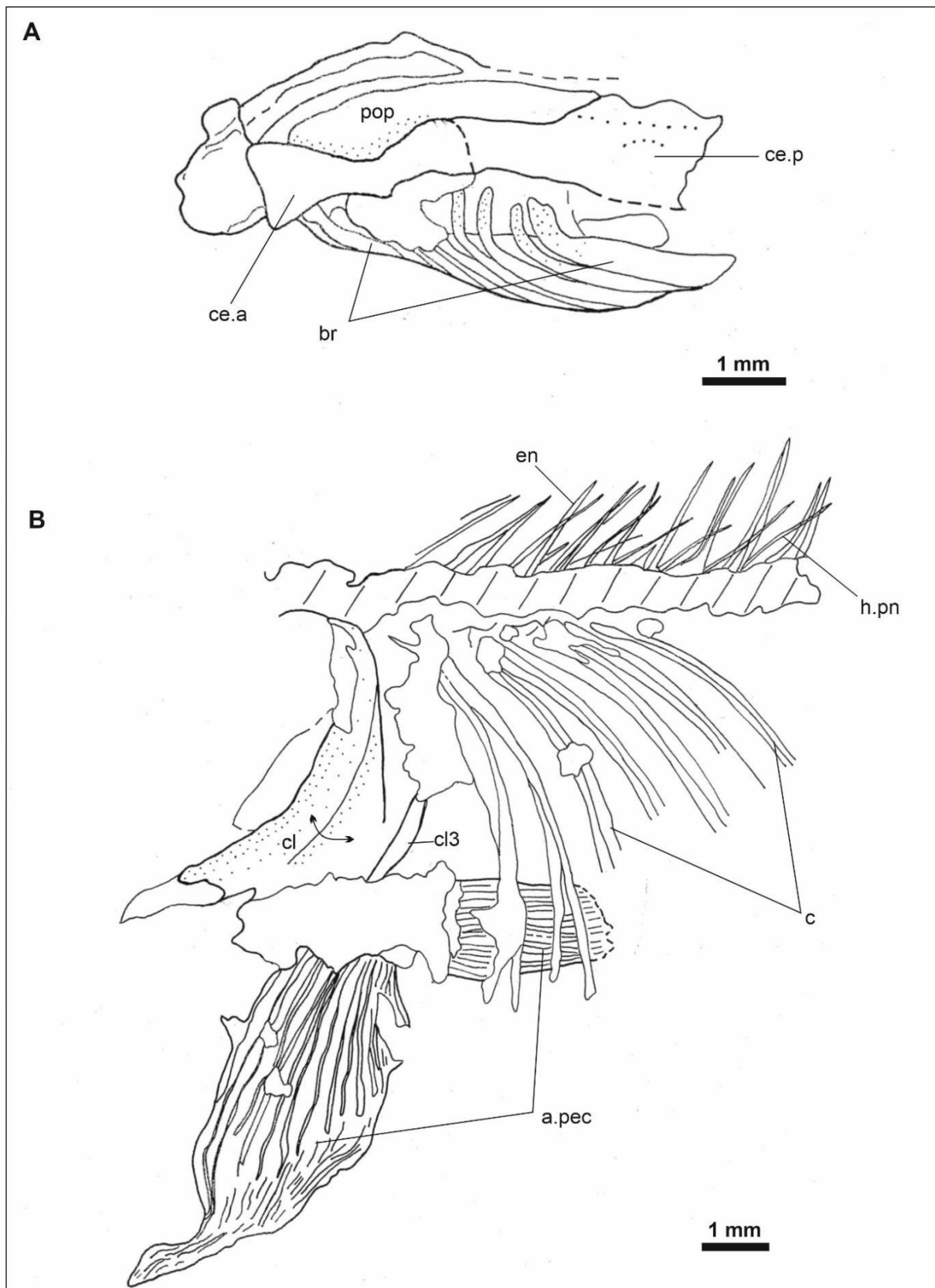


Figura 5.15: *Clupeomorpha incertae sedis* 3 (CPI-6346-1b), localidad de Aija de edad Titoniano-Berriasiano. Esquemas con cámara lúcida (x3.2) A). branquiostegales, ceratohial anterior y posterior. B) Esqueleto axial, aleta y cintura

pectoral. Abreviaturas: a.pec; aleta pectoral, br; rayos braquiostegos, cl; cleitro, cl3; cleitro 3, c; costilla, ce.a; ceratohial, ce.p; ceratohial posterior, en; espina neural, h.pn; huesos epineurales, pop; preopérculo.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIONES

Los ejemplares de peces fósiles (CPI-6348-3, CPI-6348-2a, CPI-6348-2b, CPI-6346-1a y CPI-6346-1b), se encuentran en lutitas con laminación paralela de color gris oscuras a blanquecinas. Las lutitas intercaladas con calizas wackstone gris oscuros donde se han registrado ammonites: *Berriasella chillonensis* y *Substeueroceras permulticostatum*. En base a los ammonites se han podido asignar una edad Jurásico (Titoniano) - Cretácico (Berriasiano) a los afloramientos (Formación Tinajones), donde se registraron los ejemplares que son el objetivo de estudio de esta tesis. Los ejemplares de peces fósiles fueron colectados en rocas que afloran en las localidades de La Merced y Aija, provincia de Aija, departamento de Ancash, norte del Perú.

Las características, en general, están supeditadas, a las condiciones de los fósiles; pues algunas partes se encontraban en mejor estado de conservación que otros y en otros se debe, a que, presentan porosidad móldica, parcial o tal, a consecuencia de la disolución transformación y replicación de los elementos esqueléticos durante la meteorización que ha afectado los diferentes afloramientos donde se encuentran los ejemplares fósiles. En ese sentido, el primer ejemplar, el *Clupeomorpha incertae sedis 1*, presentó el cráneo incompleto, de tamaño pequeño respecto al cuerpo. Del mismo modo, posee un cuerpo fusiforme, lateralmente comprimido y las estructuras osteológicas de la zona del cráneo están cubiertas por la matriz rocosa; en consecuencia, el ejemplar se encuentra moderadamente conservado. El segundo ejemplar, *Clupeomorpha incertae sedis 2*, presentan un cráneo moderadamente conservado, aunque los esquemas de detalle de ciertas partes del cuerpo no se han podido realizar debido a que el ejemplar está incompleto. Finalmente, el tercer ejemplar, *Clupeomorpha incertae sedis 3*, la morfología general no se tiene el espécimen completo; así mismo, es un ejemplar que no tiene muchos caracteres morfológicos preservadas, lo cual dificulta su estudio; así pues, en la serie del arco hioideo y rayos branquiostegales se preservan el ceratohial anterior, ceratohial posterior, rayos branquiostegales y preopérculo;

finalmente, en la parte del esqueleto axial se preserva algunos pares de costillas abdominales y huesos epineurales.

Con respecto, al análisis, en los tres ejemplares se tiene evidencia de la presencia de la serie de escudos prepélvicos. Así mismo, en dos los ejemplares se tienen escudos predorsales y sólo en uno se observa escudos postpélvicos. Sin embargo, en el caso de los tres ejemplares no hay evidencia de la presencia de escudos postdorsales (Tabla 6.1). El caso, donde no se observa los escudos en alguno de los ejemplares, no necesariamente se debe a que no se hayan conservado, sino a que tenemos muestras incompletas o en algunos casos presentan porosidad móldica, parcial o tal, a consecuencia de la disolución, transformación y replicación de los elementos esqueléticos durante la meteorización que ha afectado los diferentes afloramientos donde se encuentran los ejemplares fósiles, dejando abierta la posibilidad de la existencia de este tipo de escudos.

Tabla 6.1. Detalle de la existencia de la serie de escudos dorsales y abdominales, en los tres ejemplares. (x: indica la presencia de escudos).

|                            | <i><b>Incertae sedis 1</b></i> | <i><b>Incertae sedis 2</b></i> | <i><b>Incertae sedis 3</b></i> |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Escudos predorsales</b> | X                              | X                              | -                              |
| <b>Escudos prepélvico</b>  | X                              | X                              | X                              |
| <b>Escudos postpélvico</b> | X                              | -                              | -                              |

Los ejemplares de peces fósiles (Clupeomorpha) de las localidades de La Merced y Aija, provincia de Aija, departamento de Ancash, que se encuentran en lutitas laminadas de la Formación Tinajones, de edad Jurásico superior (Titoniano)-Cretácico inferior (Berriasiano) son de especial relevancia por el estado de conservación que presentan, facilitando su estudio y resultado taxonómico y sistemático. Por otro lado, estos ejemplares de Clupeomorpha, serían los más antiguos reportados para el territorio peruano y por lo tanto para el continente Sudamericano.

En ese sentido, se define la clasificación, partiendo de la descripción y determinación de los diferentes caracteres osteológicos diagnósticos conservados

en los diferentes peces fósiles CPI-6348-3, CPI-6348-2a, CPI-6348-2b, CPI-6346-1a y CPI-6346-1b, logrando determinar la posición taxonómica y sistemática dentro del grupo de Actinopterygii. Por ende, esta información sugiere que los diferentes ejemplares de peces fósiles son parte del grupo taxonómico **clupeomorpha (teleósteos, Actinopterygii)**. En tal sentido, esta clasificación está basada en la siguiente combinación de caracteres: a) La presencia de series de escudos prepélvicos y postpélvicos en la parte ventral media. b) la presencia de serie de escudos predorsales en la parte dorsal media.

Sin embargo, estos ejemplares de peces fósiles no se pueden incluir taxonómicamente en ninguno de los grupos de clupeomorfos, debido a que las características osteológicas que presentan estos ejemplares difieren al resto de clupeomorfos que se han reportado en diferentes partes del mundo. Por lo tanto, se clasifican como clupeomorfos *incertae sedis*.

El diagnóstico, se basa, principalmente, en la combinación de caracteres. En ese sentido, el espécimen CPI-6348 –3, es un clupeomorpha fósil de pequeño tamaño, con 20 vertebras preurales, aleta dorsal con hasta 10 pterigióforos, con aproximadamente 15 radios en la aleta pélvica, con 17-20 escudos prepélvicos, 7 escudos postpélvicos y 10 escudos predorsales conservados en el ejemplar; el cual preservan huesos epipleurales. Asimismo, el espécimen CPI-6348 es un clupeomorfo fósil probablemente de pequeño tamaño, con la conservación de siete vertebras de la columna vertebral. Aleta y cintura pectoral. Conservación del opérculo, preopérculo, y subopérculo. Asimismo, con escudos dorsales y escudos abdominales. Finalmente, el ejemplar CPI-6346–1 supone un clupeomorfo fósil de pequeño tamaño con presencia de escudos abdominales.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES

- Los ejemplares de peces fósiles (CPI-6348-3, CPI-6348-2a, CPI-6348-2b, CPI-6346-1a y CPI-6346-1b), se encuentran ubicados en las localidades de La Merced y Aija, provincia de Aija, departamento de Ancash, norte del Perú. Dichos, fósiles de peces se encuentran en lutitas con laminación paralela, que corresponde a la Formación Tinajones (Jurásico- Cretácico). Asimismo; la posición taxonómica y sistemática de los ejemplares de peces fósiles estudiados en la presente tesis, se estableció mediante la descripción detallada de los caracteres diagnósticos conservados en los diferentes fósiles.
- En base al análisis de caracteres diagnósticos, se tiene que en tres de los ejemplares se observa la presencia de la serie de escudos prepélvicos, así mismo, en dos ejemplares se tiene evidencia de escudos predorsales y en un ejemplar se observó escudos postpélvicos. En ninguno de los ejemplares se ha podido describir la presencia de escudos postdorsales. Sin embargo, es importante mencionar que en los ejemplares donde no se observa los escudos u otras partes óseas, se debe a que algunos ejemplares están incompletas o en algunos casos presenta porosidad móldica, parcial o tal, a consecuencia de la disolución transformación y replicación de los elementos esqueléticos durante la meteorización que ha afectado los diferentes afloramientos donde se encuentran los ejemplares fósiles, dejando abierta la posibilidad de la existencia de este tipo de escudos.
- Basado en la determinación y descripción de los diferentes caracteres osteológicos conservados en los diferentes fósiles de peces, descritos en el capítulo 6 (resultados), los ejemplares de peces fósiles de la Formación Tinajones (Jurásico- Cretácico), se clasifican dentro Clupeomorpha, que es uno de los taxones que conforman el grupo de teleósteos (**Actinopterygii**). Los cuales son considerado los primeros clupeomorfos de edad transito Jurásico-Cretácico reportadas en el territorio peruano y posiblemente del continente de Sudamericano.

- La combinación de caracteres de los ejemplares (CPI-6348 –3, CPI-6348 y CPI-6346–1) que son objeto de estudio en la presente investigación sugieren como diagnóstico final que todos son clupeomorpha pequeños; aunque guardan características propias, ya sea por estado de conservación en las que fueron encontrados o por características propias del nivel taxonómico y sistemático donde fueron definidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDCT. (10 de 10 de 2017). *www.dicyt.com*. Obtenido de *www.dicyt.com*:  
<https://www.dicyt.com/noticias/hallan-fosiles-de-un-pez-de-mas-de-240-millones-de-anos>.
- Alvarado-Ortega, J. (2014). Ancient herring from the Tlayúa Quarry (Cretaceous, Albian) near Tepexi de Rodríguez, Puebla State, central Mexico, closing the gap in the early diversification of Clupeomorpha. *Cretaceous Research*, 50, 171-186.
- Arenas Figueroa, Mario J. (1980). Geología de la mina Hércules. Convención de ingenieros de Minas, 15, Trujillo, Trabajos técnicos. Lima: *Instituto de Ingenieros de Minas del Perú*. I-1-15.
- Arratia, G. (2016). New remarkable Late Jurassic teleosts from southern Germany: Ascalaboidae n. fam., its content, morphology, and phylogenetic relationships. *Fossil Record*, 19(1), 31-59.
- Arratia, G. (2015a). Complexities of early Teleostei and the evolution of particular morphological structures through time. *Copeia*, 103(4), 999-1025.
- Arratia, G. (2015b). Los peces osteíctios fósiles de Chile y su importancia en los contextos paleobiogeográfico y evolutivo. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 63, 35-83.
- Arratia, G. (2013). Morphology, taxonomy, and phylogeny of Triassic pholidophorid fishes (Actinopterygii, Teleostei). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33(sup1), 1-138.
- Arratia, G., & Hikuroa, D. C. (2010). Jurassic fishes from the Latady Group, Antarctic Peninsula, and the oldest teleosts from Antarctica. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30(5), 1331-1342.
- Arratia, G. (2010). The Clupeocephala revisited, Analysis of characters and homologies. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45, 635-657.
- Arratia, G. (2008). Los Peces Teleósteos Jurásicos, Su Distribución Geográfica E Importancia Filogenética. In *I Simposio-Paleontología en Chile-libro de actas*, 2(3), 65.

- Arratia, G. (2004). Mesozoic halecostomes and the early radiation of teleosts. *Mesozoic fishes*, 3, 279-315.
- Arratia, G., R. Scasso, and W. Kibling. 2004. Late Jurassic fishes from Longing Gap, Antarctica Peninsula. *J. Vert. Paleontol.* 24(1): 41-55.
- Arratia, G. (2001). The sister-group of Teleostei: consensus and disagreements. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21(4), 767-773.
- Arratia, G. (2000). New teleostean fishes from the Jurassic of southern Germany and the systematic problems concerning the 'pholidophoriforms'. *Paläontologische Zeitschrift*, 74(1-2), 113-143.
- Arratia, G. (1999). The monophyly of Teleostei and stem-group teleosts. *Mesozoic fishes*, 2, 265-334.
- Arratia, G. (1995). Importance of specific fossils in teleostean phylogeny. *Geobios*, 28, 173-176.
- Arratia, G., & Schultze, H. P. (1999). Mesozoic fishes from Chile. *Mesozoic fishes*, 2, 565-593.
- Arratia, G., y Cione, A. (1996). The record of fossil fishes of southern South America. *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 30, 9-72.
- Arratia, G. (1994). Phylogenetic and paleogeographic relationships of the varasichthyid group (Teleostei) from the Late Jurassic of Central and South America. *Andean Geology*, 21(1), 119-165.
- Arratia, G., R. Scasso, and W. Kibling. (2004). Late Jurassic fishes from Longing Gap, Antarctica Peninsula. *J. Vert. Paleontol.* 24(1): 41-55.
- Arratia, G. (1986). New Jurassic fishes (Teleostei) of Cordillera de Domeyko. *Northern Chile*, 75-91.
- Arratia, G. (1985). Peces del Jurásico de Chile y Argentina. *Ameghiniana*, 21(2-4), 205-210.
- Arratia, G., & Schultze, H. P. (1985). Late Jurassic teleosts (Actinopterygii, Pisces) from Northern Chile and Cuba. *Palaeontographica Abteilung A*, 29-61.

- Arratia, G. (1984). Some osteological features of *Varasichthys ariasi* Arratia (Pisces, Teleostei) from the Late Jurassic of Chile. *Paläontologische Zeitschrift*, 58(1-2), 149-163.
- Arratia, G. (1981). *Varasichthys ariasi* n. gen. et sp. from the Upper Jurassic of Chile (Pisces, Teleostei, Varasichthyidae n. fam.). *Palaeontographica Abteilung A*, 107-139.
- Arratia, G., Chang, A. y Chong, G. (1975a). *Pholidophorus domeykanus* n. sp. del Jurásico de Chile. *Revista geológica de Chile* 2, 1-9.
- Bannikov, A.F. (2015). A new genus for the Cenomanian ellimmichthyiform fishes from Lebanon and Mexico. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 54, 211-218.
- Basden, A. M., & Young, G. C. (2001). A primitive actinopterygian neurocranium from the Early Devonian of southeastern Australia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21(4), 754-766.
- Benavides, V. (1956). Cretaceous systems in Northern Peru. *American Museum of Natural History*. 108 (4), 353-493.
- Betancur-R, R., Wiley, E. O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., & Orti, G. (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC evolutionary biology*, 17(1), 1-40.
- Bianucci, G., Di Celma, C., Landini, W., Post, K., Tinelli, C., de Muizon, C., ... & Collareta, A. (2016). Distribution of fossil marine vertebrates in Cerro Colorado, the type locality of the giant raptorial sperm whale *Livyatan melvillei* (Miocene, Pisco Formation, Peru). *Journal of Maps*, 12(3), 543-557.
- Bianucci, G., Urbina, M., & Lambert, O. (2015). A new record of *Notocetus vanbenedeni* (Squalodelphinidae, Odontoceti, Cetacea) from the early Miocene of Peru. *Comptes Rendus Palevol*, 14(1), 5-13.
- Bocchino, A.R. (2013). *Luisiella inexcitata* gen. et sp. nov. [Pisces, Clupeiformes, Dussumieriidae] del Jurásico Superior de la provincia de Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, 5, 91-100.

- Cabo, R. y Ojeda, M. (1974). Estudio microscópico y espectrográfico en la mina Hércules. *III Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, Boletín*, 47, 9-30.
- Caron, J. (12 de 06 de 2014). *sophimania.pe*. Obtenido de *sophimania.pe*: <https://sophimania.pe/ciencia/dinosaurios-paleontologia-y-arqueologia/hallazgo-fosiles-de-peces-de-hace-500-millones-de-anos-develan-el-origen-de-nuestras-mandibulas-video/>
- Chacaltana, C., Valdivia, W., Altamirano Sierra, A., Collareta, A., Landini, W., Urbina Schmitt, M., & Bianucci, G. (2016). Nuevo espécimen de *Carcharodon hastalis* (Lamniformes, Lamnidae) en sedimentitas de la Cuenca Pisco: evidencias de su ecología trófica. In *XVIII Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú*, 1-4.
- Chang, M. M., & Grande, L. (1997). Redescription of *Paraclupea chetungensis*, an early Clupeomorph from the Lower Cretaceous of southeastern China. *Geology*, 37, 1-19.
- Chang, M. M., & Maisey, J. G. (2003). Redescription of *Ellimma branneri* and *Diplomystus shengliensis*, and relationships of some basal clupeomorphs. *American Museum Novitates*, 1-35.
- Chávez, Lisenia. (2016). *Estratigrafía y geoquímica del Grupo Calipuy en la Cordillera Negra (8°45'S-9°45'S) y su relación con los yacimientos minerales*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 197.
- Chávez, Lisenia; Navarro, Pedro; Rodríguez, Flor; Martiarena, Raquel. (2010). Estratigrafía volcánica del Grupo Calipuy (volcanismo Cenozoico) - sector norte del segmento Cordillera Negra, Región Ancash. *XV Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú*, 838-841.
- Caron, J. (12 de 06 de 2014). *sophimania.pe*. Obtenido de *sophimania.pe*: <https://sophimania.pe/ciencia/dinosaurios-paleontologia-y-arqueologia/hallazgo-fosiles-de-peces-de-hace-500-millones-de-anos-develan-el-origen-de-nuestras-mandibulas-video/>
- Carrillo-Briceño, J. O. R. G. E., Alvarado-Ortega, J. E. S. Ú. S., & Torres, C. (2012). Primer Registro De *Xiphactinus* Leidy, 1870 (Teleostei, Ichthyodectiformes) En

- El Cretácico Superior De América Del Sur (Formación La Luna, Venezuela). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 15(3), 328.
- CEPE. (24 de 11 de 2010). *bio-diversidad-prepa.blogspot.com*. Obtenido de bio-diversidad-prepa.blogspot.com: <https://cepe-eua.org/es/cual-es-la-diferencia-entre-sistemica-y-taxonomia-9IPoxez0>.
- Cione, A. L., & Pereira, S. M. (1986). Los peces del Jurásico posterior a los movimientos intermálmicos y del Cretácico inferior de Argentina. *Bioestratigrafía de los Sistemas Regionales del Jurásico y Cretácico en América del Sur*, 1, 385-395.
- Cloutier, R., & Arratia, G. (2004). Early diversification of actinopterygians. *Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates*, 217-270.
- Cloutier, R. (1999). Actinopterygians. *Encyclopedia of Paleontology*, 1, 2-16.
- Cobbing, J., Sánchez, A., Martínez, W. y Zárate, H. (1996). *Geología de los Cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca* (hojas, 20-h, 20-i, 20-j, 21-j) 1,100.000. INGEMMET- Perú, 76, 297.
- Collareta, A., Landini, W., Chacaltana, C., Valdivia, W., Altamirano Sierra, A., Urbina Schmitt, M., & Bianucci, G. (2017). A well-preserved skeleton of the fossil shark *Cosmopolitodus hastalis* from the late Miocene of Peru, featuring fish remains as fossilized stomach contents. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 123(1), 11-22.
- Cónsole Gonella, C.A., Cione, A.L. y Aceñolaza, F.G. (2009). Registro del teleósteo *Gasteroclupea branisai* en la Formación Yacoraite (Maastrichtiano-Daniano) en el área de Tres Cruces, Jujuy, Argentina, Tafonomía y correlación estratigráfica. *Serie correlación geológica*, 25, 129-138.
- Cossio, A. (1964). Geología de los Cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 8, 69.
- Contreras, A. (2014). La Sistemática: ruta histórica para conocer la biodiversidad 15, 1- 4. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num4/art27/art27.pdf>
- Daura, F. (2013). El contexto como factor del aprendizaje autorregulado en la educación superior. 16(1), . *Educación y Educadores*, 16(1), 109-125. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/834/83428614006.pdf>

- Di Dario, F., & De Pinna, M. C. (2006). The supratemporal system and the pattern of ramification of cephalic sensory canals in *Denticeps clupeoides* (Denticipitoidei, Teleostei): additional evidence for monophyly of Clupeiformes and Clupeoidei. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 46(10), 107-123.
- Doadrio, I. & Domínguez, O. (2008). Actinopterygios.
- Enay, R., Barale, G., Jacay, J. y Jaillard, E. (1996). Upper Tithonian ammonites and floras from the Chicama Basin, Northern Peruvian Andes. En, *Advances in Jurassic research* (A.C. Riccardi, Ed). *GeoResearch Forum*, 1-2, 221-234.
- Enriquez, J. (1999). *Estratigrafía y factores Metalogenéticos en la Cordillera Negra (Andes Centrales entre los 8°30' y 10°S)*. Tesis de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú, 153.
- España Ch., Carlos. (1980). Mecanización en mediana minería ¿una necesidad?, el sistema de minería sin rieles en la mina Hércules. *Convención de ingenieros de Minas, 15, Trujillo, Trabajos técnicos. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú*, 1-15.
- Farrar, E. and Noble, D. (1976). Timing of late Tertiary deformation in the Andes of Peru. *Geological Society of America Bulletin*, 87(9), 1247-1250.
- Figueiredo, F.J., y Ribeiro, D.R. (2017). Reassessment and relationships of †*Scutatuspinosus itapagipensis* (Teleostei, Clupeomorpha, †Ellimmichthyiformes) from the Neocomian of Recôncavo Basin, Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89, 799-823.
- Forey, P. L. (1975). A fossil clupeomorph fish from the Albian of the Northwest Territories of Canada, with notes on cladistic relationships of clupeomorphs. *Journal of Zoology*, 175(2), 151-177.
- Forey, P. L., Yi, L., Patterson, C., & Davies, C. E. (2003). Fossil fishes from the Cenomanian (Upper Cretaceous) of Namoura, Lebanon. *Journal of Systematic palaeontology*, 1(4), 227.
- Forey, P. L. (2004). A three-dimensional skull of a primitive clupeomorph from the Cenomanian English Chalk and implications for the evolution of the clupeomorph acustico-lateralis system. *Mesozoic fishes*, 3, 405-427.

- Frailey, M. A. (1986). Late Miocene and Holocene mammals exclusive of the Notoungulata, of the rio Acre region, western Amazonia. *Contributions in science, Natural History Museum of Los Angeles County*, 347, 1-46.
- Friedman, M. (2015). The early evolution of ray-finned fishes. *Palaeontology*, 58(2), 213-228.
- Gallo, V., Calvo, J.O., y Kellner, A.W. (2011). First record of a clupeomorph fish in the Neuquén Group (Portezuelo Formation), Upper Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research*, 32, 223-235.
- Gayet, M. (1988). Le plus ancien crane de siluriforme, *Andinichthys bolivianensis* nov. gen., nov. sp. (Andinichthyidae nov. fam.) du Maastrichtien de Tiupampa (Bolivie). *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre*, 307, 833-836.
- Gayet, M. (1992). "Holostean" and teleostean fishes of Bolivia. En, *Fósiles y Facies de Bolivia*. Vol. 1. (R. Suarez-Soruco, Ed.). *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 12, 453-494.
- Giersch, S., Frey, E., Stinnesbeck, W., Ifrim, C. y Gutierrez, J.M.P. (2011). *Scombroclupea occidentalis* sp. nov. (Clupeiformes, Teleostei) from the Cenomanian (Cretaceous) Plattenkalk deposits of NE Mexico. *Swiss Journal of Geosciences*, 104, 73-84.
- González, K., Cuevas, C., & Castillo, J. (2009). *Los fósiles del estado de Hidalgo*. Hidalgo, Mexico: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 65-76.
- Gouiric-Cavalli, S., Alberto, L., Pérez, L. M., Iribarne, M., Allcca, M., y Daniel, G. (2016). Primer registro del pez cretácico *Enchodus* (Osteichthyes, Aulopiformes) en Perú. XVIII Congreso Peruano de Geología, 4 p.
- Gouiric-Cavalli, S., & Cione, A. L. (2015). Fish faunas from the Late Jurassic (Tithonian) Vaca Muerta Formation of Argentina: One of the most important Jurassic marine ichthyofaunas of Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences*, 63, 114-124.
- Gouiric, S. (2013). *Sistemática y relaciones biogeográficas de los peces del Titoniano (Jurásico tardío) de la Cuenca Neuquina de Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.

- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M., & Ogg, G. (2012). *The geologic time scale 2012*. Elsevier.
- Grande, L. (1985). Recent and fossil clupeomorph fishes, with materials for the revision of the subgroups of clupeoids. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 181, 231-372.
- Grande, L. (1982). A revision of the fossil genus *Diplomystus*: with comments on the interrelationships of clupeomorph fishes. *American Museum novitates*, 2728, 1-30.
- Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H., & Myers, G. S. (1966). Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bulletin of the AMNH*, 131(4), 436-444.
- Huxley J. 1970. *Memories: biologist and statesman of science* George Allen & Unwin, 2, 50.
- Jacay, J.J. (1992). *Estratigrafía y sedimentología del Jurásico curso medio del valle del Chicama y esbozo paleogeográfico del Jurásico-Cretáceo del Norte Perú (6°30'-8° Latitud Sur)*. Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 169 p.
- Landini, W., Collareta, A., Pesci, F., Di Celma, C., Urbina, M., & Bianucci, G. (2017). A secondary nursery area for the copper shark *Carcharhinus brachyurus* from the late Miocene of Peru. *Journal of South American Earth Sciences*, 78, 164-174.
- Lanteri, A., Fernández, I., & Gallardo, F. (2005). Sistemática Biológica: generalidades y conceptos Básicos, 5-10. [biologiamyblog.files.wordpress.com](http://biologiamyblog.files.wordpress.com).
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. Vindobonae: Typis Ioannis Thomae von Trattner, 2, 1707-1778
- López-Arbarello, A., Rauhut, O. W., & Moser, K. (2008). Jurassic fishes of Gondwana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 63(4), 586-612.
- Maisey, J.G. (1993). A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *American Museum Novitates*, 3076, 1-15.

- Ministerio de Educación. (2017). *El Perú en PISA 2015. Informe Nacional de resultados*. Perú. Obtenido de [http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro\\_PISA.pdf](http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro_PISA.pdf).
- Muller, J. (1845). Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. *Physikalische und Mathematische Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin*, 1, 117-216.
- Müller, J. (1846a). Fernere Bemerkungen über den Bau der Ganoiden. *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 67-87.
- Müller, J. (1846b). *Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische*. Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften, 91-141.
- Murray, A. M., & Cook, T. D. (2016). Overview of the Late Cretaceous Fishes of the Northern Western Interior Seaway. *Cretaceous Period: Biotic Diversity and Biogeography. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 71, 255-261.
- Murray, A. M., & Wilson, M. V. (2013). Two new paraclupeid fishes (Clupeomorpha: Ellimmichthyiformes) from the Upper Cretaceous of Morocco. *Mesozoic fishes*, 5, 267-290.
- Murray, A. M., & Wilson, M. V. (2011). A new species of Sorbinichthys (Teleostei: Clupeomorpha: Ellimmichthyiformes) from the Late Cretaceous of Morocco. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 48(1), 1-9.
- Murray, A. M., Simons, E. L., & Attia, Y. S. (2005). A new clupeid fish (Clupeomorpha) from the Oligocene of Fayum, Egypt, with notes on some other fossil clupeomorphs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25(2), 300-308.
- Navarro Colque, P.A. (2014). Correlación espacial, temporal y metalogenética del magmatismo Cenozoico del Grupo Calipuy en base a nuevas dataciones radiométricas del norte del Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 109, 7-11.
- Navarro, P., Rodríguez, F., Chávez, L., Ordoñez, E., Pajuelo, D. y Martiarena. P. (2011). *Mapa Geológico del Perú 1:50.000, hoja 20h2 (Huaraz)*. INGEMMET, Perú.

- Navarro, P., Rodríguez, F., Chávez, L. y Martiarena, P. (2010). *Mapa Geológico del Perú 1,50.000, hoja 20h1 (Huaraz)*. INGEMMET, Perú.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, 8(3).
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the World*. John Wiley and Sons, Toronto, 601 p.
- Noble, D., and McKee, E. (1999). The Miocene metallogenic belt of central and northern Peru. *Society of Economic Geologists Special Publication, Geology and Ore Deposits of the Central Andes*, 7, 155–193.
- Norman, J. R. (1957). *A Draft Synopsis of the Orders, Families and Genera of Recent Fishes and Fish-like Vertebrates (excluding Ostariophysi, Scleroparei, Ammodytidae and a Few Other Families, Notably Centrarchidae, Percidae and Cichlidae) Covering Literature Up to 1938, And, as Far as it was Available to the Author, from 1939 TO 1944*. British Museum of Natural History.
- Marshall, L. G., Demuizon, C., Gayet, M. D., Lavenue, A., y Sigé, B. (1985). The "Rosetta Stone" for mammalian evolution in South America. *National Geographic Research*, 1, 274-288.
- Morrone, J. (2000). Los Árboles Filogenéticos: de Darwin (1859) a Hennig (1950), 3(14), 27-33. *http*: Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/>
- Mourier, T., Bengtson, P., Bonhomme, M., Buge, E., Cappetta, H., Crochet, J. Y., Feist, M., Hirsch, K.F., Jaillard, E., Laubacher, G., Lefranc, J.P., Moullade, M., Noblet, C., Pons, D., Rey, J., Sigé, B., Tambareau, Y. y Taquet, P. (1988). The Upper Cretaceous-Lower Tertiary marine to continental transition in the Bagua basin, northern Perú. *Newsletters on Stratigraphy*, 19, 143-177.
- Muizon, C. (1981). *Les vertébrés fossiles de la formation Pisco (Pérou)*. *Géodynamique*, 22(3), 21-24.
- Ogg, J. G., Ogg, G., & Gradstein, F. M. (2016). *A concise geologic time scale: 2016*. Elsevier.
- Ordoñez, E., Navarro, P., Tejada, L., Pajuelo, D. y Carnevale, G. (2013). Primera evidencia de peces Jurásicos en el Perú. *I Simposio Internacional de Paleontología del Perú*, 81-83.

- Ordoñez, E. Navarro, P., Pajuelo, D., Chávez, L., Rodríguez, F. y Martiarena, P. (2014). Estratigrafía de los centros volcánicos miocénicos (Grupo Calipuy) en el sector sur de la Cordillera Negra, Región de Ancash. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 109, 12-15.
- Ordoñez, E., Navarro, P., Tejada, L., Pajuelo, D., Chávez, L., Rodríguez, F., Martiarena, P. y Carnevale, G. (2015). Primera evidencia de peces jurásicos en el Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 110, 43-48.
- Pérez-Sánchez, D. y González-Rodríguez, K. (2010). Clupeomorphs from The El Doctor Formation (Cretaceous: Albian-cenomanian), Zimapán, Hidalgo State, México. *5th International Meeting on Mesozoic Fishes*, 7, 76.
- Patterson, C., & Rosen, D. E. (1977). Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes, and the theory and practice of classifying fossils. *The Quarterly Review of Biology*, 53(1), 50.
- Poyato-Ariza, F.J. y Martín-Abad, H. (2016). The Cretaceous in the evolutionary history of the Actinopterygii. En, Cretaceous Period, Biotic Diversity and Biogeography. A. Khosla y S.G. Lucas, Eds. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 71, 275-285.
- Poyato-Ariza, F.J., López-Horgue, M.A. y Garcia-Garmilla, F. (2000). A new Early Cretaceous clupeomorph fish from the Arratia Valley, Basque Country, Spain. *Cretaceous Research*. 21, 571-585.
- Richter, M. (1984). Dental Histology of a Characoid Fish from the Plio-Pleistocene of Acre, Brazil. *Zoologica Scripta*, 13(1), 69-79.
- Riquelme, F., Alvarado-Ortega, J., Ruvalcaba-Sil, J., Aguilar-Franco, M. y Moreno, A. (2010). Clupeomorphs from The El Doctor Formation (Cretaceous: Albian-cenomanian), Zimapán, Hidalgo State, México. *5th International Meeting on Mesozoic Fishes*, 76.
- Rivera, M., Monge, R. y Navarro, P. (2005). Nuevos datos sobre el Volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) en el Norte del Perú: Departamentos de La Libertad y Ancash. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, 99, 7-21.
- Ramírez Aguilar, Fidel. (1980). Estudio geotécnico de la mina Hércules Ticapampa-Ancash. *Sociedad Geológica del Perú. Boletín*, n. 67, 163-174.

- Salazar Soto, C. A. (2012). *The Jurassic-Cretaceous boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin of Central Chile: ammonites, bio-and sequence stratigraphy and palaeobiogeography*. Rupecht-Karls-Universität Heidelberg. <https://archiv.ub.uni.heidelberg.de/volltextserver/14475/1/thesis%20C.%20Salazar.pdf>.
- Sigé, B. (1968). B. Sigé, Les Chiroptères du miocène inférieur de Bouzigues: Étude systématique. *Palaeovertebrata*, 1, 65-133.
- Sokal, R. R. (1986). «Phenetic Taxonomy: Theory and Methods». *Annu. Rev. Ecol. Syst.* (17): 423-442. Consultado el 28 de agosto de 2007.
- Stappenbeck, R. (1929). Geologie des Chicamatales in Nordperu und seiner Anthrazitlagerstätten. *Geologische und Palaeontologische Abhandlungen*, 16 (4): 305–355.
- Than-Marchese, B. A., (2017). Teleostei: Clupeomorpha del Cenomaniano de Chiapas y su posición filogenética. Tesis de Máster, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/455?locale-attribute=es>.
- Tintori, A., SUN, Z., NI, P., Lombardo, C., JIANG, D., & Motani, R. (2015). Oldest stem Teleostei from the late Ladinian (Middle Triassic) of southern China. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research In Paleontology and Stratigraphy)*, 121(3), 1-8.
- Tumialán, P.H. y Maguiña, E. (2010). Geología de la presa Ángel Cruz (Aija - Ancash). *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 13, n 25, 56-60.
- Tumialán, P. H. y Cabos R. (1975). Mineralización del yacimiento de plomo, zinc y plata de la mina Hércules (Ticapampa-Ancash). *Sociedad Geológica del Perú*. Boletín, n. 47, 99-122.
- UNAD. (11 de 3 de 2008). *biofossil.wordpress.com*. Obtenido de biofossil.wordpress.com: <https://biofossil.wordpress.com/evolucion-biologica-2/sistemica-y-taxonomia/>
- Vernygora, O.V. (2015). *Two new species and a revised phylogeny of the Ellimmichthyiformes (Teleostei, Clupeomorpha)*. Master of Sciences, University of Alberta, 193 p.

- Wilson, J.J. (1984). Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 38, 104 p.
- Wilson, J., Reyes, L. and Garayar, J. (1967). Geología de los cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 16, 95p.
- Wilson, J. (1963). Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 47 (1), 1 – 34.
- Wilson, P. (1975). Potassium-argon age studies in Peru with special reference to the emplacement of the Coastal Batholith. *Ph.D. Thesis*, University of Liverpool, England, 299p.