



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES  
*Protrachypene precipua* Y *Xiphopenaeus riveti* EN LAS  
LOCALIDADES DE LIMONES Y CAMARONES,  
PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTOR**

**FREDDY XAVIER BALLESTEROS ALCÍVAR**

### **ASESOR**

**MGT. PEDRO JIMÉNEZ PRADO**

**Esmeraldas, enero 2020**

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE, previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental.

Presidente tribunal de Graduación.

**Lector 1**

Mgt. Rubén Vinueza Chérrez

**Lector 2**

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

Mgt. Karla Solís Charcopa

**Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental**

Mgt. Pedro Jiménez Prado

**Director de Tesis**

Esmeraldas, 10 de Enero de 2020

## AUTORÍA

Yo, FREDDY XAVIER BALLESTEROS ALCIVAR, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal. En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

---

Freddy Xavier Ballesteros Alcívar

C.I. 0804129872

Índice AUTORÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT .....	V
Introducción .....	1
Planteamiento del problema .....	4
Objetivos .....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos .....	5
Justificación .....	6
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	7
Marco Legal.....	11

<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
Área de estudio .....	12
Muestras .....	12
Cuantificación de materia orgánica .....	13
Identificación y fijación de Especies.....	14
Análisis de imágenes .....	15
Análisis morfométricos .....	15
Métodos de análisis .....	15
Relación entre nutrientes y forma de los organismos .....	16
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>31</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>34</b>

## RESUMEN

En la costa ecuatoriana se obtienen recursos pesqueros como los camarones pomada negra *Xiphopenaeus riveti* y pomada amarilla *Protrachypene precipua*, cuya principal forma de captura es la pesca de arrastre. El objetivo principal del trabajo fue examinar la variación del cefalotórax de los camarones: pomada amarilla (*Protrachypene precipua*) y pomada negra (*Xiphopenaeus riveti*). Las muestras se obtuvieron en las localidades de Camarones y Limones, fueron analizadas en el laboratorio de la PUCE Esmeraldas. También se calculó la materia orgánica de las localidades.

Los análisis morfométricos se realizaron con el paquete TpsUtil y Morphoj. Los resultados que arrojó el análisis de materia orgánica es que en Limones hay más cantidad con una media de 2,63 mo(g)/kg, mientras que Camarones presenta una media global de 1,44 mo(g)/kg. El resultado principal es que la especie *Protrachypene precipua* presenta diferencias significativas  $p < 0,05$  con *Xiphopenaeus riveti* y mediante Análisis de Variación Canónica con regresión se demuestra que la cabeza de *Protrachypene precipua* es más ancha con ojos más grandes que la de *Xiphopenaeus riveti* de que es más alargada con ojos pequeños. En conclusión, podría existir una relación entre el cambio de la forma de la especie *Xiphopenaeus riveti* con el aumento en la disponibilidad de nutrientes.

**Palabras claves:** Protrachypene precipua, Xiphopenaeus riveti, materia orgánica, morfometría geométrica.

## ABSTRACT

Fishing resources are obtained on the Ecuadorian coast like pomada amarilla *Protrachypene precipua* and pomada negra *Xiphopenaeus riveti* shrimps, whose main form of capture is trawling. The main objective of the work was to examine the variation of the cephalothorax of shrimp: pomada amarilla (*Protrachypene precipua*) and pomada negra (*Xiphopenaeus riveti*). The samples were obtained in the Camarones and Limones

locations, were analyzed in the PUCE Esmeraldas laboratory. The organic matter of the localities was also calculated.

Morphometric analyzes were performed with the TpsUtil package and Morphoj. The results of the organic matter analysis is that in Limones there is more quantity with an average 2,63 mo(g)/kg. while Camarones presents a average of 1.44 mo (g)/kg. he main result is that the species *Protrachypene precipua* has significant differences  $p < 0.05$  with *Xiphopenaeus riveti* and by Canonical Variation Analysis with regression it is demonstrated that the head of *Protrachypene precipua* is wider with eyes larger than that of *Xiphopenaeus riveti* that it is more elongated with small eyes. In conclusion, there could be a relationship between the change in the form of the species Xiphopenaeus riveti with the increase in nutrient availability.

Key words: Protrachypene precipua, Xiphopenaeus riveti, organic material, geometric morphometry.

## Introducción

La zona económica exclusiva del Ecuador se encuentra en el Océano Pacífico que comprenden 200 millas náuticas, en esa extensión se concentran especies de importancia pesquera y nutricional para sus habitantes. Las especies que se pueden encontrar son peces, crustáceos, moluscos, reptiles, equinodermos, etc. (1).

El subfilo de los Crustáceos incluye al orden Decápoda que es uno de los recursos marinos más codiciados en la pesquería, existen varias especies como lo son la pomada amarilla y la pomada negra (2,3).

Los camarones son omnívoros y detritívoros, son los principales descomponedores de la materia orgánica y están principalmente relacionados en el reciclaje de nutrientes del medio, cumpliendo una función importante en los ecosistemas (3).

El camarón pomada amarilla *Protrachypene precipua* se distribuye a lo largo de la costa ecuatoriana, teniendo sus principales desembarques en los puertos de Posorja y los de la provincia de Esmeraldas. Esta especie posee tasas de crecimiento altas, su ciclo de vida empieza en zonas estuarinas para luego pasar al mar con ayuda de las corrientes, prefiere fondos lodosos para desarrollarse (3).

El camarón pomada negra *Xiphopenaeus riveti* habita en aguas cercanas a desembocaduras de ríos que tengan fondos poco profundos, se la puede asociar con fondos blancos, limosos o arenosos. Es un recurso pesquero en las costas del Pacífico (4).

Los camarones presentan un cuerpo dividido en 3 partes, cefalotórax, abdomen y cola. Tienen un cuerpo aplanado lateralmente(4). Para análisis morfométricos se utiliza el cefalotórax porque tiene estructuras fijas que no presentan plasticidad como las estructuras del abdomen(5).

La extracción de pomada en el Ecuador empezó como método de subsistencia de las familias ubicadas en el litoral del país realizando la captura de manera artesanal, luego con el pasar de los años se constituye en una de las empresas más grandes del país generando plazas de trabajo y divisas para el país. Sin embargo, por el daño causado al fondo marino se eliminó la mayor parte de la flota camaronera. Actualmente bajo

Acuerdo Ministerial 020 está controlada la flota industrial contando con 40 embarcaciones en todo el país (6).

El océano presenta diferentes variables que se ven afectadas por la contaminación como la temperatura, salinidad, materia orgánica, oxígeno disuelto, entre otros. La presión antropogénica afecta a los organismos marinos entre ellos el camarón, cambiando su ciclo de reproducción, morfología, etc. Los organismos tienen la capacidad de adaptarse a la degradación ambiental dependiendo de su rango de tolerancia, por eso las relaciones entre individuo-ambiente se puede evidenciar en su plasticidad, siendo determinada por su genética (7)

A través de los años se han realizado estudios biológicos para conocer el estado entre organismos, poblaciones o grupos y en ocasiones relacionados las condiciones ambientales. A partir de eso nacen diferentes técnicas para conocer el estado de los organismos frente a las actividades antrópicas. Una de esas técnicas es la morfometría que se ha utilizado en estudios biológicos, ecológicos y filogenéticos basándose en las comparaciones de las estructuras mediante análisis cuantitativos gracias al avance de la tecnología y de la estadística (8).

La morfometría geométrica ayuda a desarrollar las limitaciones que tiene la morfometría clásica en donde solo se estudia el tamaño de organismos y no la forma, es decir organismos pueden tener las mismas medidas de peso o talla, pero formas de cuerpos diferentes debido a su plasticidad fenotípica, basándose en la variación o distribución de las estructuras corporales. También la morfometría geométrica obtiene información adicional a la que brinda la morfometría clásica, estudiando la forma de los organismos en relación con las condiciones ambientales a través del procesamiento de imágenes. Con el procesamiento de imágenes la morfometría geométrica ofrece una mejor herramienta para la interpretación biológica en diferentes contextos (8).

La morfometría geométrica tiene diferentes usos, desde establecer cambios en la forma de individuos como conocer el dimorfismo sexual entre la misma especie, también existen estudios donde unifican metodologías de morfometría geométrica con investigaciones moleculares genéticas. Los cambios en las formas corporales pueden deberse a muchos factores, por ejemplo, la disponibilidad de alimento en el hábitat, debido a que hay organismos que van a gastar más energía que otros en movilizaciones para conseguirlo.

Así mismo en el dimorfismo sexual los cambios se asocian con la competencia machomacho para aparear a las hembras (9).

De esta manera se pueden usar varias especies de animales para estudiar su forma a través de la morfometría geométrica, entre ellos los camarones. Brasil es el país con más estudios de morfometría geométrica en camarones penaeidos, en donde demuestran que la forma del cefalotórax del camarón varía de acuerdo a su ubicación y a condiciones ambientales(5).

Uno de los lugares principales en donde se realiza la extracción de camarón pomada es en la parroquia San Vicente de Camarones que se encuentra situada a 30 km al norte de la ciudad de Esmeraldas, las actividades económicas de la población radican en la pesca artesanal, ganadería y agricultura. Además de Camarones, en Limones también existe extracción de camarón pomada, está ubicada en las islas al norte de la provincia de Esmeraldas, la actividad productiva que sustenta a la mayoría de las familias de la cabecera parroquial es la pesca (10).

El objetivo general de esta investigación es establecer las variaciones del cefalotórax del camarón pomada amarilla *Protrachypene precipua* y camarón pomada negra *Xiphopenaeus riveti* en las localidades de Camarones y Limones.

### **Planteamiento del problema.**

La forma de un cuerpo, como expresión fenotípica de la plasticidad genética, variará según la presión y variabilidad ambiental (disponibilidad de alimentos)(8).

La forma de los organismos puede depender de la disponibilidad de alimentos existentes en el lugar donde habitan, eso puede cambiar de acuerdo con su rango de adaptabilidad hacia los cambios producidos en las propiedades del hábitat a lo largo de su distribución geográfica(8).

¿Afectará a la forma de la cabeza del camarón pomada amarilla *Protrachypene precipua* y camarón pomada negra *Xiphopenaeus Riveti los* cambios en la disponibilidad de alimento del lugar donde son capturados?

## Objetivos

### Objetivo General

Establecer la variación del cefalotórax de los camarones pomada amarilla (*Protrachypene precipua*) y pomada negra (*Xiphopenaeus riveti*), entre las localidades de Camarones y Limones, considerando la disponibilidad de nutrientes sedimentarios.

### Objetivos Específicos

Determinar la forma pura del camarón pomada amarilla y camarón pomada negra.

Analizar la relación entre la disponibilidad de nutrientes en sedimentos de las localidades Camarones y Limones con la morfometría de los camarones pomada amarilla y pomada negra.

## **Justificación**

La morfometría geométrica ayuda a esclarecer cambios en las estructuras o formas de los seres vivos, volviéndose útil en estudios de la rama ambiental para conocer si las condiciones ambientales afectan a la forma pura de los organismos(11).

Se ha empleado morfometría geométrica con Decápodos, en donde se demostró que una gran variedad de ellos expresa plasticidad fenotípica como respuesta a los cambios ambientales del lugar donde habitan (12).

Este trabajo servirá para conocer los cambios en la forma de la cabeza del camarón pomada amarilla *Protrachypene precipua* y camarón pomada negra *Xiphopenaeus riveti* debido a la disponibilidad de alimentos en las localidades de Limones y Camarones. Se ha aplicado poco la morfometría geométrica en estudios en Ecuador y en la provincia, por lo que servirá como línea base a futuras investigaciones de la PUCE Esmeraldas en el tema de análisis de morfometría geométrica, ayudando a notar diferencias sobre las condiciones ambientales y la forma de los organismos.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

**Pesca de Arrastre:** Es un arte de pesca poco selectivo, se basa en una red que tiene forma de cono que desde una embarcación es remolcada, capturando todo lo que se encuentre en su paso, por lo que se encuentra dentro de la clasificación de los artes de pesca activos, es decir, se mueven en dirección al recurso para capturarlo(13).

Un estudio elaborado por Zambrano (2017)(14) indica que se realizó muestreos en las localidades de Limones y Camarones desde septiembre 2016-Enero 2017 con red de arrastre tipo copo de 32mm y simultáneamente se obtuvieron parámetros físicos-químicos como Conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, pH y turbidez. En esta investigación se obtuvieron un total de 26 familias de peces que están asociados a la pesca de arrastre para obtener camarón pomada.

**Camarón:** Es un Crustáceo de orden Decápoda, que pueden habitar en agua dulce o salada. Prefiere zonas lodosas y de poca profundidad al frente de las costas. Presentan un cuerpo comprimido y cola alargada. Presentan un rango de tolerabilidad amplio hacia la contaminación ambiental (7)

***Protrachypene precipua:*** Pertenecen al orden Decápoda, se distribuye en el perfil costero de Ecuador, de norte a sur, presentan ciclos de vida divididos por dos fases: Estuarina y de mar. Puede crecer entre 3 hasta 12 cm de largo, prefieren habitar fondos lodosos para desarrollarse (13)

***Xiphopenaeus riveti:*** Se puede encontrar en profundidades no mayor a los 18 metros, con fondos lodosos, debido a que su ciclo de vida pasa por el mar y el estuario soporta aguas marinas y salobres (15). Su abundancia depende de la estación climática, esta especie es utilizada comercialmente por habitantes costeros ya que puede llegar a crecer hasta 17 cm, se lo puede comercializar fresco o pelado (16).

En las costas de Esmeraldas Castro *et al.* (2016) (17) describieron la pesquería artesanal de camarones pomada negra *Xiphopenaeus riveti* y pomada amarilla *Protrachypene precipua* en la caleta San Vicente de Camarones, realizando dos muestreos en la cosa de San Vicente de camarones cada muestreo con dos puntos. Tomaron las biometrías de las pomadas y su fauna acompañante. La longitud media y peso medio obtenidos a través de la biometría fue de 6,48 cm y 2,32 g para la pomada negra y de 8,74 cm y 4,21 g para la pomada amarilla. El  $R^2$  de la relación talla peso del camarón pomada amarilla fue de

82,37%. La conclusión del estudio indica que en Camarones se captura más pomada amarilla mientras que en Limones abunda la pomada negra.

**Presión Ambiental:** Cualquier cambio físico o químico que pueden afectar un hábitat o ecosistema, generando estrés a los organismos presentes. La presión ambiental está vinculada a las actividades antrópicas que ponen en riesgo la estabilidad de las variables ambientales como la luz, temperatura, salinidad, materia orgánica, etc (7).

**Materia orgánica:** Es materia elaborada a partir de organismos que un tiempo estuvieron vivos, como animales, plantas y sus residuos en el ambiente natural. En el mar la materia orgánica se aloja en los sedimentos y tiene dos orígenes, autóctono y alóctono. Autóctono es cuando proviene de organismos muertos y alóctonos de materiales fuera del mar como hojarasca. Existen muchos factores para que la cantidad de materia orgánica varíe en el fondo marino tales como sedimentación, profundidad, oxígeno disuelto en el agua, productividad primaria (18).

En Chile, Silva & Astorga (2010)(36), calculó materia orgánica de los sedimentos presentes en la zona norte de la costa chilena y en ríos cuya desembocadura se realizaba ahí. Calcularon las concentraciones de materia orgánica de 40 estaciones marinas. El resultado obtenido para la materia orgánica es de un valor máximo de 10,76 mo/kg con  $\pm$  3,9 mo/kg. Este estudio concluyó que las zonas con mayor presencia de materia orgánica fueron las estaciones de muestreos ubicadas en zonas estuarinas debido a que los materiales alóctonos provenientes de árboles aumentan la cantidad de la materia orgánica (36).

En Esmeraldas, Castillo (19) realizó un estudio sobre la cantidad de materia orgánica en el Refugio De Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas comparando zonas fluviales con zonas urbanas. Encontró como resultado que, aunque no hubo diferencias significativas de materia orgánica entre las zonas fluviales y urbanas, se encontraron en las zonas fluviales diferentes materiales que aumentaron la cantidad de materia orgánica como hojarasca, neumatóforos y madera muerta teniendo una cantidad de 0,8 g/kg.

**Morfometría:** Estudia las variaciones de la forma mediante sus dimensiones lineales, sirviendo como herramienta para establecer diferenciaciones taxonómicas a nivel de especie, la morfometría utiliza datos estadísticos de una sola variable y multivariados(11). Se ha utilizado la morfometría en estudios biológicos, ecológicos y filogenéticos (8).

**Morfometría geométrica:** La morfometría geométrica nace a partir de la limitación de la morfometría clásica para comparar la forma de estructuras de interés de los individuos permitiendo la observación de cambios morfológicos producidos por factores determinados como los cambios ambientales (11), a través de estadística multivariada y procesamiento de imágenes digitales(8).

Además con la morfometría geométrica describe la relación espacial entre las estructuras seleccionadas, mientras que en la morfometría clásica el objeto de estudio se describe en términos de sus dimensiones (8).

El estudio de morfometría geométrica viene siendo muy acogido por los científicos a nivel mundial, sin embargo, Brasil ha publicado importantes estudios en este tema. Uno de ellos fue realizado por Bissaro (2012) (16) aplicó morfometría geométrica en camarones de la especie *Xiphopenaeus kroyeri* recolectados a lo largo de la costa de Brasil, se colocaron Hitos en la cabeza de los organismos digitalizándolos mediante el programa TpsDig, los datos se analizaron mediante Análisis de Componentes Principales. Este estudio tuvo como conclusión que la forma del camarón varía según la localidad, los parámetros fisicoquímicos y nutrientes de las mismas (5).

En Brasil, Gusmão (20) realizaron un estudio para conocer la distribución del camarón *Xiphopenaeus kroyeri* a lo largo de la costa brasileña, incluyeron análisis de morfometría geométrica además de tomar parámetros físico-químicos incluyendo sedimentos marinos, estableciendo 14 puntos de estudios referenciados y uno de sus resultados fue el alargamiento del cefalotórax en la zona surco ventral, cambios que están relacionados al sexo de los organismos y no a la disponibilidad de alimentos en las localidades porque no presentaron diferencias significativas.

Además Accioly (21) empleó la morfometría clásica para medir las variaciones de tamaño según el sexo y morfometría geometría en *Litopenaeus vannamei*, para conocer las variaciones de la forma según su sexo, se recolectaron otros datos como parámetros físicos y químicos. Los resultados fueron que las hembras presentan el cefalotórax más ancho que los machos y esto se debe la disponibilidad de nutrientes en el medio donde habitan.

En la provincia de Esmeraldas se han efectuado pocas investigaciones de morfometría geométrica en organismos, Escanta (2018)(22) y Bravo (2018) (23) han estudiado

morfometría geométrica en peces para establecer la relación entre la contaminación ambiental y la forma del cuerpo, indicando que los cambios corporales se dieron por presiones ambientales en los cuerpos de agua donde habitaban las especies. Por esto este estudio es importante ya que presenta la variación de la forma del camarón pomada amarilla y pomada negra con respecto a la disponibilidad de alimento, siendo el primero en la provincia al realizar esta comparación.

**Hitos homólogos o Landmarks:** Sirven para obtener datos, información de la forma pura (rasgos propios de un organismo) y analizar la relación de los datos estadísticos con los factores determinados(8).

Para la obtención de datos se utilizan landmarks, son puntos sobre un espacio anatómico, los cuales están representados por coordenadas cartesianas (X, Y) (8), generalmente recrean la forma del organismo, se debe elegir una cantidad adecuada de hitos para tener resultados confiables(24).

Existen diferentes tipos de hitos los cuales se clasifican en:

**Hitos tipo 1:** Son aquellos que están ubicados en la intersección de tres curvas, en estructuras muy pequeñas y también en cruce de curvas (8).

**Hitos tipo 2:** Hacen referencia a aquellos que están ubicados en máximas curvaturas, por ejemplo en la cúspide de los molares o el lugar más sobresaliente donde se inserta un músculo (8).

**Hitos tipo 3:** su definición está dada por estructuras distantes, estos hitos son típicos de la morfometría clásica, entre los más utilizados están: el diámetro y el largo máximo (8).

**Pseudo-hitos:** se fundamentan en estructuras que están ligadas anatómica y matemáticamente, por ejemplo la tangente de una curvatura (8).

**Semi-hitos:** Toman como referencia otros hitos ya establecidos(25).

## Marco Legal

La Constitución de la República del Ecuador garantiza el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado en el artículo 14. Dentro del artículo 73 se establece que el Estado aplicará medidas de prevención y restricción a actividades que puedan poner en peligro especies, ecosistemas y ciclos naturales. Además en sus artículos 395 y 396 dispone que se desarrollarán modelos de desarrollo sociocultural sustentables y sostenibles protegiendo la biodiversidad presente en el territorio(26).

En el primer artículo de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero expresa que los recursos bioacuáticos son bienes nacionales y que el Estado tiene obligación para controlar el uso de los mismos los artículos (27).

El Código Orgánico del Ambiente indica la conservación de los recursos pesqueros y el uso sostenibles de los mismos, por eso regula el acceso, manejo y aprovechamiento de estos. También busca evitar la sobreexplotación de recursos por lo que implementa leyes y reglamentos que permitan llevar a cabo el ciclo de reproducción de las especies objetivos de captura (28)

El Acuerdo Ministerial No. 20 del año 2012 emite la prohibición de la actividad pesquera de arrastre de manera industrial; pero se eximen las embarcaciones dedicadas a la captura del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) bajo medidas de regulación y control además de las embarcaciones que pescan de manera artesanal (29).

En la Constitución de la República del Ecuador en su capítulo tercero Soberanía Alimentaria, indica que el estado es el encargado de asegurar y garantizar la soberanía alimentaria por eso adopta políticas que protegen a varios sectores, uno de ellos el pesquero, en especial el ciclo de reproducción de las especies (26), por eso el Viceministerio de Acuicultura y pesca en su catálogo de vedas define que desde el 15 de febrero hasta el 15 de abril está prohibida la pesca de camarón pomada amarilla, además en la Ley de Pesca y Desarrollo pesquero establece sanciones para personas encontradas dentro de esa fecha con pesca camaronera(30).



a la ciudad de Esmeraldas para luego ser almacenados en los congeladores de la PUCE Esmeraldas hasta su posterior limpieza y análisis de las muestras (14).

### **Cuantificación de materia orgánica.**

En cada localidad se recogieron sedimentos mediante una draga manual Van Veen para calcular la materia orgánica presente, se filtró en campo con tamiz y malla separando el limo, se guardó lo filtrado en fundas ziploc para llevarlas hasta el laboratorio donde fueron secados.

Una vez en el laboratorio se pesó la muestra húmeda en balanza analítica y se colocó en crisoles para ponerlos a secar en la estufa a 67°C durante 24 horas (18).

Luego se metieron las muestras secadas al horno mufla con temperatura controlada a 700°C para evaluar el contenido de la materia orgánica presente en los sedimentos (34).

Por último, se pesaron las muestras secas y se calculó el contenido de la materia orgánica mediante el método de Ignición de Byers 1978:

$$Materia\ orgánica = \frac{PH - PS}{PH} * 100$$

Donde:

PH= Peso Húmedo

PS= Peso Seco

Los resultados fueron expresados en mo(g)/Kg

Donde: mo: materia

orgánica g: gramos

Kg: Kilogramos

Para el análisis de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wils para conocer la normalidad de los datos y la prueba no paramétrica Krustal Wallis.

## Identificación y fijación de Especies.

Luego de separar la fauna acompañante de la pesca, se apartaron los camarones en tarros de 1 litro identificándolos con etiqueta. Una vez separados, se fijaron con formol al 10% y permanecieron durante 48 horas en el laboratorio de la PUCE Esmeraldas (35)

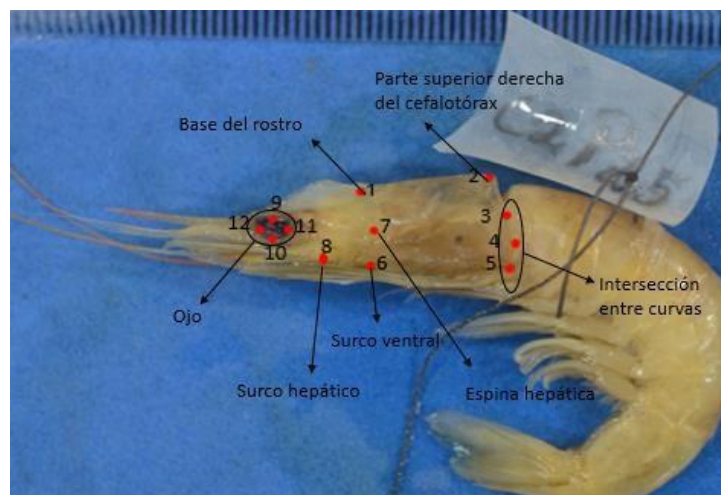
Para identificar la especie de camarón se utilizó la guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca Pacífico Centro- Oriental, volumen 1 (36).

Los camarones se lavaron con abundante agua para después colocarlos ordenados en una bandeja de aluminio para comprobar las estructuras que indican la guía para la identificación de especies. Las estructuras pequeñas se reconocieron a través del microscopio marca Kyowa Optical model SD-2p.

Luego de esto, se fijaron en alcohol a 70° para guardarlas en fundas Ziploc con su respectivo etiquetado de especie, lugar y fecha de donde se obtuvieron las muestras para guardarlas en un tarro plástico de 3 litros (22).

## Determinar las características anatómicas apropiadas para el establecimiento de los hitos homólogos

Se revisó bibliografía para establecer los hitos en los organismos (Figura 2), tomando en cuenta estructuras anatómicas fijas y fáciles de observar a simple vista de preferencia hitos de tipo I (5,37)



**Figura 2:** Cefalotórax de *Protrachypene precipua* con las estructuras usadas en el análisis morfométrico.

### **Análisis de imágenes**

Luego de estar fijadas en el alcohol, las muestras se ordenaron para colocarles códigos que las representen. Después se ubicaron en una plataforma que cuenta con regla para calibrar la escala de medición, además se tomaron fotos con cámara digital marca Nikon D5100, poniendo a todos los organismos mirando hacia el lado izquierdo, esto evitó que exista la variabilidad en las fotografías. Las imágenes fueron guardadas con el código de cada organismo (22,23).

### **Análisis morfométricos**

Se obtuvo el paquete TPSutil que cuenta con varios programas para poder crear archivos de extensión TPS con las fotografías tomadas de los camarones (37).

Se utilizó el software TPSDig con los archivos de extensión TPS para digitalizar la ubicación de los Hitos y transformarlos en coordenadas (22,23).

Además de esto, el programa MorphoJ sirvió para conocer la forma de la cabeza además la variación de los especímenes y compararlas de acuerdo a los lugares de captura (22,23).

### **Métodos de análisis**

Uno de los métodos que se utilizaron fue Análisis de Componentes Principales (ACP) que busca simplificar datos complejos, adquiriendo mayor variación gráfica de los especímenes, es un método que trabaja con datos multivariados (37–39).

Además, se empleó Análisis de Variantes Canónicas cuyo objetivo de análisis es la variación de la forma entre especies. La principal diferencia entre ACP y AVC es que AVC utiliza grupos predefinidos por el investigador, mientras que ACP busca los ejes de mayor variación (22,37).

Para definir mejor las diferencias entre especies, se realizó una regresión con el programa MorphoJ que permite corregir las diferencias de tamaño entre organismos, sin embargo no corrige las diferencias relacionadas con la alometría (37).

### **Relación entre nutrientes y forma de los organismos**

El análisis por mínimos cuadrados parciales es una técnica que generaliza y combina el ACP y el análisis de Regresión Lineal. Esta técnica es particularmente útil cuando se desea predecir un conjunto de variables dependientes desde un conjunto de variables predictoras como indica Di Rienzi (2008)(40); lo que permitió, en este caso, establecer si la correlación entre la forma de la cabeza de las especies analizadas y los factores de tamaño de la cabeza y materia orgánica de cada localidad.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### Establecimiento de Hitos morfológicos.

Las estructuras anatómicas del cefalotórax seleccionadas en TpsDig dan como resultado 12 Hitos distribuidos a lo largo de la cabeza (Imagen 3). Se muestra el organismo C2P25 de la especie *Protrachypene precipua* y L3X6 de la especie *Xiphopenaeus riveti*.

En las figuras 3 y 4 se muestran las estructuras anatómicas seleccionadas en ambos individuos fueron la espina hepática (7), surco ventral (6), surco hepático (8), base del rostro (1), parte superior derecha del cefalotórax (2), en intersección entre curvas (3, 4, 5) y en los ojos (9,10,11 y 12) porque son estructuras fijas en la cabeza.

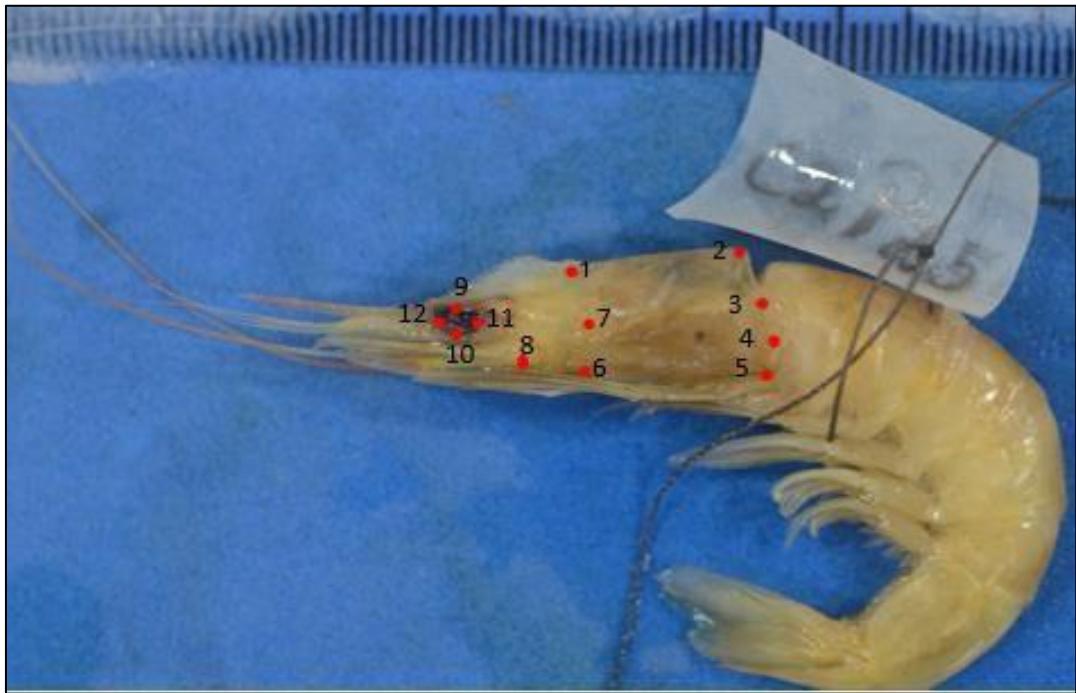


Figura 3: Hitos morfométricos seleccionados en el cefalotórax de un espécimen de *Protrachypene precipua*.

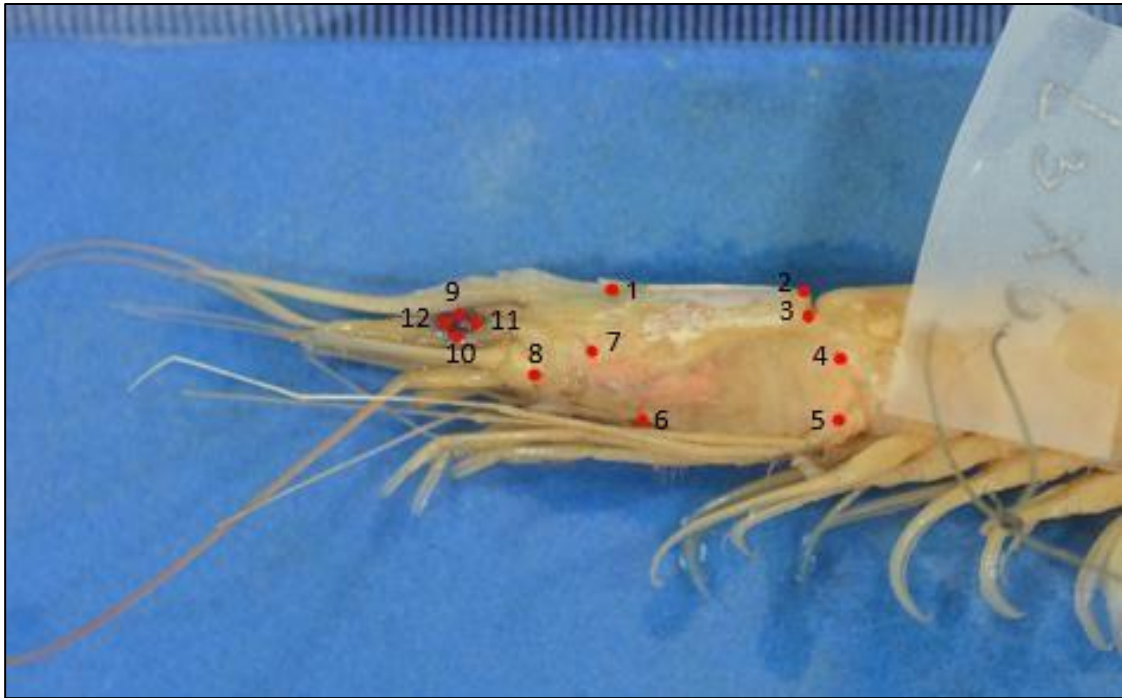


Figura 4: Hitos morfométricos seleccionados en el cefalotórax de un espécimen de *Xiphopenaeus riveti*.

### Forma pura de la cabeza

El paquete TPS permite observar la forma del cefalotórax de ambas especies, con los hitos enumerados (Figura 5).

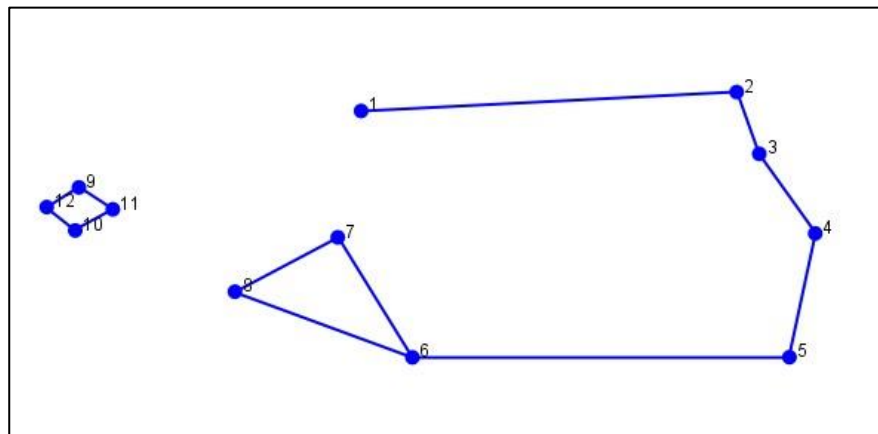
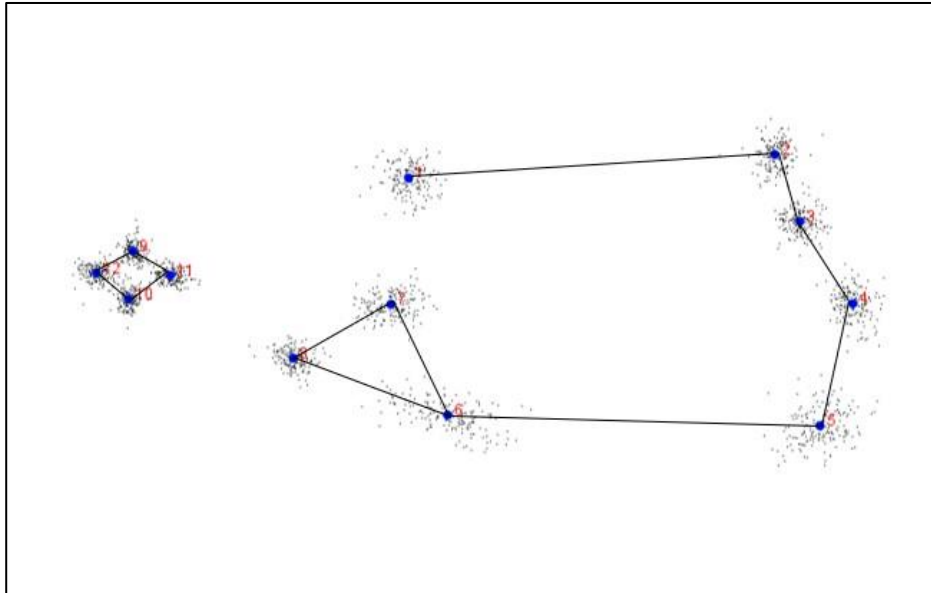


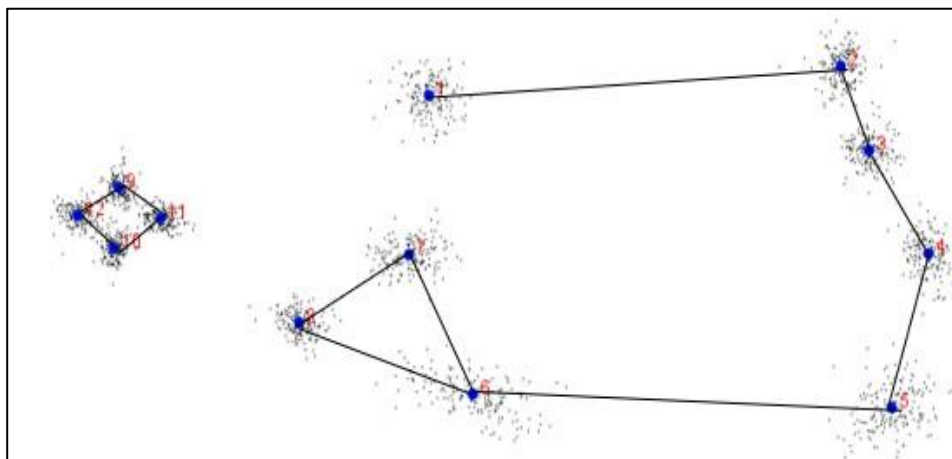
Figura 5: Forma pura del cefalotórax de las especies *Protrachypene Precipua* y *Xiphopenaeus riveti*.

Se obtuvo la forma consenso de los hitos seleccionados en la cabeza de la especie *Xiphopenaeus riveti*, donde los puntos azules son el promedio de todos los hitos tal como lo demuestra la figura 6.



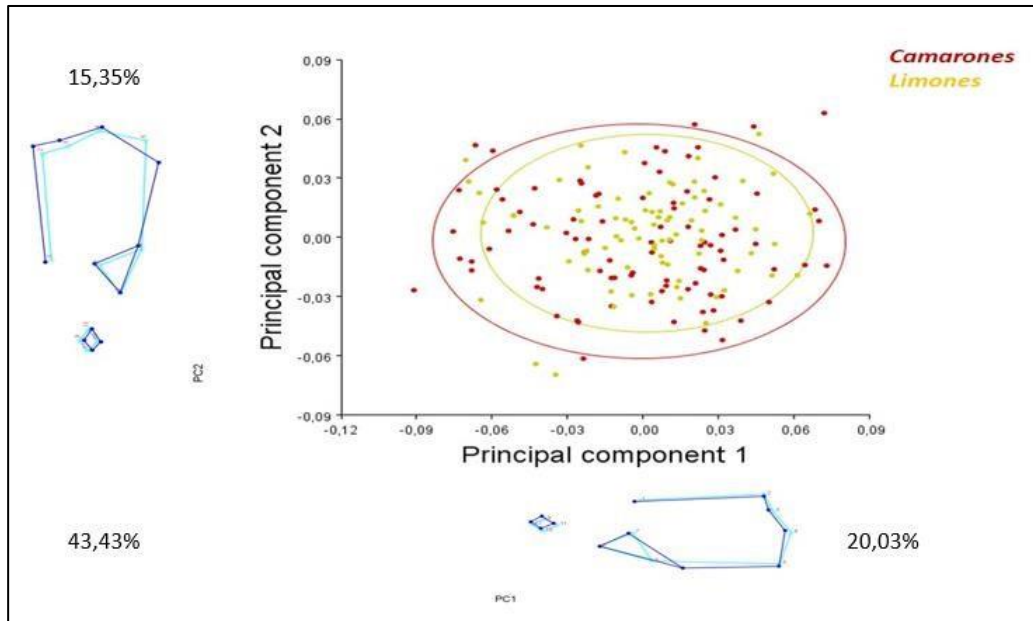
*Figura 6: Forma consenso Xiphopenaeus Riveti*

En la figura 7 se demuestra la forma consenso de la cabeza especie *Protrachypene precipua* en donde los puntos azules enumerados son el promedio de todos los hitos seleccionados.



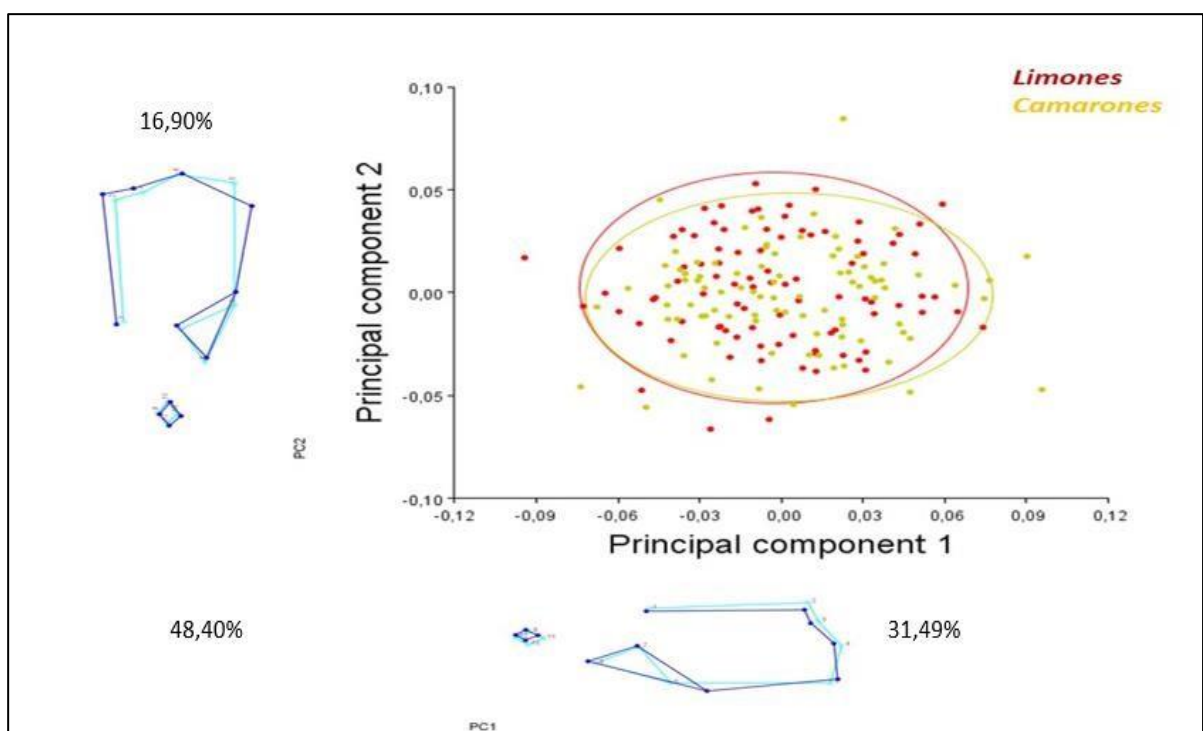
*Figura 7: Forma consenso Protrachypene precipua.*

En la figura 8 se observa el Análisis de componentes principales de la especie *Protrachypene precipua* en las localidades Camarones y Limones en donde no se observa diferencia entre localidades.



*Figura 8 Análisis de componentes principales de la especie Protrachypene precipua entre las localidades Camarones y Limones*

La figura 9 es el resultado del análisis de componentes principales de los organismos de la especie *Xiphopenaeus riveti* en las localidades de Camarones y Limones, esta imagen demuestra que existe un ligero alejamiento en la localidad de Limones. Las partes que muestran cambios es en la zona posterior superior de la cabeza en el componente principal 1 y en el componente principal 2 existen diferencias en el tamaño del ojo y en la zona ínfero-posterior del cefalotórax en la misma especie.

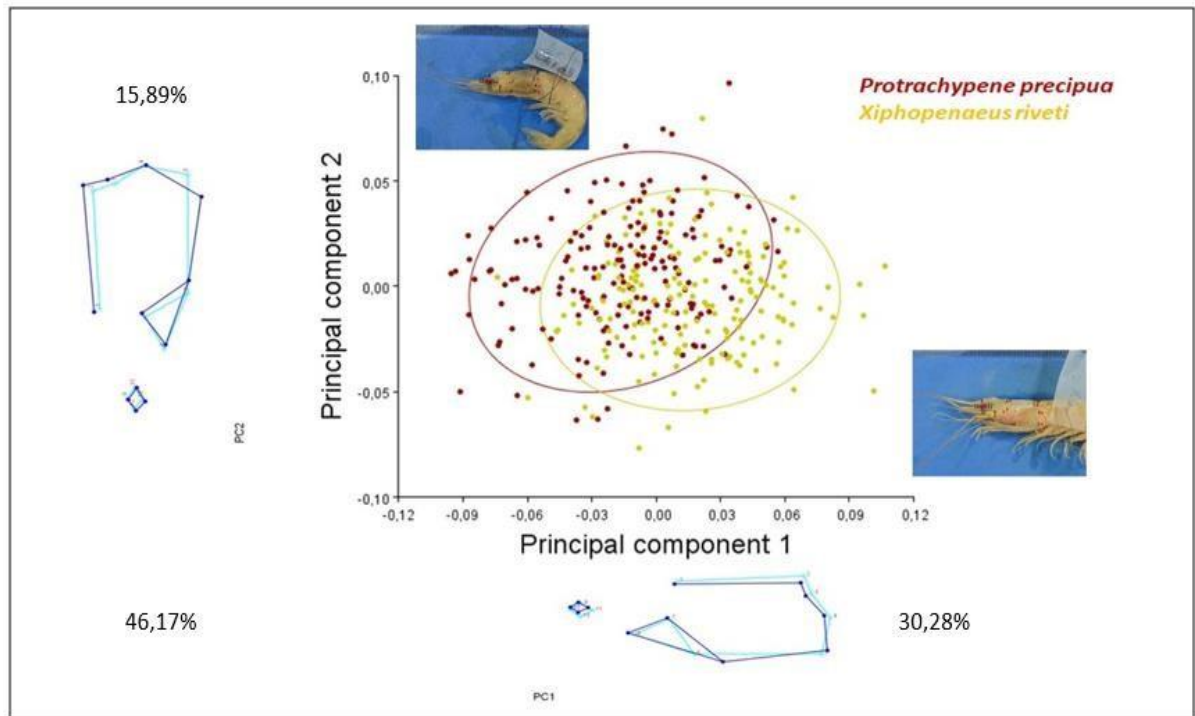


*Figura 9: Análisis de componentes principales de la especie Xiphopenaeus riveti entre las localidades de Camarones y Limones*

En la figura 10 se observa el alejamiento de especies, donde *Xiphopenaeus riveti* hacia la derecha en el componente 1 presenta menor anchura del cefalotórax y ojos grandes,

mientras que los organismos de *Protrachypene precipua* cercanos al componente 2 presentan cabeza ancha y ojos grandes según su forma consenso.

Mediante MANOVA con prueba Will's Lambda se determinó que existen diferencias en la forma de las especies con  $p < 0,05$ .



*Figura 10: Análisis de componentes principales entre Protrachypene precipua y Xiphopenaeus riveti.*

En la Figura 11 se muestran ojos más grandes en la especie *Protrachypene precipua* (celeste) y un cuerpo más ancho que la especie *Xiphopenaeus riveti* (azul). Mientras que la especie *Xiphopenaeus riveti* presenta alargamiento en el surco ventral.

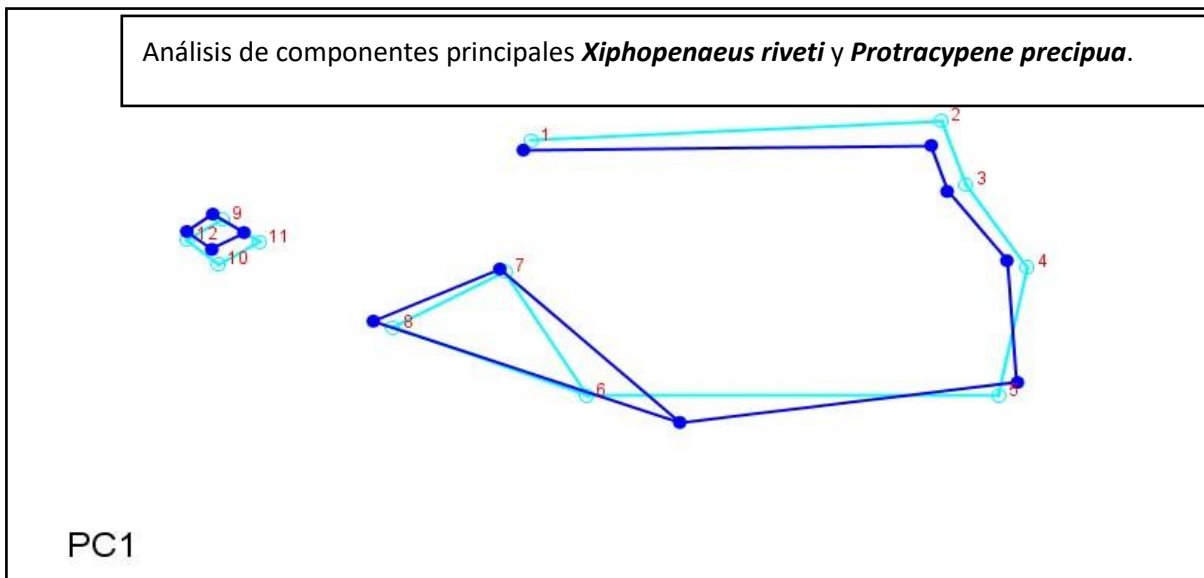


Figura 11: Análisis de componentes principales entre especies y localidades

### Análisis de variación canónica

La figura 12 presenta el análisis de varianza canónica de la especie *Protrachypene precipua* cambia la forma al consenso, observándose una cabeza más alargada en el hito 4 y la cabeza más achatada.

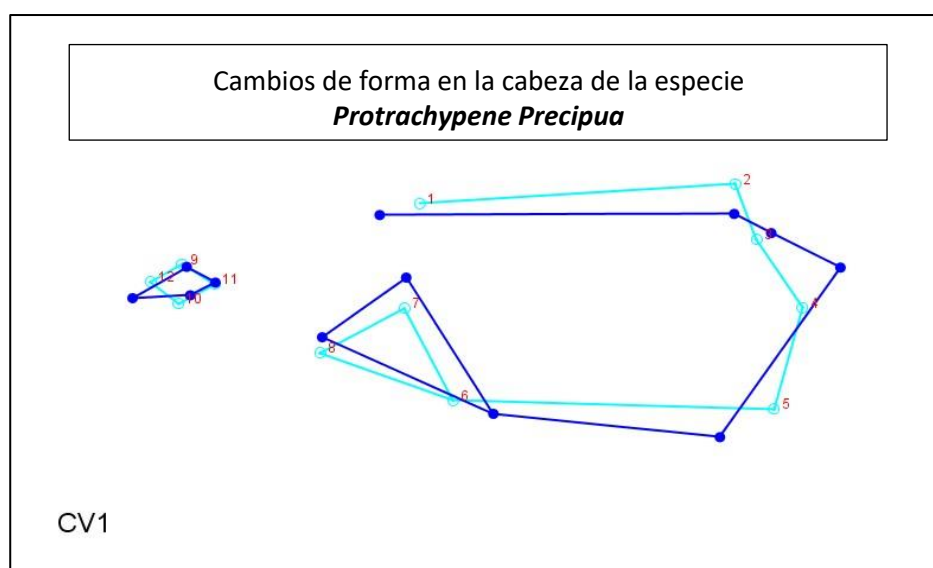


Figura 12: Cambios en la forma de la cabeza de los individuos de la especie *Protrachypene precipua*

El análisis de varianza canónica en la figura 13 presenta cambios en el ojo de la especie *Xiphopenaeus riveti* y en la zona inferior de la cabeza se nota un estiramiento del triángulo formado por la espina hepática y surco hepático

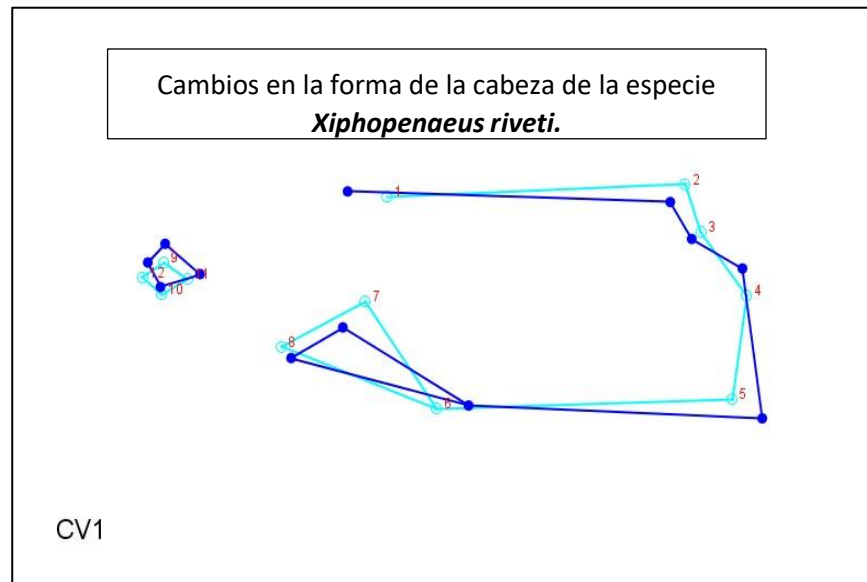


Figura 13: Cambios en la forma de la cabeza de los individuos de la especie *Xiphopenaeus riveti*

En el análisis de Variación canónica con regresión (figura 14) se diferencian las especies *Protrachypene precipua* y *Xiphopenaeus riveti* y su lugar de captura. El componente 2 indica las elipses que representan a la especie *Protrachypene precipua* en Camarones y Limones los organismos que se encuentran dentro de estas elipses presentan ojos y cabeza grandes (verde y azul respectivamente). Mientras que en el componente 1 las elipses (morado y rojo) representan a la especie *Xiphopenaeus riveti* en Limones y Camarones que tienen cabeza alargada y ojos pequeños.

Mediante MANOVA con prueba Will's Lambda se demostró que *Protrachypene precipua* y *Xiphopenaeus riveti* son estadísticamente diferentes en cuanto a su forma ( $F=18,5$ ;  $P<0,05$ ).

En el análisis multivariado comparativo de la varianza la especie *Protrachypene precipua* en camarones y en limones presentan  $p > 0,05$  por lo tanto no son diferentes en cuanto a la localidad. Mientras *Xiphopenaeus riveti* en Camarones y Limones son diferentes con  $p < 0,03$ .

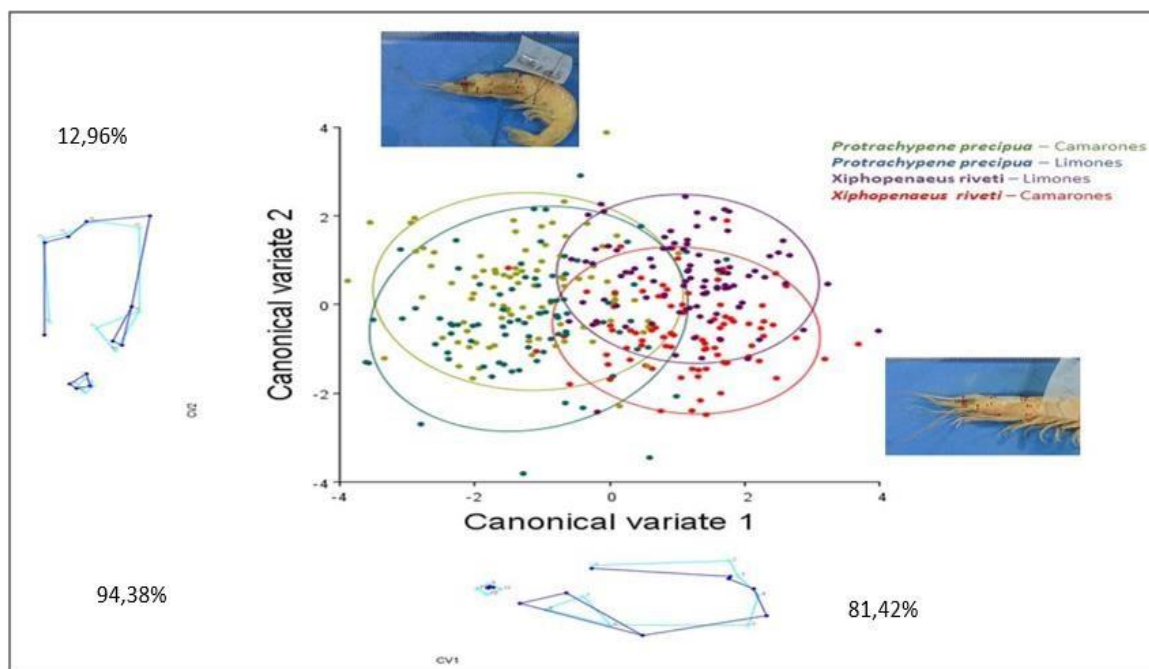
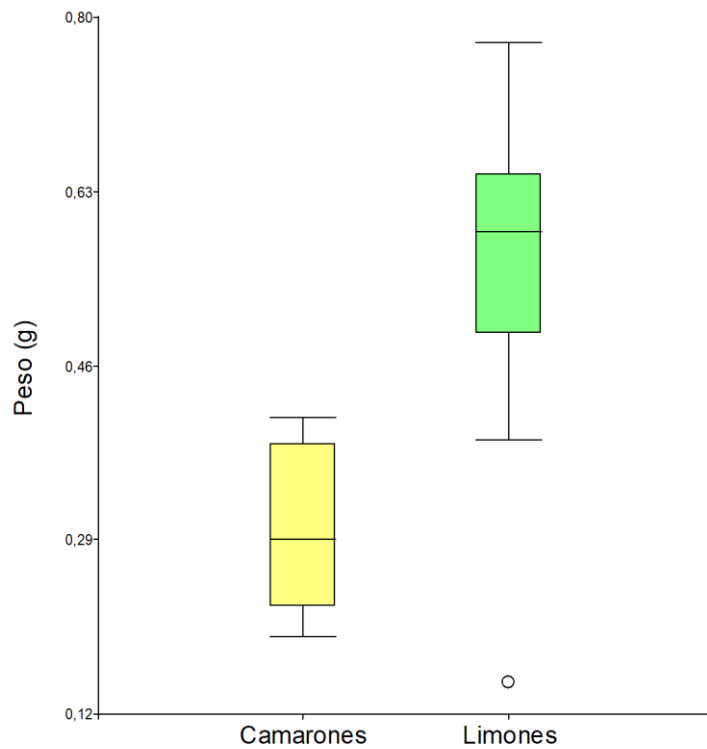


Figura 14: Análisis de variación canónica entre localidades y especies.

### Materia orgánica presente en el suelo

Con un total de  $n=40$  se realizó la prueba Shapiro-Wilks para conocer la normalidad de los datos, obteniendo como resultado para Camarones  $p < 0,0001$  y para Limones  $p < 0,01$ .

Al no presentar normalidad en los datos se ejecutó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras independientes, donde Camarones tuvo los siguientes resultados ( $0.39 \text{ mo(g)/kg} \pm 0.25 \text{ mo(g)/kg}$ ;  $\text{min}=0.19 \text{ mo(g)/kg}$ ;  $\text{max}=1.02 \text{ mo(g)/kg}$ ), mientras que Limones presentó los siguientes valores ( $0.56 \text{ mo(g)/kg} \pm 0.14 \text{ mo(g)/kg}$ ;  $\text{min}=0.15 \text{ mo(g)/kg}$ ;  $\text{max}=0.78 \text{ mo(g)/kg}$ ). Mostrando significancia ( $H=13,99$ ;  $p < 0,05$ ) entre las dos localidades de Limones con una media global de  $2,63 \text{ mo(g)/kg}$ , mientras que Camarones presenta una media global de  $1,44 \text{ mo(g)/kg}$  (Figura 15).



**Figura 15:** Análisis de la cantidad de materia orgánica en Camarones y Limones

Mediante el análisis por mínimos cuadrados parciales (Figura 16), se puede ver que existe una relación cruzada entre las características diferenciales de la materia orgánica y tamaño de la cabeza determinan el factor 1, a la izquierda el sector de Limones con mayor materia orgánica y menores tamaños de la cabeza; mientras que a la derecha con menor materia orgánica y tamaños mayores de la cabeza. Por otro lado, el factor 2, está caracterizado por hitos del alto de la cabeza (X2 y X3) hacia la parte superior, mientras que las características a nivel de la espina hepática (X6 y X11) hacia la parte inferior.

No se puede evidenciar con claridad que exista una relación directa entre la materia orgánica de cada localidad y la forma de la cabeza en los organismos analizados; sin embargo, se aprecia una tendencia diferencial en *Xiphopeneaus riveti* con cambio en la forma del ojo y del surco ventral (X6 y X11), con la mayor presencia de materia orgánica en la localidad de Limones.

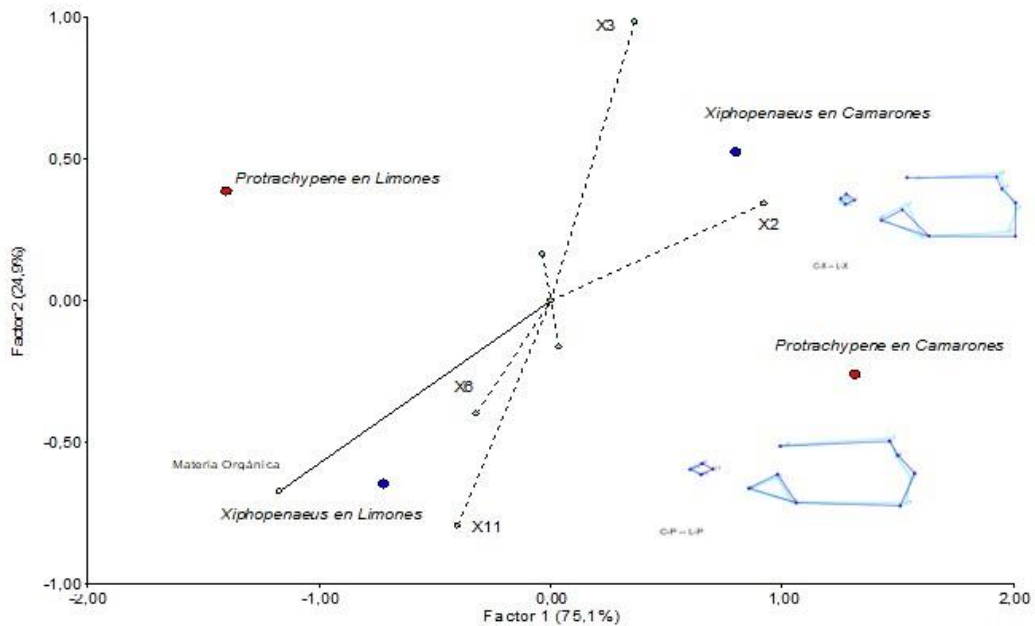


Figura 16: Análisis PLS entre los parámetros de la forma, la materia orgánica y el tamaño centroide de los organismos analizados.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

En la **figura 13** se observan los cambios en la cabeza en la zona del surco ventral y en los ojos en la especie *Xiphopenaeus riveti* estos cambios están relacionados a la materia orgánica disponible en los lugares de muestreo. Sin embargo, de Bissaro(16) estudió la forma de la especie *Xiphopenaeus kroyeri* teniendo como variables de estudio la materia orgánica, la salinidad y caracteres sexuales, los resultados principales que se encontraron fueron que existían variaciones en la región ventral del cefalotórax entre machos y hembras, sin embargo no existían diferencias significativas entre machos según la localidad que fueron recolectados, mientras que las hembras presentan  $p < 0,01$  existiendo

diferencias significativas en Farol de São Tomé con mayor salinidad y materia orgánica en los sedimentos que las demás localidades. Los cambios de la forma de la cabeza entre hembras fueron en la zona del surco hepático, presentando más anchura en las especies encontradas en esa localidad siendo asociado a la materia orgánica y a la salinidad.

Las diferencias en las cabezas según la **figura 14** pueden deberse a ciertos cambios en la cantidad de nutrientes presentes en el lugar, por lo que la especie *Protrachypene precipua* presenta ojos grandes en comparación con *Xiphopenaeus riveti*. Mientras que en la zona del surco ventral presenta menos deformación en comparación con la forma consenso. Los cambios encontrados en este estudio pueden estar relacionados con la diferente cantidad de alimentos entre localidades. En el estudio de Accioly (21) trabaja con la especie *Litopenaeus vannamei* perteneciente a la familia Penaeidae, hace un análisis de la disponibilidad de alimentos con respecto al sexo y no a la localidades, en donde las hembras presentan un cefalotórax más ancho que los machos. Estos cambios pueden deberse a que las hembras adquieren más alimento del hábitat para desarrollar sus funciones biológicas. Demostrando que la disponibilidad de alimentos puede generar cambios en la forma del cefalotórax según la localidad de donde provienen los organismos y en el caso de Accioly según el sexo de los organismos.

El análisis de variación canónica con regresión (**figura 11**) arroja la separación de las especies *Xiphopenaeus riveti* y *Protrachypene precipua*, es decir existen variaciones en el cefalotórax entre las especies capturadas en Limones y Camarones, además, estadísticamente mediante MANOVA ( $F=18,5$ ;  $P<0,05$ ) se demuestra que son diferentes, por lo que se puede afirmar que estas diferencias fenotípicas son exclusivamente genéticas. En el estudio de Gusmão (15) las especies *Xiphopenaeus kroyeri* y *Xiphopenaeus riveti* presentan diferencias estadísticas mediante MANOVA ( $F=5,05$ ;  $P<0,05$ ) y mediante morfometría geométrica encuentran cefalotórax con formas diferentes entre especies, indicando que los cambios encontrados han sido netamente genéticos por lo que son especies diferentes.

En la **figura 13** la especie *Xiphopenaeus riveti* presenta cabeza alargada y ojos pequeños a diferencia de la forma promedio. Los cambios en la forma de la cabeza de la especie *Xiphopenaeus riveti* en la **figura 16** están relacionados con la disponibilidad de alimentos en la localidad de Limones. Como indicó Gusmão (20) en su estudio la especie *Xiphopenaeus kroyeri* presenta diferencias entre individuos de la misma especies entre

las localidades de estudio, la parte que presenta cambios es la zona posterior del cefalotórax, mostrando en sus resultados alargamientos de la cabeza, estos cambios se observaron en la localidad de Nova Almeida indicando que hay diferencias de temperatura con respecto a las demás localidades de estudio, la cual fue de 30 °C, sin embargo, la cantidad de materia orgánica no presentó diferencias significativas entre localidades, entonces relacionan los cambios del cefalotórax con la temperatura y la disponibilidad de alimentos de la localidad. En este trabajo no fue posible levantar información de temperatura porque las muestras tomadas de los organismos que procedieron de un proyecto mayor sobre la incidencia de la captura del camarón pomada, por lo cual no se dispone de información de temperatura para poder relacionar los cambios morfométricos con la disponibilidad de alimento y temperatura.

En cuanto se refiere a materia orgánica, en la **figura 15** se demuestra que la localidad de Limones es más productiva con un total de 2,63 mo(g)/kg, mientras que Camarones presenta un total de 1,44 mo (g)/kg. Esto puede deberse a que Limones está bajo la influencia de la hojarasca proveniente de los manglares de la reserva ecológica “Manglares Cayapas-Mataje” por lo que existe gran cantidad de materiales alóctonos, ingresando al mar mediante el estuario. En el estudio realizado por Castillo (19) tuvo como resultado en la zona fluvial 0,8 g/kg (materia orgánica) cabe indicar que este estudio fue realizado en el Refugio De Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas atribuyendo los resultados a la hojarasca, madera muerta y neumatóforos. Los camarones se alimentan de materia orgánica y detritus según Criales & Cortes, 1990 (41) que en su estudio confirma que la mayor parte del alimento encontrado en el estómago de los camarones era materia orgánica proveniente del manglar, además Mora & Lara, 1973 (42) en su estudio realizado indican que la alimentación de los camarones del Género *Penaeus* es generalmente de detritus orgánico.

Según la **figura 16** existen cambios de estructuras del cefalotórax de la especie *Xiphopenaeus riveti* que son asociados a la cantidad de la materia orgánica y a la localidad, entonces en Limones, presentan alargamiento en la parte del surco ventral (X6) y también en el ojo (X11) se observan estos cambios, de manera diferente a lo que ocurre con *Protrachypene precipua*, la cual no varía su forma con relación a la cantidad de materia orgánica en las localidades. Gusmão *et al* (15) analizó 8 localidades a lo largo de la costa brasileña y como resultados obtuvo que se presentan cambios en la espina hepática y en la región del surco ventral del cefalotórax de los individuos de

*Xiphopenaeus kroyeri*, los cambios fueron asociados a la cantidad de materia orgánica de la localidad de Caravelas, esto puede deberse a que esta localidad tiene la influencia de la desembocadura de la cuenca hidrográfica del río Caravelas, que aporta nutrientes al mar.

## CONCLUSIONES

- Limones presenta mayor cantidad de materia orgánica en comparación con Camarones posiblemente por la influencia y aporte de materiales alóctonos provenientes del Manglar de la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje.
- La especie *Protrachypene precipua* presenta el cefalotórax más ancho y ojos más grandes que la especie *Xiphopenaeus riveti* que tiene cabeza alargada y ojos pequeños; como características diferenciables en la forma pura entre especies.
- La especie *Protrachypene precipua* no presenta diferencias significativas en la forma de la cabeza, entre las localidades de Limones y Camarones ( $p > 0,05$ ); mientras que *Xiphopenaeus riveti* si presenta diferencias, en la forma de la cabeza, entre las localidades Camarones y Limones ( $p < 0,05$ ) debido a la disponibilidad de alimento entre las localidades.
- La especie *Xiphopenaeus riveti* en Limones presenta alargamiento en la zona de surco ventral del cefalotórax y ojos más grandes que los especímenes en Camarones. Estos cambios están asociados a la cantidad de materia orgánica en la localidad de Limones.
- Podría existir una relación entre el cambio de la forma de la especie *Xiphopenaeus riveti* con el aumento en la disponibilidad de nutrientes; sin embargo, si es clara la no influencia de la disponibilidad de nutrientes en la forma de la cabeza de *Protrachypene precipua*.

## **RECOMENDACIONES**

- En los estudios de morfometría geométrica es importante seleccionar los hitos o landmarks desde el comienzo ya que de ellos dependen la cantidad de información disponibles al momento de hacer análisis de la forma, también sirven para conocer en los lugares exactos donde se producen los cambios de forma de los organismos estudiados debido a que los hitos son coordenadas definidas en el espacio mediante coordenadas.
- No tomar en cuenta hitos en el abdomen de los organismos, la plasticidad de estos no va a permitir una fijación que garantice su forma pura, pudiendo generar diferencias morfológicas erróneas.
- Analizar parámetros fisicoquímicos para poder establecer más relaciones del cambio en la forma del cuerpo de los organismos con cambios en las variables ambientales.

## **Referencias Bibliográficas.**

1. Faidutti JC. La zona Económica Exclusiva. Rev AFESE. 2017;53(53).
2. Tobón AB. Caracterización morfológica de las poblaciones de *Agononida longipes* y *Munida flinti* (Crustácea: Decápoda: Galathediae) en el mar Caribe colombiano.
3. Suárez S. Estructura poblacional de *Protrachypene preciqua* (camarón pomada) frente a Esmeraldas: implicaciones para el manejo pesquero. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil; 2017.

4. FAO. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Cent. 1995;
5. Bissaro F. Variação morfológica do cefalotórax no camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 na costa leste do Brasil. 2012;
6. Solano Manuel. Análisis de la oferta y demanda del camarón en la provincia del Oro y Ecuador en los últimos 8 años. 2018;36.
7. Alpuche J, Pereyra A, Agundis C. Respuestas bioquímicas de camarones marinos a factores ambientales (Biochemical responses in shrimps to marine environmental factors). 2005;5(03):1695–7504. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet%5Cnhttp://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html%5Cnhttp://www.veterinariua.org/revistas/redvet/alpuche>
8. Toro MV, Manriquez G, Suazo I. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int J Morphol.* 2010;28(4):977–90.
9. Benítez Hugo PT. Modelando la varianza de la forma: morfometría geométrica aplicaciones en biología evolutiva. *Int J Morphol.* 2014;32(3):998–1008.
10. Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Esmeraldas. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Esmeraldas 2015–2025. Esmeraldas: GADPE-Prefectura de Esmeraldas. Obtenido el; 2015.
11. Salas D, Véliz D, Scott S. Diferenciación morfológica en especies del género *Cheirodon* (Ostariophysi: Characidae) mediante morfometría tradicional y geométrica. *Gayana (Concepción).* 2012;76(2):142–52.
12. Rafael Metri, Aline Rossi CB. Carapace shape of some aeglid crabs: plasticity at different levels. 2016;3:453–9.
13. Chicaiza D, García-Sáenz R, Mendívez W. La pesquería de arrastre del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) en la zona de Posorja-Ecuador durante 2008. 2009;
14. Zambrano Mendoza M. Estudio de la ictiofauna asociada a la pesca de arrastre de camarón pomada en las costas de Camarones y Limones. Ecuador-PUCESEEscuela de Gestión Ambiental; 2017.
15. Gusmão J, Lazoski C, Monteiro FA, Solé-Cava AM. Cryptic species and population structuring of the Atlantic and Pacific seabob shrimp species, *Xiphopenaeus kroyeri* and *Xiphopenaeus riveti*. *Mar Biol.* 2006;149(3):491.
16. Rodríguez, Elliot; Ramírez A. Estudio pesquero del langostino tití *Xiphopenaeus riveti*, en las áreas de pesca de Huacho y Supe. IMARPE; 1998.
17. Castro, Carlos; Prado, Yilio; Valladares A. Descripción de la pesquería artesanal de camarones pomada negra (*Protrachypene precipua*) y Pomada Amarilla (*Xiphopenaeus riveti*) en la caleta San Vicente de Camarones, Ecuador, 2016. 2017;
18. Guíñez M, Valdés J, Sifeddine A. Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), en un

- ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía de Mejillones, Chile. *Lat Am J Aquat Res.* 2010;38(2):242–53.
19. Castillo EA. Acumulación de biomasa y materia orgánica en el manglar del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas. 2018;
  20. Gusmão J, Piergiorgio R, Tavares C. The contribution of genetics in the study of the sea-bob shrimp populations from the brazilian coast. *Bol do Inst Pesca.* 2017;39(3):323–38.
  21. Accioly I V., Lima-Filho PA, Santos TL, Barbosa ACA, Campos LBS, Souza J V., et al. Sexual dimorphism in *Litopenaeus vannamei* (Decapoda) identified by geometric morphometrics. *Panam J Aquat Sci.* 2013;8(4):276–81.
  22. Escanta, Rocío. Uso de la morfometría geométrica para establecer contrastes biológicos y ambientales en poblaciones de peces del Río Teaone. EcuadorPUCESE-Escuela de Gestión Ambiental; 2018.
  23. Bravo G. Morfometría Geométrica en peces de la colección CEMZ-EGAPUCESE procedentes de la cuenca baja del río Santiago-Cayapas en los años 2012-2017. Esmeraldas; 2018. 72 p.
  24. Monteiro L, Diniz-Filho J, Dos Reis S, Araújo E. Geometric estimates of heritability in biological shape. *Evolution (N Y).* 2002;56(3):563–72.
  25. Bookstein FL. Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Med Image Anal.* 1997;1(3):225–43.
  26. Asamblea Constituyente. Constitución de la República del Ecuador. 2008;
  27. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Ley de pesca y desarrollo pesquero. 1974.
  28. Ministerio del Ambiente Ecuador. Código organico del ambiente. *Regist Of Supl* 983. 2016;1–92.
  29. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Acuerdo Ministerial No. 20. 2012.
  30. Instituto Nacional de Pesca. Reglamento a la ley de pesca y desarrollo pesquero. 2017;
  31. Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Camarones. Plan de ordenamiento territorial y Plan de desarrollo Parroquial de Camarones. 2012.
  32. Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Valdez. Actualización del Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial. 2014.
  33. Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Valdez. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. 2015.
  34. Garay-Tinoco J, Ramírez G, Betancourt J, Marín B, Cadavid B, Panizzo L, et al. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos. *Ser Doc Gen.* 2003;13.
  35. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Protocolo de preparación de ejemplares de peces para su conservación en colecciones de historia natural. Bogotá; 2016.

36. López-Martínez J, Herrera-Valdivia E, Rodríguez-Romero J, HernándezVázquez S. Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Rev Biol Trop*. 2010;58(3):925–42.
37. Aguirre W, Jiménez P. Guía práctica de Morfometría Geométrica. Aplicaciones en la ictiología. Quito; 2018.
38. Salas E, Sánchez-Godínez C, Montero-Cordero A. Peces marinos de la Reserva Biológica Isla del Caño: Estructura de las comunidades de peces de arrecife y lista taxonómica actualizada de los peces costeros. *Rev Biol Trop*. 2015;63(1).
39. Márquez EH, Rojas HL. Morfometría geométrica de dos morfotipos de *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840 (Siluriformes: Pimelodidae) en Venezuela. *Boletín del Cent Investig Biológicas*. 2005;39(3).
40. Di Rienzo JA, Balzarini MG, Robledo CW, Casanoves F, Gonzalez LA, Tablada EM. *InfoStat Manual del Usuario*. 2008;(November 2015):336.
41. Criales ML. C y MM. Análisis del contenido estomacal del camarón Titi *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea: Natantia: Penaeidae). 1990;
42. Mora-lara O. Biology and fishery of the “Titi” Shrimp *Xiphopenaeus riveti* on the Pacific coast of Colombia, South America. 1973;

## Anexos



**Foto 1:** Separación de muestras en el laboratorio de recursos marinos PUCE Esmeraldas.



**Foto 2:** Identificación de especies.



**Foto 3:** Obtención de suelo para prueba de materia orgánica



**Foto 4:** Crisoles con suelo calcinado.



**Foto 5:** Individuo de la especie *Xiphopenaeus riveti* con su respectivo etiquetado