

UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



**MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA COMO POSIBLE HERRAMIENTA PARA
LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *Argonauta* EN LA
COSTA DEL PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

José Alfredo Clemente Abarca

Directora

Dra. Genoveva Cerdanars Ladrón De Guevara

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

Dedicatoria

A mi madre Luz Matilde Abarca Pita, por el titánico esfuerzo que implicó el apoyarme durante esta empresa. Así como el incansable ímpetu con el cual me impulsó en cada llamada, mensaje y visita

A la intangible y omnipresente providencia por facilitar los caminos de mi andar y poner obstáculos por superar.

A todo el grupo Psicoactiva por la protección que se me brindó a lo largo de toda mi estancia fuera e casa.

*La elección de la fuente con la que este documento está redactado “Cambria” es un guiño al cefalópodo más antiguo reportado al momento; *Plectronoceras cambria*



Agradecimientos

El más grande agradecimiento al Mar por darle propósito a mi carrera y a la Universidad del Mar por inculcar el pensamiento científico en la mente mía. Así como permitirme conocer mejor las habilidades y capacidades que poco a poco fui descubriendo.

Un agradecimiento especial al Laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera, así como a su equipo por estar presentes en los muestreos en Torneos de Pesca donde se colectaron la mayoría de las muestras utilizadas en el presente trabajo. También se agradece enormemente la retroalimentación que me brindaron técnicos, maestros y compañeros respecto a redacción y contenido.

A mi directora de tesis, la Dra. Genoveva Cerdenares Ladrón de Guevara por la asertividad que siempre tuvo al explicarme las metodologías estadísticas y corregir los estropicios literarios que entregaba. Sin olvidar también el amable y noble trato que la caracteriza.

Un agradecimiento especial a la Dra. Jasmín Granados Amores por la paciencia y la entrega académica que demostró al brindarme asesoría y correcciones. A su hermana Esperanza y su esposo por darme el ultimo empujoncito en el procesamiento de mis datos en Nayarit. Así como a la Unidad Académica de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit por abrirme las puertas del internado durante dos semanas para poder procesar mis muestras en el laboratorio de Morfometría Geométrica.

Un agradecimiento al profesor, José Alberto Montoya Márquez por darme el primer acercamiento a la morfometría geométrica y por compartirme sus conocimientos de estadística.

A mis revisores y a los profesores que aportaron granitos y en algunos casos cubetas de arena a una playa en mi mente llamada "entendimiento". A los laboratorios y técnicos que facilitaron las prácticas y crearon sinergia en el aprendizaje de conceptos y procedimientos.

Todos los agradecimientos a la madre mía, por acompañarme en este gran camino llamado vida y por facilitarme los medios para adquirir buenas bases psicológicas, emocionales y mentales para ser como ella dice, "Un hombre de bien". Siendo también de gran ayuda para entender el mundo de una forma distinta y entender mi lugar dentro de este.



Un agradecimiento a todos mis compañeros de clase por formar parte de este ciclo Universitario. Especialmente a: Emma, quien estuvo en la mayoría de mis equipos de laboratorio y trabajo. Por ayudarme y ser una gran compañera de trabajo. A Areli, Katy, Ana Karen, Oswaldo, Jorge, Valle, Sandy und Keller por estar en el círculo interno con el cual compartí muchas aventuras. En añadidura a Jurijú por siempre estar ahí.

Un remarcable agradecimiento a Ariana mi amada compañera de camino, por estar presente en las buenas y las malas, asegurándose de siempre sacarme una sonrisa.

Un agradecimiento a Don Anacleto, Mary y el Señor Jaime por acompañarme y mantenerse al pendiente de mi situación en el primer año en Pochutla, por las atenciones prestadas y cumplir la encomienda de “cuidarme”.

A Erika y Ana María por ser las proveedoras del resguardo y herramientas para vivir grandes experiencias

Por último, a todas las personas y personajes que, tuvieron algo que ver con mi estancia en Oaxaca y que directa o indirectamente contribuyeron en mi crecimiento y mejora.



Resumen

La familia argonautidae comparte nicho ecológico con grandes depredadores pelágicos, por lo que *Argonauta argo* y *Argonauta hians* son presas de peces óseos forrajeros. El presente estudio evalúa la forma de las mandíbulas de *Argonauta* mediante morfometría geométrica, de los organismos presentes en el contenido estomacal de pelágicos mayores provenientes de la pesca deportiva llevadas a cabo en localidades de la costa del océano Pacífico Oriental Tropical. Con fin de determinar la viabilidad de uso de la forma de los picos, para la identificación a nivel de especie, se analizaron 50 pares mandibulares de ocho ejemplares de *A. argo* y 42 de *A. hians*. Se caracterizó la forma del contorno de la mandíbula superior e inferior utilizando tres landmarks, 26 semilandmarks y siete landmarks, cinco semilandmarks respectivamente. A partir del análisis procrustes, se obtuvieron los datos relativos a la forma. Con un CVA se clasificaron de forma correcta más del 75% del total de las mandíbulas de *A. argo* y *A. hians*. También explicó el 98% y 92.6 % de la varianza de la forma de las mandíbulas superior e inferiores respectivamente. Sin embargo, el PERMANOVA no mostró diferencias significativas en la forma de las mandíbulas entre especies. Por lo que se concluye que la morfometría geométrica aplicada al número de mandíbulas utilizado en el presente trabajo no es útil para utilizarse en la identificación de organismos del género *Argonauta*, sin embargo se sugiere aumentar el número de muestra para tener resultados concluyentes.

Palabras clave: Análisis procrustes, estructuras duras, forma del contorno, mandíbulas, octópodos.



Índice General

Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas.....	viii
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
3. Justificación.....	9
4. Hipótesis.....	11
5. Objetivos.....	11
5.1. Objetivo general.....	11
5.2. Objetivos específicos.....	11
6. Material y método.....	12
6.1. Área de estudio.....	12
6.2. Obtención de muestras.....	13
6.3. Trabajo de laboratorio.....	13
6.3.1. Obtención de estructuras duras.....	15
6.3.2. Toma de fotografías.....	16
6.4. Trabajo de Gabinete.....	17
6.4.1. Digitalización de landmarks y semilandmarks	17
6.4.2. Análisis morfométrico.....	17
7. Resultados.....	21
7.1. Orientación y disposición de las marcas en las mandíbulas superior e inferior.....	21
7.2. Variabilidad morfométrica entre mandíbulas.....	21
8. Discusión.....	33
9. Conclusión.....	37
10. Referencias.....	38



Índice de figuras

Figura 1. Hembras de <i>Argonauta argo</i> y <i>Argonauta hians</i>	7
Figura 2. Área de estudio. Localidades pesqueras en la costa de Oaxaca.....	12
Figura 3. Características descriptivas de la mandíbula superior e inferior.	14
Figura 4 . Disposición de la mandíbula superior (1) e inferior (2) en la caja Petri respecto al plano cartesiano para la toma de fotografías.....	16
Figura 5. Orientación y disposición de las marcas en las mandíbulas superior e inferior.....	20
Figura 6. Configuración de los landmarks de acuerdo con el análisis Procrustes de la mandíbula superior de <i>A. argo</i> y <i>A. hians</i>	22
Figura 7. Análisis de Componentes Principales de la mandíbula superior de <i>A. argo</i> y <i>A. hians</i> . Se muestra la nube de datos dentro del elipse de confianza (95 %).....	22
Figura 8. Gradillas de deformación de la mandíbula superior A) <i>A. argo</i> B) <i>A. hians</i>	25
Figura 9. Configuración de los landmarks de acuerdo con el análisis Procrustes de la mandíbula inferior de <i>A. argo</i> y <i>A. hians</i>	26
Figura 10. Análisis de Componentes principales de la mandíbula inferior de <i>A. argo</i> y <i>A. hians</i> . Se muestran los centroides y las elipses de confianza (95%).....	26
Figura 11. Gradillas de deformación de la mandíbula inferior y fotografías de mandíbula de <i>A. argo</i> y <i>A. hians</i>	29



Índice de Tablas

Tabla 1. Relación de la clave ID de cada pico respecto a su ubicación en la caja organizadora.....	15
Tabla 2. Porcentaje explicado de la varianza por cada componente incluido en el análisis de variables canónicas de la mandíbula superior.....	23
Tabla 3. Matriz de clasificación de las especies de la familia Argonautidae de acuerdo con el análisis de morfometría geométrica de la mandíbula superior.....	24
Tabla 4. Porcentaje explicado de la varianza por cada componente incluido en el análisis de variables canónicas de la mandíbula inferior.....	27
Tabla 5. Matriz de clasificación de las especies de la familia Argonautidae de acuerdo con el análisis de morfometría geométrica de la mandíbula inferior.....	28

