



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Prionace glauca* (TIBURÓN AGUADO)
DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE SANTA ROSA – SALINAS**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGO**

AUTOR

SEGOVIA GONZÁLEZ JOHAN ANDRÉS

TUTOR

ING. AC: VILLÓN MORENO JIMMY AGUSTÍN.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGIA

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Prionace glauca* (TIBURÓN AGUADO)
DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE SANTA ROSA – SALINAS

**TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE BIÓLOGO**

AUTOR

SEGOVIA GONZÁLEZ JOHAN ANDRÉS

TUTOR

ING. AC: VILLÓN MORENO JIMMY AGUSTÍN.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Prionace glauca* (TUBURÓN AGUADO) DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE SANTA ROSA SALINAS", elaborado por SEGOVIA GONZÁLEZ JOHAN ANDRÉS, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente




Ing. AC: Villón Moreno Jimmy Agustín.
DOCENTE TUTOR
C.I 0913270153

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular "ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Prionace glauca* (TUBURÓN AGUADO) DESEMBARCADOS EN EL PUERTO DE SANTA ROSA SALINAS", elaborado por SEGOVIA GONZÁLEZ JOHAN ANDRÉS, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Dennis Tomalá Solano, Ms.c.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0922584982

DEDICATORIA

En primer lugar, expreso mi profunda gratitud a Dios por concederme la oportunidad de materializar este sueño.

Deseo dedicar este trabajo a mis padres, cuyo amor y apoyo incondicional, manifestado en cada abrazo y palabra de aliento, me han guiado siempre por el camino correcto.

AGRADECIMIENTO

Extiendo mi agradecimiento a la prestigiosa Universidad Estatal de Santa Elena por el invaluable conocimiento impartido, fruto de su arduo esfuerzo en mi formación. En especial, agradezco al Ing. Villón Moreno Jimmy Agustín, tutor de este trabajo, cuyo apoyo y sabios consejos han sido fundamentales para la exitosa culminación de esta investigación

Manifiesto mi más sincero agradecimiento a la Blg. Gabriela Flores y al Blgo. Walter Tigreiro por los vastos conocimientos brindados, los cuales han enriquecido enormemente mi formación profesional.

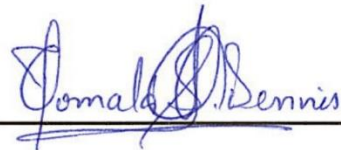
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Segovia González Johan Andrés** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 17 de Julio del 2024



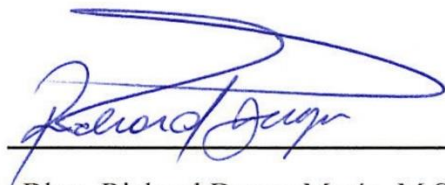
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.
PROFESOR/A DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



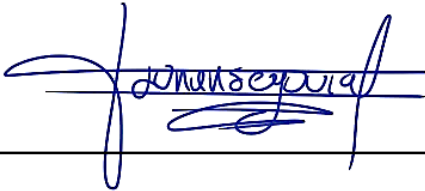
Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre Mgtr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Segovia González Johan Andrés

C.I. 1718985383

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVO PRINCIPAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
HIPÓTESIS.....	8
CAPÍTULO I.....	9
1. MARCO TEÓRICO.....	9
1.1. Taxonomía.....	9
1.2. Etimología.....	10
1.3. Descripción de la especie.....	11
1.4. Coloración.....	11
1.5. Características externas.....	11
1.6. Distribución.....	12
1.7. Migración.....	14
1.8. Hábitat.....	15
1.9. Alimentación.....	16
1.10. Edad y crecimiento.....	17
1.11. Reproducción.....	18
1.12. Talla de primera madurez sexual.....	19
1.13. Estado de conservación.....	21
1.2. Artes de pesca utilizados en la zona.....	21
1.3. Condiciones oceanográficas de la zona ecuatorial.....	23
1.3.1. Corriente del niño.....	24
1.3.2. Corriente de Humboldt.....	25

1.3.3. Corriente sur-ecuatorial.....	25
1.4. Marco legal.....	26
1.4.1. Legislación para la pesca del tiburón en el ecuador.....	27
CAPITULO II.....	32
2. Marco metodológico.....	32
2.1. Área de estudio.....	32
2.2. Fase de campo.....	34
2.2.1 Identificación de la especie.....	34
2.3. Talla del organismo.....	35
2.3.1. Longitud total (LT).....	35
2.3.2. Longitud inter dorsal (IDL):.....	35
2.4. Identificación del sexo.....	36
2.5. Características sexuales y datos biométricos en machos.....	37
2.5.1. Características externas.....	37
2.5.2. Grado de calcificación del gonopterigio.....	38
2.5.3. Características de un gonopterigio maduro.....	39
2.5.4. Características internas.....	41
2.5.5. Escala de madurez sexual para machos.....	42
2.6. Características sexuales y datos biométricas en hembras.....	43
2.6.1. Marcas de cortejo.....	43
2.6.2. Ancho del útero.....	44
2.6.3. Desarrollo de la glándula oviducal.....	45
2.6.4. Estadio de madurez sexual en hembras.....	47
2.7. Fase de gabinete.....	48

2.7.1. Procesamiento de datos	48
2.7.2. Abundancia estacional.....	48
2.7.3. Estructura de tallas	49
2.8. Talla de primera madurez sexual	49
CAPITULO III	52
3. Análisis de resultados.....	52
3.1. Evaluación de la población.....	52
3.2. Composición de sexos.....	56
3.4. Evaluación de los aspectos reproductivos en correlación de su tallas y sexo ...	61
3.4.1. Correlación entre variables.....	61
3.4.2. Análisis Específico en correlación con la talla del individuo.	64
3.4.3. Datos biométricos y su correlación con la longitud total en machos	67
3.4.4. Relación longitud total (LT) del macho – largo y ancho de los testículos.	68
3.5.1. Evaluación de los aspectos reproductivos en correlación de su tallas y sexo	70
3.5.2. Análisis Especifico de las variables en relación con la longitud total (LT) ...	73
3.5.3. Datos biométricos y su correlación con la longitud total en hembras	75
3.6. Descripción de las características morfológicas de las estructuras	78
reproductivas en machos y hembras	78
3.7. Primera talla de madurez sexual	87
3.7.1 Primera talla de madurez sexual en hembras	88
3.7.2. Primera talla de madurez sexual machos	89
DISCUSIÓN	91
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES	96

BIBLIOGRAFIA.....	98
-------------------	----

INDICE DE TABLAS

Figura 1.....	10
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeu, 1736).....	10
Figura 2.....	33
<i>Ubicación satelital del puerto artesanal de Santa Rosa – Salinas</i>	33
Figura 3.....	36
<i>Longitud total e interdorsal de Prionace glauca</i>	36
Figura 4.....	37
<i>Estructuras reproductivas externas de Prionace glauca</i>	37
Figura 5.....	38
<i>Longitud Gonopterigio (LG)</i>	38
Figura 6.....	40
<i>Esquematzación del gonopterigio de Prionace glauca que presenta madurez sexual</i>	40
Figura 7.....	41
<i>Caracterización de un aparato reproductor masculino</i>	41
Figura 8.....	46
<i>Esquematzación del aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca</i>	46
Figura 9.....	53
<i>Abundancia relativa de Prionace glauca desembarcados en el puerto de Santa Rosa, Ecuador., julio 2023 – junio 2024</i>	53
Figura 10.....	54
<i>Abundancia en hembras de Prionace glauca. julio 2023 – junio 2024</i>	54
Figura 11.....	55
<i>Abundancia en machos de Prionace glauca. julio 2023 – junio 2024</i>	55
Figura 12.....	56

<i>Porcentajes de organismo (Hembras y machos) por mes durante el periodo de muestreo.</i>	57
Figura 13.....	58
<i>Composición de sexo durante el periodo muestreado.</i>	58
Figura 14.....	60
<i>Porcentajes de hembras y machos según su estadio.</i>	60
Figura 15.....	62
<i>Correlación entre variables de Prionace glauca.</i>	62
Figura 16.....	63
<i>Análisis de PCA scatter plot de ejemplares machos</i>	63
Figura 17.....	65
<i>Matriz de correlación entre las 15 variables.</i>	65
Figura 18.....	68
<i>Diagrama de dispersión en base a la longitud del gonopterigio vs la longitud total (LT) de cada organismo de Prionace glauca, periodo julio 2023 y junio 2024.</i>	68
Figura 19.....	69
<i>Gráfico de dispersión del largo y ancho del testículo (mm) vs la longitud total del organismo (cm) (LT).....</i>	69
Figura 20.....	70
<i>Correlación entre variables de hembras Prionace glauca.</i>	70
Figura 21.....	72
<i>Análisis de PCA scatter plot de ejemplares hembras</i>	72
Figura 22.....	74
<i>Matriz de correlación entre las 11 variables para hembras de Prionace glauca.....</i>	74
Figura 23.....	76
<i>Gráfico de dispersión entre la talla total de Prionace glauca y la longitud del útero</i>	76
Figura 24.....	77
<i>Longitud total (LT) – Ancho glándula oviducal (AGO) de Prionace glauca periodo julio 2023 – julio 2024.</i>	77
Figura 25.....	79

<i>Diferencia en el ovario de una hembra adulta y una hembra inmadura de Prionace glauca, periodo junio 2023- julio 2024</i>	79
Figura 26.....	80
<i>Caracterización del aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca en el periodo julio 2023 – junio 2024</i>	81
Figura 27.....	83
<i>Aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca en estadio IV, Periodo junio 2023 – julio 2024</i>	83
Figura 28.....	85
<i>Gonopterigio de un organismo macho en estado maduro de Prionace glauca.</i>	85
Figura 29.....	87
<i>Diferencia entre un testículo maduro y uno inmaduro en machos de Prionace glauca, junio 2023 – julio 2024</i>	87
Figura 30.....	89
<i>Talla en la que el 50% de la población de Prionace glauca a alcanzado su madurez sexual, periodo julio 2023 – junio 2024</i>	89
Figura 31.....	90
<i>Talla en la que el 50% de la población de Prionace glauca a alcanzado su madurez sexual, periodo julio 2023 – junio 2024</i>	90

Índice de tablas

Tabla 1.....	17
<i>Edad y crecimiento del tiburón azul Prionace glauca en Ecuador</i>	17
Tabla 2.....	18
<i>Características del ciclo vital por región de Prionace glauca.</i>	18
Tabla 3.....	84
<i>Características de hembras de Prionace glauca en diferentes estadios de madurez</i>	84
Tabla 4.....	86

Características del gonopterigio en machos de Prionace glauca..... 86

ABREVIATURAS

PPG: Peces pelágicos grandes

cm: centímetro

mm: milímetros

TIB: Recurso tiburón

MICIP: Ministerio de Comercio Exterior, Industria, Pesca y Competitividad

SRP: Subsecretaría de Recursos Pesqueros

LT: Longitud total

LG: Largo de gonopterigio

Calci: Presenta calcificación

MDCOsi: Presencia de marcas de cortejo

MDCOno: No presencia de marcas de cortejo

Om: Ovario maduro **Oinm:**

Ovario inmaduro

Iutr: Ancho del útero

A. GO: Ancho de la glándula oviducal

GLOSARIO

Bienal: Que sucede o se repite cada bienio. (periodo de dos años)

Gonopterigio: Aleta pélvica modificada en machos de ciertos peces cartilagosos, como los tiburones, que actúa como un órgano copulador para la transferencia de esperma.

Talla de primera madurez: Longitud a la cual el 50% de los individuos de una población alcanza la madurez sexual y es capaz de reproducirse.

Índice de madurez sexual: Parámetro que indica el estado reproductivo de un organismo, evaluado a través de características morfológicas o histológicas, como el desarrollo de gónadas o glándulas sexuales.

Glándula oviducal: Estructura reproductiva en hembras de tiburón responsable de la producción de una cápsula de huevo o de la secreción de nutrientes para los embriones.

Útero: Parte del sistema reproductor femenino donde se desarrolla el embrión hasta su nacimiento; en tiburones vivíparos, es crucial para el desarrollo del embrión.

Pesca artesanal: Práctica pesquera realizada generalmente con métodos tradicionales y de pequeña escala, que suele involucrar embarcaciones pequeñas y técnicas sostenibles, impactando mínimamente los ecosistemas marinos.

Frecuencia de clase: Distribución de individuos en diferentes categorías de tamaño o edad dentro de una población, utilizada para evaluar características poblacionales como la madurez sexual.

Ecosistemas marinos: Comunidades biológicas que habitan en el medio marino, incluyendo océanos, mares, y costas, caracterizadas por una alta diversidad biológica y complejas interacciones ecológicas.

Regresión lineal: Método estadístico utilizado para modelar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes, aplicado aquí para estudiar la relación entre medidas morfométricas y parámetros reproductivos.

Viviparidad: Tipo de reproducción en algunos tiburones donde el embrión se desarrolla dentro del útero materno, obteniendo nutrientes directamente de la madre hasta el nacimiento.

RESUMEN

En la presente investigación se analizó los aspectos reproductivos del tiburón azul (*Prionace glauca*) a través de su sexo y tallas biométricas con relación a la etapa de madurez sexual en la que se encontraron, examinando a 205 organismos de los cuales el 60.5% fueron machos y el 39.5% fueron hembras demostrando que la proporción sexual era mayormente de machos que oscilan una longitud total entre 145 y 252 cm, con un promedio de 189.52 ± 2.36 cm y una mediana de 185 cm. Los mayores índices de captura para los machos se observaron en dos intervalos de tallas: 171-182 cm y 183-194 cm, con 26 organismos en cada intervalo.

Mientras que, para hembra, se registró una longitud total (LT) mínima de 148 cm y máxima de 255 cm, con un promedio de 184.41 ± 3.39 cm y una mediana de 172 cm. El intervalo de talla con mayor índice de captura se situó entre 150 y 161 cm, acumulando un total de 25 organismos.

La talla media de madurez sexual para las hembras, donde el 50% de los individuos alcanza su madurez, es de 173 cm LT. aunque la hembra más pequeña con características reproductivas de un adulto midió 166 cm LT.

En los machos, la talla media de madurez sexual, donde el 50% de los individuos alcanza su madurez, fue de 180 cm LT. El macho más pequeño con características reproductivas de un adulto fue de 168 cm LT.

El estudio de los aspectos reproductivos de tiburón aguado (*Prionace glauca*) desembarcados en el puerto de Santa Rosa – Salinas, proporcionan una línea base esencial para futuras investigaciones y la gestión sostenible de las poblaciones de *Prionace glauca* en aguas ecuatorianas. La abundancia estacional y el análisis detallado de los aspectos reproductivos son fundamentales para determinar los picos de abundancia y mejorar las estrategias de conservación y manejo de esta especie.

Palabras clave: proporción sexual, madurez sexual, primera talla de madurez sexual, gestión sostenible

ABSTRACT

In the present investigation, the reproductive aspects of blue sharks (*Prionace glauca*) were analyzed through their sex and biometric sizes in relation to the stage of sexual maturity in which they were found, examining 205 organisms of which 60.5% were males and 39.5% were females, showing that the sexual proportion was mostly males with a total length between 145 and 252 cm, with an average of 189.52 ± 2.36 cm and a median of 185 cm. The highest catch rates for males were observed in two size ranges: 171-182 cm and 183-194 cm, with 26 organisms in each range.

For females, a minimum total length (TL) of 148 cm and a maximum of 255 cm were recorded, with an average of 184.41 ± 3.39 cm and a median of 172 cm. The length range with the highest capture rate was between 150 and 161 cm, accumulating a total of 25 organisms.

The mean size at sexual maturity for females, where 50% of the individuals reached maturity, was 173 cm LT, although the smallest female with adult reproductive characteristics measured 173 cm LT.

reproductive characteristics of an adult measured 166 cm LT.

In males, the mean size at sexual maturity, where 50% of individuals reach maturity, was 180 cm LT. The smallest male with adult reproductive characteristics was 168 cm LT.

The study of the reproductive aspects of the sharpnose shark (*Prionace glauca*) landed in the port of Santa Rosa - Salinas, provides an essential baseline for future research and sustainable management of *Prionace glauca* populations in Ecuadorian waters. Seasonal abundance and detailed analysis of reproductive aspects are essential for determining peak abundance and improving conservation and management strategies for this species.

Key words: sex ratio, sexual maturity, first size at sexual maturity, sustainable management.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la pesca artesanal es una práctica ancestral en constante evolución (Herrera, et al., 2007). Una actividad económica basada en la captura de recursos naturales distribuidos en el ambiente marino costero con un estimado de 12 502 embarcaciones dirigidas a la pesca artesanal, alojando a más de 56 068 pescadores que se dedican a esta actividad de forma directa según los datos oficiales del Ministerio de producción, comercio exterior, inversión y pesca (2023-2024).

Siendo los puertos de Esmeraldas, Manta, Puerto López, Anconcito, Santa Rosa y Puerto Bolívar, los más importantes a nivel artesanal, representando aproximadamente el 70 % del desembarque del país. Con dinámicas pesqueras diferentes en función de los recursos explotados y sus áreas de distribución (Herrera, et al., 2010).

En 2008 según lo que menciona Peralta (2009) un total de 32 150.37 toneladas de recurso marino fue extraído de las aguas ecuatorianas, conformado principalmente por peces pelágicos grandes (PPG) con un 67.4% y un 20,2% por tiburones y rayas (TIB) como parte de la pesca acompañante.

En este mismo año el puerto de Santa Rosa fue el segundo puerto con mayor número de desembarques de peces pelágicos grandes (PPG), Con un total de 3 937.54 tn de recurso

marino extraído, de las cuales 185.3 tn correspondieron a tiburones y rayas (TIB) (Peralta, 2009) esta explotación pesquera de tiburones es parte de la fauna acompañante de barcos atuneros, de arrastre y embarcaciones artesanales; sin embargo, a lo largo del tiempo se han desarrollado pesquerías que tiene como pesca objetivo a varias especies de tiburones (González, 2020) siendo *Alopiidae*, *Carcharinidae* y *phyrmiidae* las familias más comunes en los índices de captura incidental.

Dentro de la familia Carcharinidae, destaca la especie *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758), comúnmente conocida como tiburón azul o tiburón aguado. Esta especie es una de las más abundantes en todos los océanos, siendo el segundo elasmobranquio con mayor índice de captura y el tercero en importancia en el puerto artesanal de Santa Rosa (Martínez, 2007).

Debido a la pesca artesanal, el tiburón azul se ha convertido en un recurso valioso tanto social como económicamente. Además de su relevancia ecológica, este depredador tope en los ecosistemas marinos y costeros desempeña un papel crucial en la dinámica de las relaciones depredador-presa. Su presencia es fundamental para regular las poblaciones de peces, crustáceos, cefalópodos y mamíferos marinos (Carrera, 2004).

El tiburón azul es un organismo cartilaginoso que, a diferencia de los peces óseos, presenta características reproductivas particulares. Entre estas se encuentran una madurez

sexual tardía, un crecimiento lento y largos periodos de gestación, lo que implica una considerable inversión de energía en la producción de un número relativamente bajo de crías. Esta estrategia reproductiva resulta en una tasa reemplazo mínima dentro de las poblaciones, dejándolas vulnerables a la sobreexplotación pesquera (Coello, 2005)

Un aspecto de gran interés en la ecología reproductiva del tiburón azul es la variabilidad en la talla de primera madurez sexual, la cual puede cambiar tanto espacial como temporalmente dentro de esta especie (Coello, 2013). Este elasmobranquio posee la capacidad de ajustar sus características reproductivas en respuesta a diversas condiciones ambientales, incluyendo factores abióticos como parámetros físicos, químicos, climatológicos y geográficos. Esta plasticidad fenotípica le permite adaptarse a diversos ecosistemas marinos, siendo crucial para su supervivencia y manejo sostenible en contextos de pesca artesanal y comercial (Tigrero, 2012).

Esta especie en particular al ver amenazada su población espacial, modifica sus aspectos reproductivos, su desarrollo es más rápido, alcanzando una madurez sexual a menor tamaño, considerando así que los aspectos reproductivos son un indicador del estado de la población. ofreciendo información crucial para la gestión y conservación de esta especie (Medina & Domínguez, 2014).

A pesar de que existe información amplia sobre aspectos biológicos del tiburón aguado a nivel mundial, incluyendo la reproducción y esfuerzo de pesca, los resultados son muy variables entre sí, debido a que las características ambientales son diferentes en cada región geográfica. (Tigrero, 2012).

JUSTIFICACIÓN

Estudiar sobre los aspectos reproductivos del tiburón aguado (*Prionace glauca*) es crucial no solo para entender su capacidad de recuperación y crecimiento poblacional, sino también para la formulación de estrategias de gestión efectivas que aseguren su preservación a largo plazo.

En Ecuador, el tiburón azul (*Prionace glauca*) tiene una gran importancia tanto ecológica como económica. Esta especie se destaca como uno de los recursos más significativos dentro de la pesca incidental asociada a la captura de peces pelágicos grandes (PPG). Además, desempeña una función fundamental en los ecosistemas marinos al regular las poblaciones de sus presas, lo que contribuye directamente a la biodiversidad y estabilidad de estos hábitats.

En la actualidad la pesca artesanal ha causado cambios en la estructura y población de este recurso al ocupar artes de pesca no especializados en su captura, las redes y otros equipos no selectivos capturan indiscriminadamente a los tiburones, incluyendo aquellos en etapas críticas de su ciclo de vida.

Los tiburones presentan características biológicas que los hacen especialmente vulnerables a la sobreexplotación, tales como su crecimiento lento, madurez sexual

tardía, baja capacidad reproductiva y largos periodos de gestación. En las últimas décadas, se ha evidenciado que la explotación pesquera de peces cartilaginosos no es viable a largo plazo, la presión pesquera, tanto intencionada como incidental sobre esta especie ha incrementado notablemente.

Por lo que entender sus aspectos reproductivos y la relación entre estos y la talla de los individuos es esencial para su conservación y manejo sostenible. Conocer la talla a la cual los tiburones alcanzan la madurez sexual ayuda a definir las medidas de manejo, como las tallas mínimas de captura. Asegurando que los individuos tengan la oportunidad de reproducirse al menos una vez antes de ser capturados, contribuyendo así a la sostenibilidad de la población.

La investigación sobre los aspectos reproductivos del tiburón aguado es, por lo tanto, una pieza clave en el rompecabezas de la conservación marina. Sin esta información, cualquier esfuerzo de manejo y regulación sería insuficiente y potencialmente perjudicial. Al invertir en el estudio detallado de la biología reproductiva de esta especie, no solo se protege una especie vital, sino también se procura cuidar la salud y sostenibilidad de los océanos y la industria pesquera que de ellos depende.

La principal razón que tiene este trabajo es analizar los aspectos reproductivos y su relación entre la talla y el estadio de madurez sexual en el que se encuentra el organismo,

lo que permitirá determinar una talla óptima para la captura, caracterizar los aspectos reproductivos actuales en función de datos biométricos. Actualizando la data existente de esta especie y aportar a la comprensión y la creación de futuros planes de manejo del tiburón aguado (*Prionace glauca*) como un recurso pesquero en la zona del puerto artesanal de Santa Rosa.

OBJETIVO PRINCIPAL

Evaluar los aspectos reproductivos del tiburón *Prionace glauca* a través de su sexo y tallas biométricas determinado su relación con la etapa de madurez sexual en que se encuentra cada organismo muestreado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar los aspectos reproductivos mediante medidas biométricas del aparato reproductivo, talla y sexo de cada organismo.
- Describir las características morfológicas de la estructura reproductiva de machos y hembras según sus tallas biométricas
- Relacionar la talla de organismos respecto a su etapa de madurez sexual para obtener la longitud de primera madurez sexual.

HIPÓTESIS.

Ho: La talla de cada individuo está directamente relacionado con la presencia de aspectos reproductivos característicos de un organismo sexualmente maduro.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Chondrichthyes

Subclase: Elasmibranchii

Orden: Carcharhiniformes

Familia: Carcharhinidae

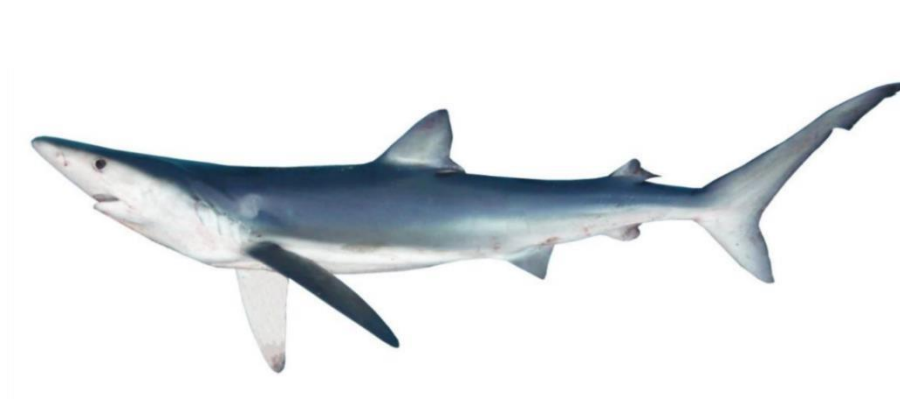
Género: Prionace

Especie: *glauca*

Nombre científico: *Prionace glauca* (Linnaeu, 1736). (Fig. 1).

Figura 1.

Prionace glauca (Linnaeu, 1736).



Nota. adaptada de “Esfuerzos pesqueros y aspectos de la biología reproductiva del tiburón aguado *prionace glauca* (Linnaeus, 1736), desembarcados en el puerto de Santa Rosa” por Tigrero, 2012, tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

1.2. Etimología

Prionace proviene del griego “prión” que quiere decir sierra, dientes con el borde aserrado. Glauca, del latín glaucus: color blanco azulado o verde grisáceo (Cornejo, 2001).

1.3. Descripción de la especie

El tiburón azul, denominado científicamente *Prionace glauca*, pertenece a la familia Carcharhinidae y al orden Carcharhiniformes. Esta especie de elasmobranquio pelágico y cosmopolita habita en todos los océanos y mares globales, siendo conocido por diferentes nombres comunes según la región; tintorera -nombre que también hace referencia al tiburón tigre en España y México, caella, caguella o quenlla en España, tiburón azul en Uruguay, Argentina, Perú, y en Chile azulejo (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, 2021).

1.4. Coloración

El tiburón azul presenta una tonalidad azul oscura en la parte dorsal, con flancos de un azul brillante que se desvanecen gradualmente hacia un verde grisáceo a medida que se acercan al vientre, el cual es de color blanco. (Domingo, A. et al. 2010).

1.5. Características externas

Según el manual del ICCAT (2022) el tiburón azul (*Prionace glauca*) presenta:

- Cuerpo esbelto.
- Cabeza estrecha, moderadamente aplanada, sin forma de paleta, con hocico

largo.

- Ojos grandes, sin muescas posteriores.
- Surcos labiales cortos.
- Primera aleta dorsal más cercana a las pélvicas que a las pectorales.
- Segunda aleta dorsal menos de un tercio del tamaño de la primera dorsal.
- Aletas pectorales muy grandes, largas, estrechas y falcadas.
- Aleta caudal heterocerca, con el lóbulo superior más largo que el inferior.
- Quilla débil en el pedúnculo caudal.
- Ausencia de pliegue Inter dorsal.
- Dientes bien diferenciados en las mandíbulas superior e inferior. Los dientes superiores tienen cúspides anchas, triangulares y curvadas, sin filo o con pequeñas cúspides (excepto en especímenes muy jóvenes); los dientes inferiores tienen cúspides finas, sin filo o con pequeñas cúspides.

1.6. Distribución

Este tiburón se distribuye principalmente en aguas con temperaturas que oscilan entre 12 °C y 20 °C, aunque también se pueden encontrar en un rango de 3.9°C a 31,3°C La preferencia de temperatura varía según el tamaño y el sexo del tiburón, con una disminución de su abundancia relativa en aguas ecuatoriales y un aumento a medida que se incrementa la latitud (Nakano & Seki, 2003).

El tiburón azul es una de las especies más comunes en el entorno oceánico. Posee una distribución extensa, encontrándose en todos los mares tropicales y templados entre las latitudes 60°N y 50°S (Stevens, 1987). En el Pacífico Oriental, su presencia se extiende desde el golfo de Alaska hasta Chile (Nakano & Stevens, 2008). Aunque es principalmente un tiburón oceánico, también se encuentra cerca de la costa en áreas con plataforma continental estrecha. En términos de distribución vertical, se encuentran desde la superficie hasta los 350 metros de profundidad (Nakano & Stevens, 2008).

Probablemente sea la especie de tiburón con mayor amplitud de distribución: en el Atlántico occidental desde Newfoundland a Argentina, Atlántico central y Atlántico del Este: desde Noruega hasta Sur África, incluyendo el Mediterráneo y desde el Sur del mar Arábigo hasta Indonesia, Japón, Australia, Nueva Caledonia y Nueva Zelanda. En el Pacífico Central y en el Pacífico del Este: desde el golfo de Alaska hasta Chile (Compagno, 2001; Tigrero, 2012).

En el Océano Pacífico, el tiburón azul prevalece como la especie predominante entre las latitudes 35° N y 45° N. Este elasmobranquio se encuentra en aguas oceánicas, principalmente en áreas tropicales y templadas con temperaturas entre 6° C y 27° C. (Tigrero, 2012).

1.7. Migración

Sus esquemas migratorios son complejos y abarcan grandes distancias, alcanzando algunos registros casi 7.000 km de recorrido. (Nakano y Stevens, 2008).

La ONU en su Convención sobre las Especies Migratorias (2017) menciona que *Prionace glauca*, es una de las especies con mayor capacidad migratoria a nivel global, ampliamente conocido por su extensa migración global, exhibe movimientos migratorios complejos y cíclicos, cruzando fronteras internacionales en busca de presas y en función de sus ciclos reproductivos (Nakano & Stevens, 2008). Estudios de marcaje y recaptura realizados entre 1962 y 2000 indican que este condricio posiblemente posee la mayor amplitud migratoria global (Kohler, et al., 2002). Por ejemplo, se registró que un tiburón azul marcado en las proximidades de la ensenada de Shinnecock, Nueva York, fue nuevamente capturado 900 km al este de Natal, Brasil, aproximadamente 1,4 años después (Kohler et al., 2002), lo que sugiere la realización de al menos una vuelta completa alrededor del Atlántico Norte en sentido horario (Convención sobre las Especies Migratorias, 2017).

Los patrones migratorios en el Pacífico Norte indican un movimiento norte-sur, con el apareamiento alcanzando su punto máximo en julio entre 20-30°N. Las hembras preñadas se desplazan hacia el norte y dan a luz el verano siguiente cerca de 35-45°N. Tras el nacimiento, las hembras subadultas permanecen en la zona de cría y amplían su

distribución hacia el golfo de Alaska, mientras que los machos subadultos se dirigen al sur. Al alcanzar la madurez, estos tiburones se unen a la población reproductiva y migran hacia los trópicos y subtrópicos (Nakano & Seki, 2003).

1.8. Hábitat

En el Océano Pacífico, el tiburón azul se posiciona como la especie predominante en la franja comprendida entre los 35° N y los 45° N (Holts, 2001). Su hábitat abarca principalmente las aguas oceánicas, con una preferencia por las zonas tropicales y templadas, caracterizadas por temperaturas que oscilan entre los 6°C y los 27°C (Dingerkus, 1987).

Tiende a habitar en áreas oceánicas y pelágicas cercanas al borde de la plataforma continental, con una profundidad que varía de 0 a 350 metros (mayor profundidad en aguas más cálidas), migrando a lo largo de las corrientes transoceánicas y en las plataformas continentales estrechas (Suda, 1953).

Se observan movimientos estacionales, con un aumento en su abundancia en altas latitudes durante el verano y en bajas latitudes durante el invierno. Su presencia se

extiende en la región tropical entre los 20° N y S, siendo abundante de manera uniforme durante todo el año (Compagno, 2001).

1.9. Alimentación

En Ecuador, Estupiñan et al. (2019) menciona que esta especie revela cambios significativos en la dieta a lo largo de su vida, mostrando una obtención de alimento tanto en ambientes costeros como oceánicos y un amplio nicho isotópico. Se observará que el tiburón azul consume presas en diferentes niveles tróficos, lo que sugiere un comportamiento generalista.

El tiburón azul, según Compagno (1984), se alimenta mayormente de presas relativamente pequeñas, como cefalópodos y peces óseos, mostrando un comportamiento oportunista al incluir invertebrados, pequeños tiburones, mamíferos marinos y aves en su dieta.

Los cefalópodos son una presa crucial para esta especie, llegando a representar hasta el 80 % de la biomasa de su alimentación en algunas áreas (Biton-Porsmoguer 2015). Sin embargo, en ocasiones o lugares donde los cefalópodos son escasos, los peces teleósteos pequeños se convierten en la presa principal (McCord & Campana, 2003).

1.10. Edad y crecimiento

Skomal y Natanson (2003) determinaron que la longevidad de la especie se oscila entre 16 a 21 años. En Ecuador la edad máxima registrada para *Prionace glauca* fue de 15 años con una longitud total (LT) de 307 metros y la mínima de 3 años con una longitud total (LT) de 136 metros. Las hembras de 4 a 6 años tienen un promedio de crecimiento de 19.20 centímetros por año y a medida que van creciendo este promedio va decreciendo (Tabla 1) para machos. Entre los 3 y 6 años, la especie exhibió un crecimiento promedio de 19,83 cm por año. En el intervalo de edad comprendido entre los 7 y 10 años, el crecimiento medio fue de 14,38 cm anual, mientras que, entre los 11 y 15 años, se obtuvo una reducción en el promedio anual de crecimiento de 10,08 cm por año. (Tabla 1).

Tabla 1.

Edad y crecimiento del tiburón azul Prionace glauca en Ecuador

(A)			(B)		
Edad (Año)	LT estimada por el modelo	Crecimiento anual (cm)	Edad (Año)	LT estimada por el modelo	Crecimiento anual (cm)
4	149.50	20.55	3	130.56	22.28
5	170.05	19.16	4	152.84	20.56
6	189.21	17.87	5	173.40	18.97
7	207.09	16.67	6	192.37	17.51
8	223.76	15.55	7	209.88	16.15
9	239.31	14.50	8	226.03	14.91
10	253.81	13.53	9	240.94	13.75
11	267.34	12.62	10	254.70	12.69
12	279.96	11.77	11	267.39	11.71
13	291.73	10.98	12	279.10	10.81
14	302.70	9.01	13	289.90	9.97
			14	299.88	9.20
			15	309.08	8.57

Nota. A) Crecimiento Hembras. B) Crecimiento Machos. Adaptado de “Edad y crecimiento del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la zona del Pacífico ecuatoriano” por J. Briones y J. Armijos, 2012 tesis de licenciatura, Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí.

1.11. Reproducción

La reproducción del tiburón azul es vivípara placentaria, con una gestación que oscila entre 9 y 12 meses, y un ciclo reproductivo que puede ser anual o bienal. Las camadas suelen variar entre 4 y 135 embriones, con un promedio generalmente entre 25 y 35. Con un tamaño que va desde los 35 hasta los 60 cm (TL). (Hazin y Lessa, 2005). A pesar de que el número de embriones y las características reproductivas varían entre océanos (Tabla 2).

Tabla 2.

*Características del ciclo vital por región de *Prionace glauca*.*

Región	Tamaño al alcanzar la madurez sexual (cm LT)	Edad al alcanzar la madurez sexual (años)	Tamaño de las camadas	Periodo de gestación	Referencia
Pacífico suroriental			13-68 (promedio 35)		Zhu et al., 2011
Pacífico Norte	Hembra: 140-160 cm Macho: 130-160 cm	Macho: 4-5 años Hembra: 5-6 años	1-62 (25,6)		Nakano, 1994
Atlántico Noroeste	Macho: 218 cm Hembra: 221	Macho: 4-6 años Hembra: 5-7 años		9-12 meses	Pratt, 1979; Nakano y Stevens, 2008

Nota. Convención sobre las Especies Migratorias. (2017). En Propuesta para la inclusión del tiburón azul (*Prionace glauca*) en el Apéndice II de la Convención sobre las Especies Migratorias (p. 12). Documento UNEP/CMS/COP12/Doc.25.1.22/Rev.1.

Después del parto, las hembras están biológicamente dispuestas a ovular y concebir nuevamente en un intervalo de tiempo relativamente corto. El tiburón azul se destaca por ser una de las especies más fecundas, con un tiempo promedio de duplicación de la población de 3,1 años. Por lo general, las hembras de cuatro a cinco años se aparean, pero solo las de cinco años alcanzan la madurez suficiente para almacenar esperma, lo cual se realiza durante aproximadamente un año. Posteriormente, fertilizan sus huevos y expulsan las crías después de un periodo de gestación de 9 a 12 meses. (Nakano & Stevens, 2008).

1.12. Talla de primera madurez sexual

La talla de la primera madurez sexual en esta especie varía significativamente según la región geográfica, de acuerdo con datos bibliográficos. En el Atlántico ecuatorial oriental, frente a las costas de Guinea, se alcanza la madurez sexual a los 5 años. En la misma región, se observó que el 50% de las hembras estaban preñadas a una longitud de 217 cm (Castro & Mejuto, 1995). Estudios realizados con ejemplares capturados por la flota de palangre de Taipei en esta área estimaron las longitudes de madurez (50%) para hembras y machos en 191,7 cm y 197,5 cm de longitud furcal (FL), respectivamente (Wu,

et al, 2020). Mientras que, en el Atlántico ecuatorial occidental y el Caribe, frente a las costas de Venezuela, se estimó que el 50% de las hembras alcanzan la madurez sexual a una longitud de 213 cm, con ejemplares reproductivos a partir de los 152 cm (Tavares & Arocha, 2008).

En el Atlántico suroeste, frente a las costas de Brasil, la madurez sexual de las hembras de esta especie se alcanza alrededor de los 228 cm de longitud total (LT), a partir de aproximadamente 5 años. Los machos, por su parte, logran la madurez sexual a unos 225 cm LT, presentando una variación estacional en la producción de esperma (Hazin et al., 2000). Estudios posteriores ajustaron estas estimaciones, situando la madurez de las hembras en 171,2 cm de longitud furcal (FL) y la de los machos en 180,2 cm FL (Da Silva, et al., 2021).

En el Atlántico noroeste, el 50% de los machos de esta especie alcanza la madurez sexual a una longitud total (LT) de 218 cm, aunque algunos individuos maduran a los 182 cm LT, mientras que el 50% de las hembras lo hace a los 221 cm LT (Pratt, 1979). Estudios posteriores en áreas adyacentes determinaron que la talla al 50% de madurez para los machos es de 201 cm LT, con una variación que oscila entre 193 y 210 cm LT, lo que representa valores inferiores a los previamente estimados (Campana et al., 2005).

En Ecuador, Tigrero (2012) determinó que las longitudes totales (LT) de los machos oscilaron entre 195 y 326 cm, mientras que las hembras variaron entre 100 y 286 cm LT.

alcanzando su madurez sexual a partir de los 198 cm LT en machos, mientras que las hembras maduraron desde los 184 cm LT.

1.13. Estado de conservación

El tiburón azul se clasifica como Casi Amenazado a nivel global en la Lista Roja de la UICN (Stevens, 2009, fecha de publicación de la evaluación de 2005), Casi amenazado en aguas europeas (Sims et al., 2015) y en Peligro Crítico en el Mediterráneo (Sims et al., 2016).

Se han emprendido evaluaciones de las poblaciones de tiburón azul en diversas regiones marinas, incluyendo el Atlántico, el Mediterráneo, el océano Pacífico y el océano Índico. Los resultados indican una tendencia decreciente en la población de esta especie. Dado el amplio rango de distribución del tiburón azul, caracterizado por su migración, interactuando con múltiples modalidades de pesca que emplean diversas técnicas de captura. (Coelho et al., 2017).

1.2. Artes de pesca utilizados en la zona

La flota artesanal en Ecuador implementa una variedad de métodos de pesca, que incluyen la línea de mano, el espinel tanto de superficie como de fondo, así como las

redes de enmalle en ambos ajustes y el trasmallo, entre otros. Las principales pesquerías asociadas con la captura incidental de tiburones están orientadas a la pesca de peces pelágicos grandes (PPG) (Convención sobre las especies migratorias, 2017).

La Convención sobre las Especies Migratorias (2017) describe las artes de pesca utilizadas y sus características según la pesca objetivo:

- **Red de enmalle de superficie:** Esta red, confeccionada con multifilamento, posee un ojo de malla de entre 127 mm y 200 mm, con una longitud total de 1 300 a 2 745 m y una altura de 75 a 90 mallas (9,5 a 11 metros).
- **Espinel o palangre de superficie "doradero":** Este arte de pesca tiene una longitud de 10 040 m con reales de 5,80 m, donde se coloca aproximadamente 500 anzuelos (#4 – #5).

La Comisión Permanente del Pacífico Sur en el 2022 menciona que se identifican dos temporadas de pesca: la del anzuelo fino, destinada al dorado, y la del anzuelo grueso, enfocada en la captura de atún, pez espada y marlín.

Temporada del anzuelo fino: Esta temporada, conocida también como "doradera", se extiende de octubre a abril de cada año, y se centra en la captura de dorado (*Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis*). Durante este período, se utilizan anzuelos "J recto" en tamaños 3, 4 y 5, y/o anzuelos circulares en tamaños C14 y C15, La pesca es altamente selectiva en esta época, lo que se traduce en una captura incidental relativamente baja (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2022).

Temporada del anzuelo grueso: Esta temporada tiene lugar de abril a noviembre cada año y se focaliza en la captura de túnidos (*Thunnus albacares* y *Thunnus obesus*) y picudos (*Makaira nigricans*, *Kajikia audax*, entre otros), además del pez espada (*Xiphias gladius*). En esta fase, se busca capturar ejemplares de mayor tamaño y peso, empleando anzuelos "J" en tamaños 36, 38 y 40, y/o anzuelos circulares en tamaño C16, La utilización de estos anzuelos de mayor tamaño incrementa la probabilidad de capturas incidentales, particularmente de tiburones.

1.3. Condiciones oceanográficas de la zona ecuatorial

En el Pacífico suroriental, la distribución y abundancia de especies de peces y otros recursos marinos migratorios y transzonales, así como el desarrollo de la pesca, son significativamente influenciados por la dirección de las corrientes, la topografía local y las condiciones ambientales predominantes. Según el sistema de corrientes superficiales

frente a las costas de Ecuador descrito por Icaza C. (2012), se identifican tres corrientes ecuatoriales: la ecuatorial del Norte, la ecuatorial del Sur y la contracorriente ecuatorial.

En las costas ecuatorianas, se experimenta la influencia directa de varias corrientes marinas importantes. Entre estas se encuentran la Corriente Ecuatorial del Sur, la Corriente de Humboldt que recorre la costa occidental de América del Sur, la Corriente del Niño, que se origina al norte de las costas de Panamá, y la Subcorriente Ecuatorial, también conocida como Corriente de Cromwell (Icaza, C. 2012). Estas corrientes marinas desempeñan un papel fundamental en la dinámica oceánica de la región, influenciando el clima, la biodiversidad marina y las actividades humanas como la pesca y el transporte marítimo.

1.3.1. Corriente del niño

La Corriente del Niño se distingue por la presencia de aguas cálidas, emergiendo entre diciembre y abril. Este fenómeno provoca un aumento en la temperatura de la superficie del mar, alcanzando su mayor intensidad en los meses de febrero y marzo. La corriente sigue un trayecto costero estrecho de norte a sur, originándose en la cuenca de Panamá y descendiendo hasta las costas de Ecuador y Perú, calentando las aguas marinas y causando una alta mortalidad del plancton. Debido a la baja concentración de nutrientes en estas aguas, la actividad pesquera disminuye considerablemente durante la incidencia de esta corriente en nuestras costas.

1.3.2. Corriente de Humboldt

Este sistema de corrientes está integrado por varios componentes: una corriente costera que se desplaza cerca de la costa, una corriente oceánica más distante y la Contracorriente del Perú. La Corriente de Humboldt recorre las costas occidentales de América del Sur, particularmente en Chile y Perú. Se trata de una corriente de aguas frías, con temperaturas promedio entre 13 y 14 °C de mayo a octubre y entre 15 y 17 °C de noviembre a abril, caracterizada por baja salinidad y alto contenido de oxígeno disuelto. Esta corriente transporta una gran cantidad de plancton hacia las costas sudamericanas, convirtiendo la región en uno de los mayores caladeros del mundo, beneficiando la industria pesquera de Chile y Perú.

1.3.3. Corriente sur-ecuatorial

La Corriente Sur ecuatorial avanza hacia el oeste en ambos hemisferios cerca del ecuador, delimitándose al norte por la Contracorriente Ecuatorial alrededor de los 4 grados de latitud norte y extendiéndose hacia el sur hasta cerca de los 1.5 grados de latitud sur. Las velocidades más elevadas se observan en las proximidades del ecuador, con una magnitud de 0.5 m/s. En esta área, el flujo es algo superficial, con un espesor que oscila entre 20 y 50 metros.

1.4. Marco legal

La captura dirigida a los tiburones en Ecuador se encuentra en un estado de ambigüedad legal; está prohibida por decreto presidencial la extracción de estos recursos, pero se permite su desembarque cuando forman parte de la captura incidental de diversas pesquerías, según informó la secretaría general de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, (2022).

El sector pesquero ecuatoriano opera bajo la regulación de un conjunto de instituciones clave que aseguran su sostenibilidad y eficiencia. Entre estos, destacan el Ministerio de Comercio Exterior, Industria, Pesca y Competitividad (MICIP), que supervisa el comercio y la competitividad; la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), encargada de la gestión de los recursos marinos; el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero (CNDP), que impulsa políticas de desarrollo; la Dirección General de Pesca (DGP), responsable de la implementación de normativas; que se dedica a la investigación y monitoreo científico de las pesquerías del país.

1.4.1. Legislación para la pesca del tiburón en el Ecuador

Decreto N° 486: Publicado en el Registro Oficial N° 137 del 30 de julio del 2007. Se expidieron las Normas para la regulación de la pesca incidental del recurso tiburón, su comercialización y exportación en el Ecuador continental;

Este decreto reafirma la soberanía del Estado ecuatoriano sobre la biodiversidad, enfatizando la imperiosa necesidad de conservarla y utilizarla de manera sostenible mediante la participación de comunidades y entidades privadas, conforme a la Constitución y acuerdos internacionales. Declara de interés público la preservación ambiental y la biodiversidad, haciendo referencia a la adopción de la Resolución Conf. 12.6 de CITES para la protección de especies de tiburones como el tiburón ballena, el tiburón peregrino y el tiburón blanco. Subraya la elaboración del Plan de Acción Nacional para la Conservación y Gestión de Tiburones por parte del Instituto Nacional de Pesca, así como la necesidad de proteger a las especies migratorias de la captura accidental, fomentando la sostenibilidad y mejorando las condiciones de vida de los pescadores artesanales.

Art.1.- Para los fines pertinentes, se entiende como pesca incidental la captura accidental de especies marinas usando métodos de pesca diseñados para atrapar intencionalmente otras especies marinas.

Art. 2.- En todo el territorio nacional queda prohibida la pesca dirigida específicamente a tiburones, así como el uso de métodos de pesca diseñados exclusivamente para atrapar esta especie marina.

Art. 3.- Prohíbese en todo el territorio nacional el uso del arte de pesca conocido como "palangre tiburonero", en el que se utilizan anzuelos #1/0 y/o 3/0 torcido de ojal normal y reinal de acero maleable, alambre o cadena.

Se decomisarán los equipos y componentes a los que se refieren los artículos 3 y 4 del presente decreto que se encontraren a bordo de embarcaciones pesqueras, así como los tiburones que se encontraren a bordo de dichas embarcaciones, y se iniciarán las acciones legales pertinentes en contra del capitán y armador de la embarcación para que se establezcan las sanciones de rigor.

Art. 5.- Prohíbese la práctica "aleteo", definida como la captura del tiburón para la extracción exclusiva de sus aletas y el descarte del cuerpo al mar. Los cuerpos de los tiburones deberán ser utilizados íntegramente, para lo cual deberán contar con los respectivos permisos de comercialización emitidos por la autoridad competente.

Art. 6.- Aquellos que, durante la actividad pesquera, capturen tiburones, como producto único y exclusivo de la pesca incidental, podrán comercializar y utilizar íntegramente su carne.

Art. 7.- Únicamente se permitirá el desembarque de tiburones completos que provengan de capturas accidentales realizadas por embarcaciones debidamente registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y en las Capitanías de Puerto a lo largo de la costa continental, con el fin de su comercialización.

La remoción de las aletas podrá efectuarse únicamente en tierra, en los puertos de desembarque ubicados a lo largo de la costa continental. Si en las embarcaciones pesqueras se hallan aletas de tiburón separadas de sus cuerpos, estas serán confiscadas y se tomarán medidas legales contra el capitán y propietario de la embarcación. En caso de reincidencia, la autoridad pesquera revocará permanentemente el permiso de pesca de la embarcación, prohibiendo su uso para actividades relacionadas con la pesca.

Art. 8.- Las aletas de tiburón que sean decomisadas, no podrán ser objeto de donación, venta, subasta, ni podrán ser exportadas. Estas serán debidamente custodiadas por la autoridad competente de la jurisdicción donde éstas hayan sido decomisadas, la que actuará, según el siguiente orden:

- a) Policía Ambiental;
- b) Subsecretaría de Recursos Pesqueros;
- c) Capitanías de Puerto.

Art. 10.- Queda prohibida la importación y el trasbordo marítimo de tiburones completos o de aletas de tiburón en cualquier condición de conservación o procesamiento, incluso si han sido capturados en aguas internacionales.

Art. 11.- Se permitirá el almacenamiento, comercialización, transporte y de aletas de tiburón provenientes de la pesca acompañante realizada por embarcaciones debidamente registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, y en las Capitanías de Puerto, siempre que sean desembarcadas en los puertos pesqueros a lo largo de la costa continental. La comercialización de las aletas de tiburón se realizará conforme el siguiente procedimiento:

1. Cuando las embarcaciones lleguen a los puertos pesqueros en la costa continental, cualquier miembro de la tripulación deberá informar a la autoridad pesquera sobre los productos de la captura incidental. La autoridad pesquera verificará esta información para emitir al interesado el "Certificado de Monitoreo de Pesca Incidental". Este certificado incluirá: a) especificaciones de las especies capturadas; b) cantidad y peso de cuerpos y aletas; y c) cualquier otra información pertinente relacionada con la captura.
2. El comerciante, tanto persona natural como jurídica, que esté debidamente registrado en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y adquiera productos de

la pesca incidental, está obligado a solicitar el certificado de monitoreo correspondiente de dicha actividad pesquera.

3. En cuanto al transportista, será necesario que solicite a la autoridad pesquera la "Guía de Movilización de Pesca Incidental" correspondiente para cualquier producto que tenga la intención de transportar. Esta guía se emitirá conforme a los certificados de monitoreo de la pesca incidental obtenidos.

4. En cualquier caso, cualquier persona natural o jurídica que posea aletas de tiburón debe estar en capacidad de respaldar su posesión con cualquiera de los documentos mencionados anteriormente. Durante las inspecciones de control, si se determina que el producto de la pesca incidental de tiburón no está correctamente justificado mediante los certificados, permisos o autorizaciones mencionados en este Decreto, se procederá de inmediato al decomiso e incineración de todo el producto de la pesca incidental, según el procedimiento establecido en el artículo 8.

La autoridad pesquera utilizara como criterios para el control, el peso o las unidades del producto de la pesca incidental. En el caso de reincidencia, la autoridad pesquera suspenderá definitivamente el permiso de comercialización o autorización de exportación.

CAPITULO II

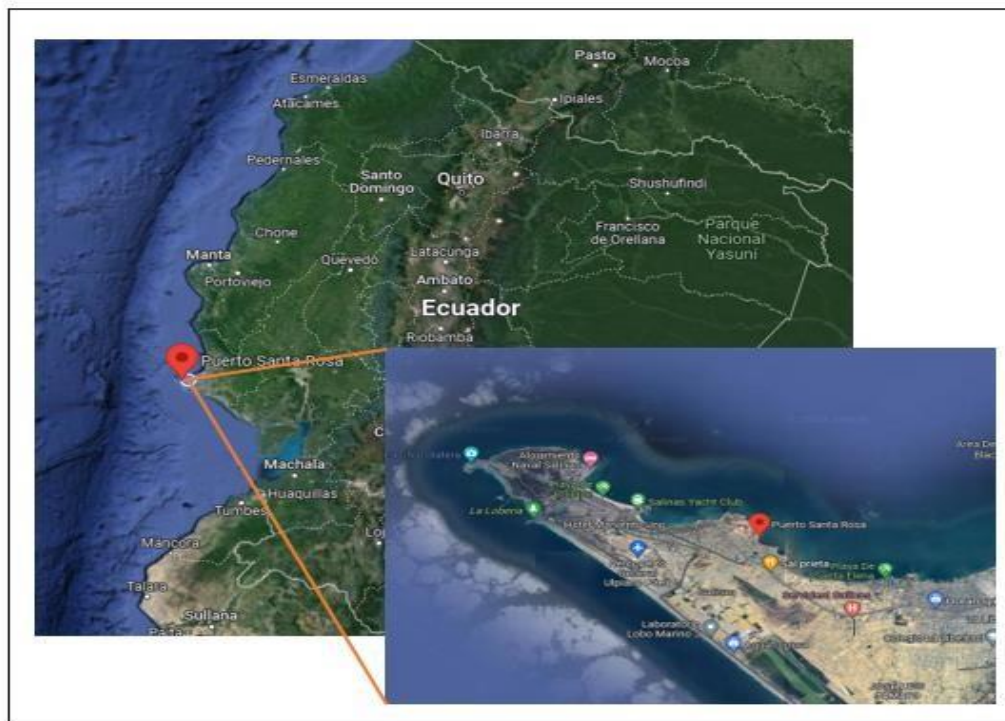
2. Marco metodológico

2.1. Área de estudio

El Puerto Pesquero Artesanal de Santa Rosa, ubicado en la parroquia de Santa Rosa, cantón Salinas, Provincia de Santa Elena, al sur del perfil costanero ecuatoriano. (Lat. $02^{\circ} 11' 10''$ S; Long. $80^{\circ} 58' 11''$ W), a 144 km de la ciudad de Guayaquil. (Figura 2). Considerado uno de los más importantes en el desembarque de elasmobranquios.

Figura 2.

Ubicación satelital del puerto artesanal de Santa Rosa – Salinas.



Nota. Google (2024) [Puerto artesanal de Santa Rosa, Ecuador] recuperado el 18 de marzo del 2023, de:

<https://www.google.com/maps/place/Puerto+Santa+Rosa/@2.207821,80.9522066,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x902e0fb68dcb5af9:0xbdcc02bc65456ac8!8m2!3d-2.2078264!4d80.9496317!16s%2Fg%2F11gyxm55mr?entry=ttu>.

2.2. Fase de campo

El estudio se llevó a cabo empleando la técnica de observación directa y la recopilación de datos biométricos a través del monitoreo in situ de los desembarques de tiburón azul (*Prionace glauca*) en el sector del puerto artesanal de Santa Rosa, periodo julio 2023 a junio 2024.

En este periodo se realizaron monitoreos 3 días por semana (12 días al mes) elegidos aleatoriamente, donde se registraron los organismos de *Prionace glauca* desembarcados de las flotas artesanales en una hoja de registro (Anexo A); se identificó longitud total (LT), longitud Inter dorsal (IDL) (Medidas tomadas en centímetros (cm) con ayuda de una cinta métrica. (50MT TRUPER); se identificó su sexo (Macho ♂ y Hembras ♀) y se anotaron medidas biométricas de las estructuras reproductivas de interés, estos datos se obtuvieron con ayuda de un calibrado vernier y se aproximaron al milímetro (mm) más cercano. Para luego ser analizadas e interpretadas.

2.2.1 Identificación de la especie

La determinación de la especie de interés se llevó a cabo mediante un análisis morfológico detallado del condricio, utilizando como referencia las guías taxonómicas

y las claves de identificación según el Manual de ICCAT (2022). Y de acuerdo con las claves de identificación de Compagno (1984)

2.3. Talla del organismo

2.3.1. Longitud total (LT)

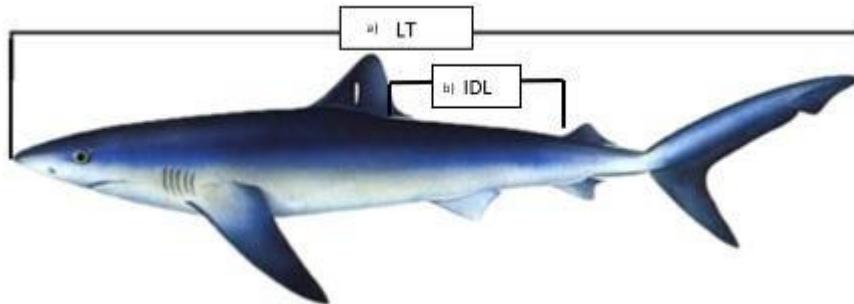
Distancia en línea recta desde la punta del morro hasta el extremo superior del lóbulo de la aleta caudal. (Figura 3). Esta medida se tomó tanto en hembras como machos.

2.3.2. Longitud inter dorsal (IDL):

Distancia desde el extremo posterior de la base de la primera aleta dorsal hasta el comienzo de la segunda aleta dorsal. (Figura 3)

Figura 3.

Longitud total e interdorsal de Prionace glauca.



Nota. a) Longitud Total; b) Longitud interdorsal.

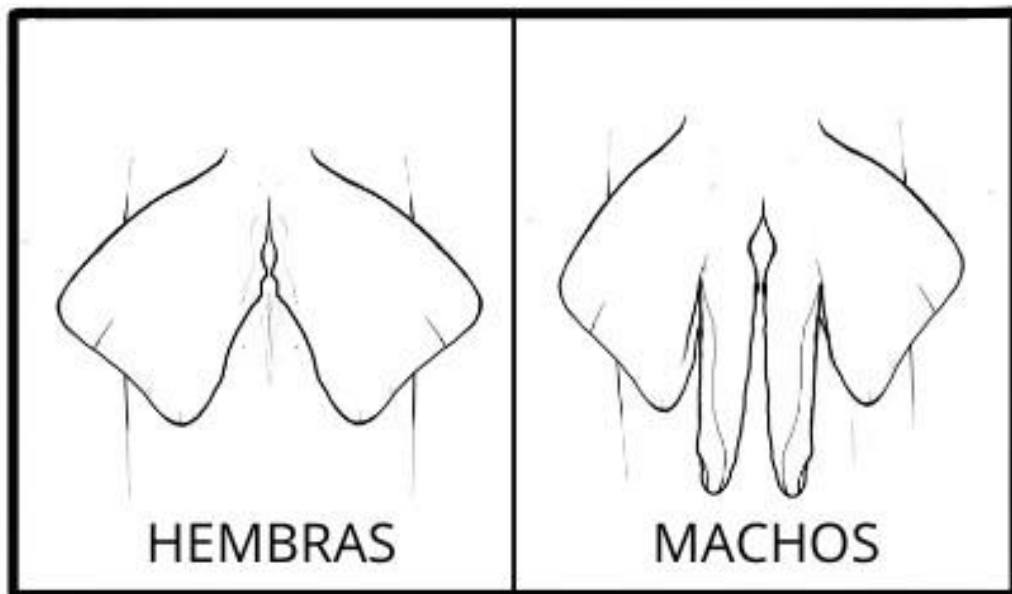
Todas las mediciones de longitud se registraron con el organismo en su posición natural, redondeando al centímetro más cercano. empleando una cinta métrica (50MT TRUPER) para garantizar la exactitud en los datos recopilados; tanto para hembras como para machos.

2.4. Identificación del sexo

La determinación del sexo de los tiburones se llevó a cabo mediante una inspección visual, identificando a los machos por la presencia de los órganos copuladores conocidos como gonopterigios o claspers. (Figura 4) (Cruz, 2007).

Figura 4.

Estructuras reproductivas externas de Prionace glauca.



Nota. Caracterización grafica de como identificar un macho de una hembra en *Prionace glauca*. En machos se denota la presencia de órganos copuladores en ambas aletas pélvicas.

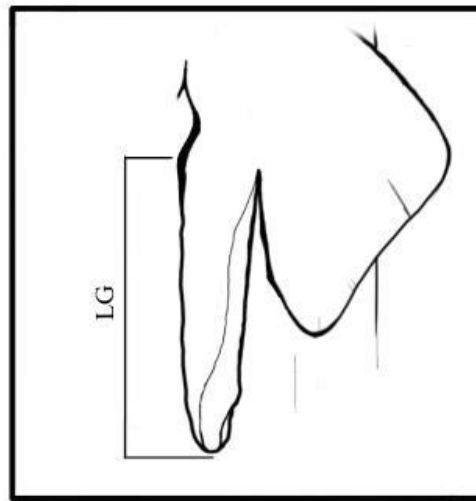
2.5. Características sexuales y datos biométricos en machos

2.5.1. Características externas

En los machos, se midió la longitud de los gonopterigios o claspers (LG) desde el punto de rotación del mismo hasta la parte distal del gonopterigio o clasper. (Figura 5).

Figura 5.

Longitud Gonopterigio (LG)



Nota. Longitud referencial desde el punto de rotación hasta la parte distal del gonopterigio.

2.5.2. Grado de calcificación del gonopterigio

Mediante un análisis de tacto, según Carrera, M. (2004). El grado de calcificación del gonopterigio se clasifica en tres escalas:

1.- No calcificado: El gonopterigio está completamente flácido y no se observa la presencia de semen, lo que sugiere que el individuo no ha alcanzado su madurez sexual.

2.- Semicalcificado: El gonopterigio muestra cierto grado de calcificación, lo cual indica que el individuo puede ocasionalmente contener esperma, pero no necesariamente ha alcanzado completamente la madurez sexual.

3.- Calcificado: El gonopterigio está completamente calcificado y rígido, con presencia de semen, lo que nos indica que el organismo ha alcanzado su madurez sexual.

2.5.3. Características de un gonopterigio maduro

Tigrero en 2012 destacó tres características clave para la identificación de un macho adulto:

a.- Rotación del gonopterigio: Capacidad de rotación a la parte anterior del animal.

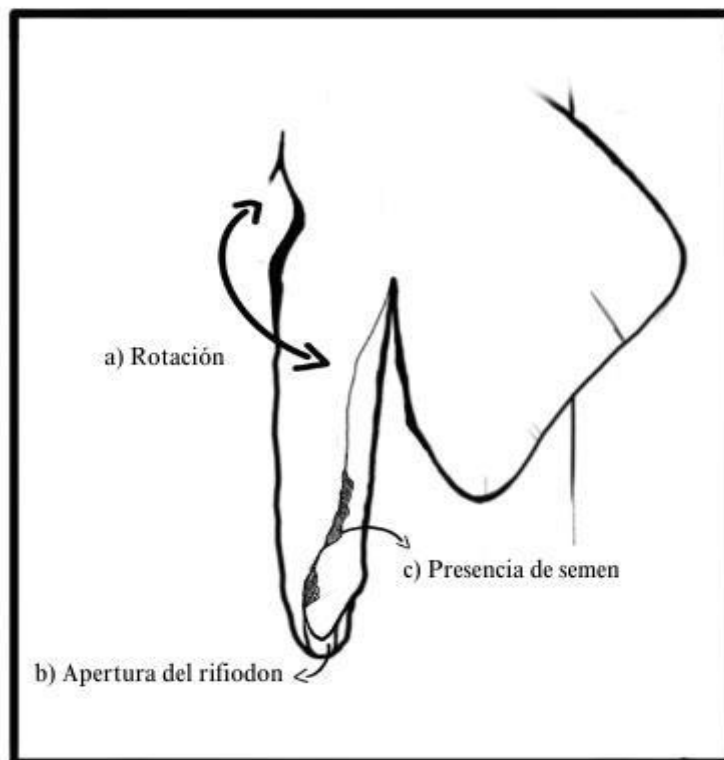
El gonopterigio gira sin problema (Figura 6).

b.- Apertura del rifiodón: Se denota la apertura en la punta distal del clasper o gonopterigio, donde se puede denotar o no la presencia de semen y hematomas (figura 6).

c.- Presencia de semen: Aplicando una ligera presión sobre el gonopterigio se puede verificar si existe la presencia o no de un fluido mucoso de tono blanquecino en el pliegue de la apertura del rifiodón (Figura 6).

Figura 6.

*Esquemmatización del gonopterigio de *Prionace glauca* que presenta madurez sexual.*



Nota. Características para la determinación de su madurez sexual; a) Rotación; b)

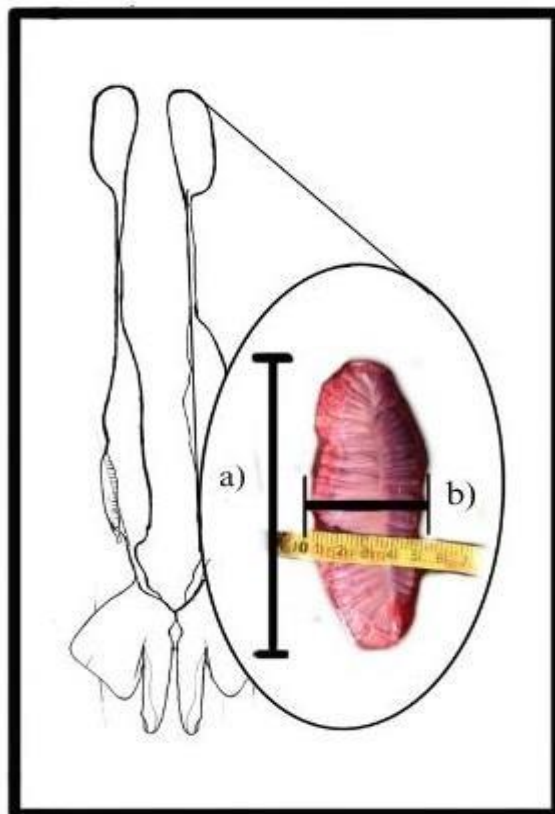
Rifiodón; c) Presencia de semen.

2.5.4. Características internas

Se registró tanto el ancho como el largo de los testículos, estos datos fueron aproximados al milímetro (mm) más cercano, con una cinta métrica (50MT TRUMP). (Figura 7)

Figura 7.

Caracterización de un aparato reproductor masculino.



Nota. a) Largo del testículo; b) Ancho del testículo. Medidas establecidas para la toma de data.

2.5.5. Escala de madurez sexual para machos

Para mejorar la precisión en la determinación del estado de madurez durante la transición, es crucial combinar las características biométricas y morfológicas con la presencia de productos sexuales. Por ejemplo, algunos machos pueden mostrar gonopterigios completamente calcificados, lo que indica supuesta madurez sexual, pero aún no alcanzan el estatus de macho adulto. Por otro lado, individuos cuyos gonopterigios no se encuentran completamente calcificados y cuyo rifiodón apenas se abre, va a presentar dificultades en la copulación, lo que sugiere que tampoco están maduros. Para mitigar estas inconsistencias, se sugiere implementar una escala de madurez sexual que aborde estas variabilidades.

Se utilizó la escala de madurez sexual para machos descrita por Carrera (2004) estableciendo dos estadios de madurez:

Machos inmaduros o juveniles (I): Se caracterizan por tener testículos pequeños de textura suave y color crema. Externamente, los gonopodios de estos machos muestran un inicio de calcificación, pero no muestran rotación y el rifiodón está cerrado, con poco o ningún fluido seminal evidente.

Machos en etapa de maduración (II): Los testículos empiezan a desarrollarse, volviéndose más firmes y adquiriendo una tonalidad rosada. Sus gonopodios están mayormente semicalcificados, algunos completamente, y pueden girar fácilmente, aunque el rifiodón permanece cerrado. Se puede notar la presencia de semen en los pliegues del gonopodio.

Macho maduro o adulto (III): Los testículos grandes y anchos, de textura firme y de color rosa. Los gonopterigios, de mayor tamaño, están completamente calcificados, giran fácilmente, y el rifiodón puede abrirse, puede haber la presencia de semen si el individuo se encuentra activo.

2.6. Características sexuales y datos biométricas en hembras

2.6.1. Marcas de cortejo

Las hembras de *Prionace glauca* presentan una piel más densa y robusta en comparación con los machos. Esta adaptación evolutiva es esencial para su protección durante el proceso de copulación, debido a que los machos frecuentemente muerden a las hembras para sujetarlas durante el apareamiento, por lo que es considerado un indicador de la

etapa de madurez. Estas marcas se presentan en la parte dorsal del organismo (Foto 1, Anexo B).

2.6.2. Ancho del útero

Según Carrera, (2004), el diámetro del útero proporciona información crucial sobre la fase de madurez del organismo.

Inmaduras:

Estadio I: Úteros estrechos indican que la hembra está en una etapa inmadura.

Estadio II: Si los úteros están moderadamente ensanchados (>25 mm), sugiere que la hembra se encuentra en un proceso de desarrollo.

Maduras

Estadio III: Úteros gruesos y anchos pueden indicar que la hembra está madura, pero sin embriones.

Estadio IV: Si contienen huevos fecundados o embriones en desarrollo.

Estadio V: Los úteros expandidos se asocian con el periodo posparto.

2.6.3. Desarrollo de la glándula oviducal

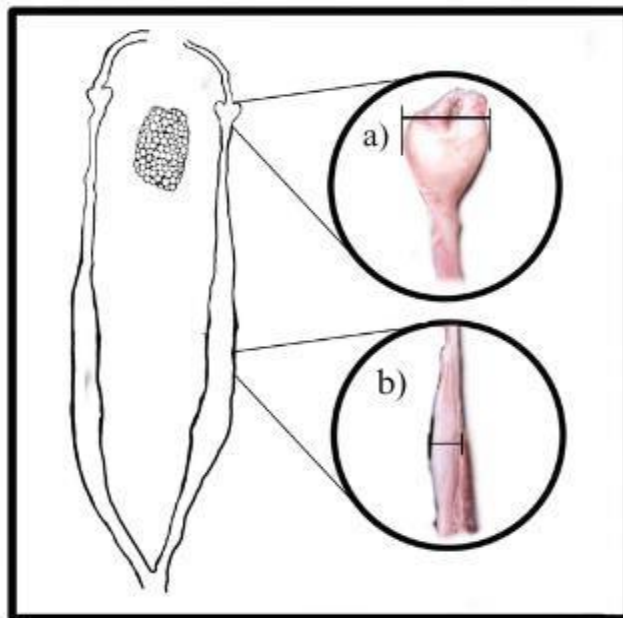
En juveniles, la glándula oviducal muestra dimensiones pequeñas y, a veces, su morfología no es claramente distinguible. Sin embargo, en las hembras subadultas, esta estructura se desarrolla rápidamente y se diferencia, aumentando su tamaño. (Hazin, y Lessa, 2005)

Cuando alcanzan la edad adulta o la madurez sexual, la glándula adopta una forma que se asemeja a un corazón y cumple tres funciones esenciales: almacenar esperma, fertilizar los óvulos y proteger los huevos con una envoltura. Durante el período de gestación o después del parto, las hembras exhiben una glándula de tamaño similar a la de los adultos.

(Tigrero, 2012). Las medidas fueron tomadas con un calibrador vernier a su milímetro (mm) más cercano (Figura 8).

Figura 8.

Esquemmatización del aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca



Nota. a) longitud glándula oviducal; b) longitud del útero.

2.6.4. Estadio de madurez sexual en hembras

Se utilizó la escala de madurez sexual descrita por (Carrera, 2012) donde se propone 5 estadios:

Hembras inmaduras (I): Se caracterizan por tener un ovario de tamaño reducido, flácido y sin desarrollo, glándulas oviducuales con un desarrollo mínimo y un útero apenas perceptible.

Hembras subadultas (II) Exhiben ovarios y oviductos en proceso de desarrollo, con ovocitos que aumentan de tamaño, y una diferenciación progresiva de las glándulas oviducuales.

Hembras maduras (III): Las hembras presentan ovarios bien desarrollados que contienen ovocitos grandes y vitelados, de color amarillo, junto con glándulas oviducuales con forma de corazón. Además, los úteros aumentan su grosor y se pueden observar marcas de cortejo.

Hembras grávidas (IV): Se identifican fácilmente por la presencia de huevos fertilizados o embriones en el útero. El ovario puede mostrar ovocitos en diferentes etapas de desarrollo, y es común observar marcas de cortejo durante esta fase.

Hembras posparto (V): Se caracterizan por tener úteros distendidos con grandes cantidades de material placentario en su interior. Los ovocitos presentes en el ovario son de tamaño considerable, y pueden observarse como señales de cortejo previo.

2.7. Fase de gabinete

2.7.1. Procesamiento de datos

Todos los datos recolectados se agruparon en una hoja de registro digital en (Microsoft office Excel), para luego ser interpretados y analizados en la plataforma Past 4.13v.

Se utilizó la correlación de Spearman, histogramas y análisis univariados para correlacionar las variables que indican el estado de madurez sexual de *Prionace glauca* y determinar las características más asociadas a la talla y el sexo durante el período de julio 2023 a junio 2024.

2.7.2. Abundancia estacional

Para la abundancia relativa se estimó calculando el número total de organismo, con respecto al total de organismos registrados mensual durante todo el periodo del muestreo,

se realizaron graficas en función al número de organismos recolectados y el tiempo (meses), con propósito de conocer la época del año en la que presenta picos de abundancia.

2.7.3. Estructura de tallas

La data obtenida de la longitud total de cada organismo se agrupó en una tabla de frecuencia (regla de Sturges, en Daniel, 2012). En base a la tabla de frecuencia se graficaron histogramas, tanto para hembras como para machos; se realizaron estadísticas descriptivas, estimando la talla promedio, talla mínima, talla máxima, desviación estándar, varianza y error estándar, delimitando así la parte de la población que está siendo impactada por la captura incidental en el puerto de Santa Rosa Salinas.

2.8. Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual no indica cuando el 50% de la población esta sexualmente madura, esta medida varia tanto en hembras como en machos, por lo que se utilizó el método logístico para tiburones mencionado por King (1995).

$$\%M = \frac{1}{1 + e(1 + (a + bx))}$$

Donde:

○ %Ms: Porcentaje de madurez sexual o

a: Interacción ○ b: Inclinación de la

curva

○ x: Longitud total

Para conocer la talla en la que los machos alcanzaron una madurez sexual de acuerdo con los criterios morfológicos, se utilizó la escala de madurez sexual descrita por (Carrera, 2012).

Las características morfológicas por tomar en consideración son:

Para machos.

Los testículos muestran una consistencia más firme y un color rosado. Se midió tanto el ancho como el largo y su relación con variables de interés, como la talla del individuo y su madurez sexual.

Los gonopterigios, de mayor tamaño, calcificación, giran fácilmente, y apertura del rifiodón

Se denota presencia de semen entre los pliegues de los gonopterigios.

Para las hembras.

Organismos que presentaran embriones o ancho del útero de 5-22 cm (Mollet et al., 2000)

Presencia de marcas de cortejo

Ancho de la glándula oviducal

Se llevaron a cabo análisis de correlación entre variables, con el fin de determinar la asociación entre la longitud total del individuo con la longitud del gonopterigio. Además de datos no contables como la calcificación, presencia de semen, entre otras variables ya mencionadas anteriormente.

En el caso de las hembras, se aplicó el mismo análisis para evaluar la relación entre el ancho de la glándula oviducal con la longitud total del organismo y también su relación con el ancho del útero, dado que este último parámetro también se considera un índice de madurez sexual según Carrera. (2004)

La talla de primera madurez para hembras y machos se estimó cuando el 50% de los individuos en la frecuencia de clase alcanzaron la madurez sexual (Pratt y Otake, 1990).

CAPITULO III

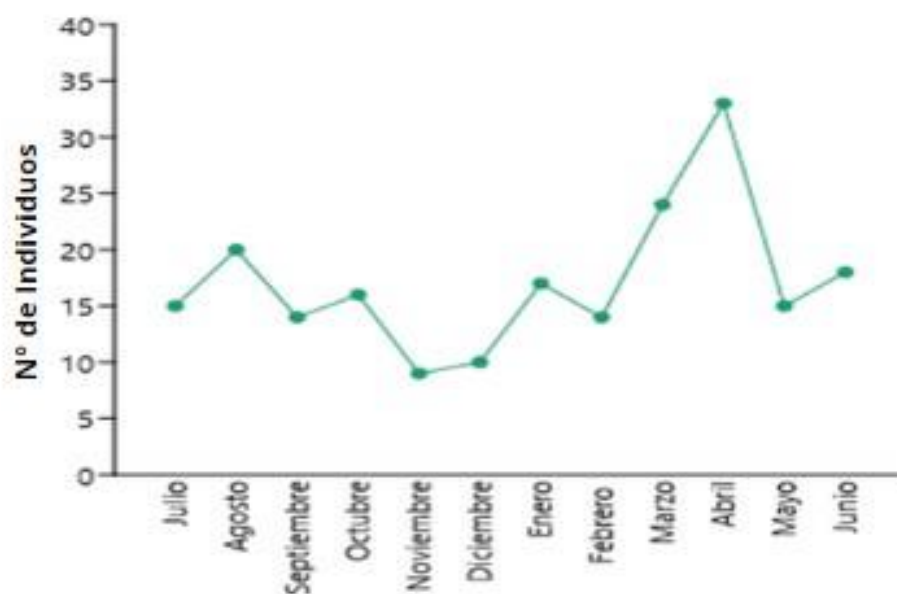
3. Análisis de resultados

3.1. Evaluación de la población

Durante el periodo de muestreo de julio de 2023 a junio de 2024, se analizaron 205 tiburones azules (*Prionace glauca*) en el puerto de Santa Rosa - Salinas, de los cuales 124 eran machos y 81 hembras. La abundancia de esta especie se mantuvo constante a lo largo del año, con un pico máximo en abril, cuando se registraron 33 organismos (Figura 9).

Figura 9.

Abundancia relativa de Prionace glauca desembarcados en el puerto de Santa Rosa, Ecuador., julio 2023 – junio 2024



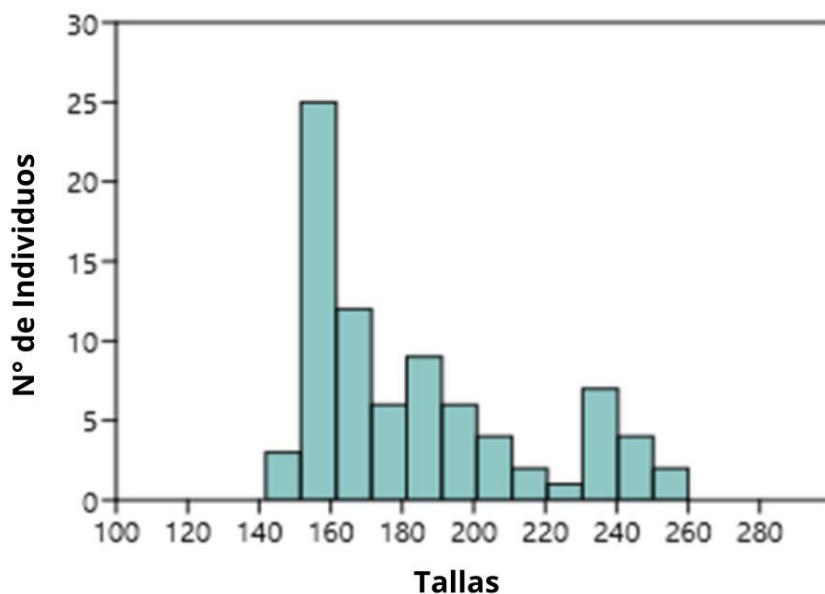
Nota. Numero de organismo registrados vs tiempo (meses), periodo julio 2023 – junio 2024.

Intervalo de tallas de hembras de *Prionace glauca*

Para hembras de *Prionace glauca*, la talla mínima registrada fue de 148 cm de longitud total (LT) y la máxima fue de 255 cm (LT). El promedio de longitud fue de 184.41 ± 3.39 cm, con una mediana de 172 cm. El intervalo de talla con mayor índice de captura se situó entre 150 y 161 cm, con un total de 25 organismos. (Figura 10).

Figura 10.

Abundancia en hembras de Prionace glauca. julio 2023 – junio 2024



Nota. Numero de hembras vs frecuencia de tallas. Periodo julio 2023 a julio 2024.

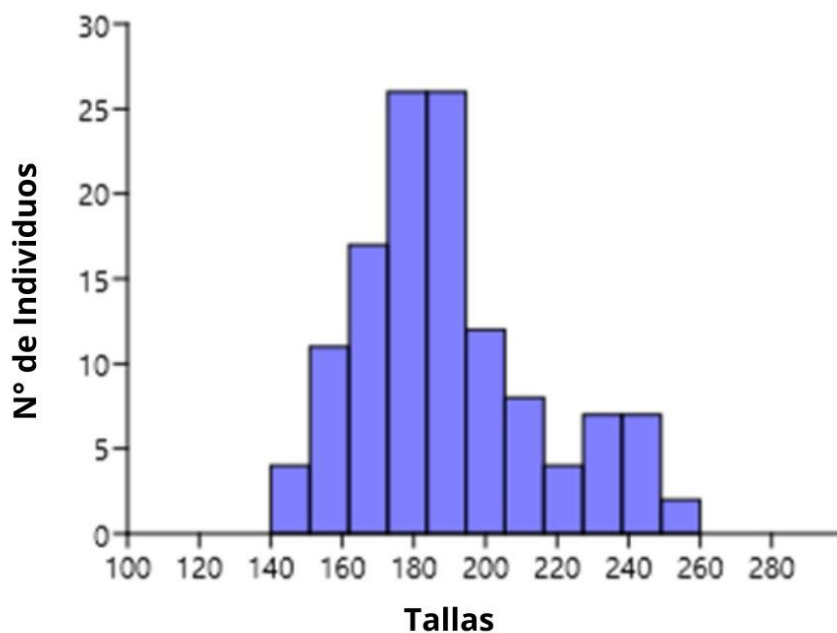
Intervalo de tallas de machos de *Prionace glauca*

Para machos de *Prionace glauca*, el intervalo de tallas registrado fue de 145 a 252 cm.

El promedio de longitud fue de 189.52 ± 2.36 cm, con una mediana de 185 cm. El mayor índice de captura para los machos se observó en dos intervalos: de 171 a 182 cm y de 183 a 194 cm, con 26 organismos en cada uno de estos intervalos (Figura 11).

Figura 11.

Abundancia en machos de Prionace glauca. julio 2023 – junio 2024



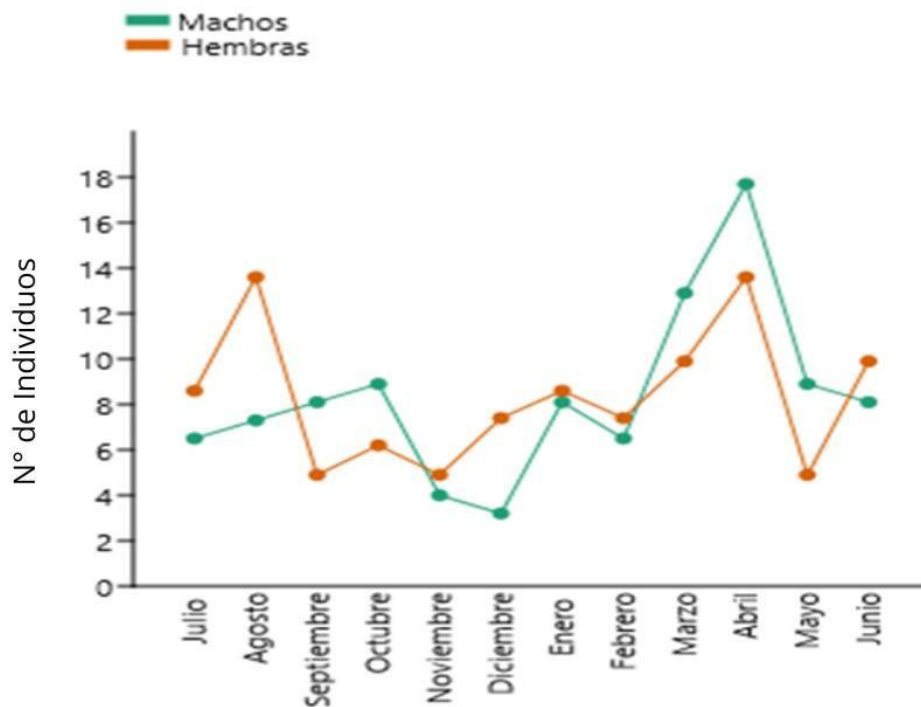
Nota. Numero de machos analizados vs frecuencia de tallas, mayor intervalo de tallas capturadas en longitudes totales (LT) de 170 – 190 cm.

3.2. Composición de sexos

La mayor abundancia de machos se observó en el mes de abril 2024, con un registro de 17.7 % del desembarque total, mientras que para hembras se registraron dos picos de abundancia, en el mes de agosto y abril del 2024 respectivamente, ambos con un 13.6 % del desembarque total. (Figura 12)

Figura 12.

Porcentajes de organismo (Hembras y machos) por mes durante el periodo de muestreo.

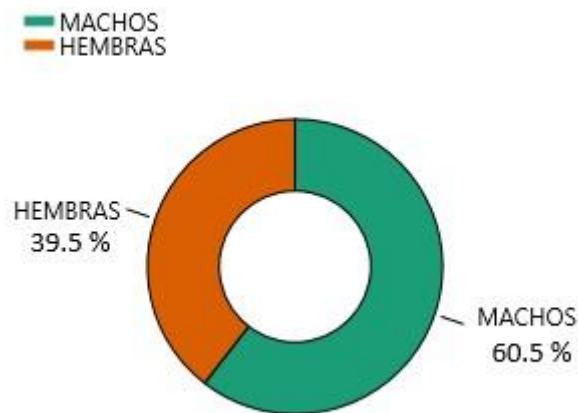


Nota. Número de individuos hembras por meses de muestreo (Hembras de color naranja); Número de individuos machos por meses de muestreo (Machos de color verde).

Durante el periodo de julio de 2023 a junio de 2024, se registraron un total de 205 organismos de los cuales 124 fueron machos, lo que equivale al 60.5 % de la población total muestreada y 81 individuos fueron hembras con un porcentaje de 39.5% sobre un 100% de la población (Figura 13).

Figura 13.

Composición de sexo durante el periodo muestreado.



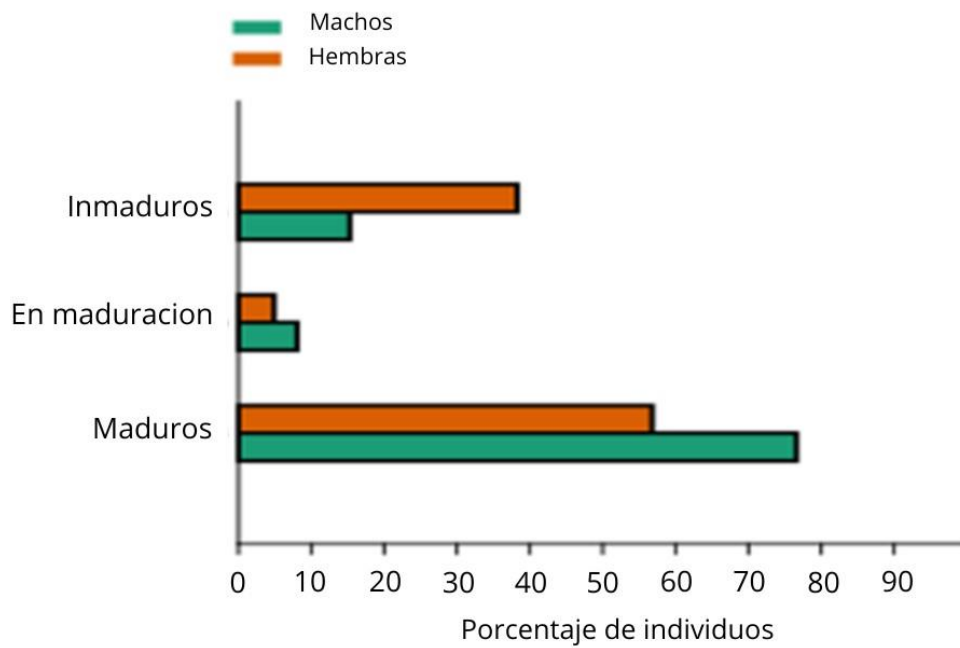
Nota. Grafica del porcentaje de la proporción de sexo de *Prionace glauca* en el periodo julio 2023 – junio 2024.

En machos de *Prionace glauca* de los 124 organismo recolectados, se registraron 95 organismo adultos (Estadio III), correspondiendo al 76,6% de los desembarques en machos, 10 individuos se categorizaron como en maduración (Estadio II), es decir machos en proceso de maduración con 8.06% respectivamente y por último se registraron 19 individuos inmaduros (Estadio I) con un porcentaje de 15.32% de los desembarques de machos en el periodo julio 2023 a junio 2024 (Figura 14).

En hembras de *Prionace glauca* durante el periodo muestreado se obtuvieron un total de 81 organismo, de los cuales 46 individuos se categorizaron como hembras maduras (Estadio III, IV o V), correspondiendo al 56.79%, 4 hembras presentaron características de una hembra subadulta, un 4.93% respectivamente del desembarque total de hembras y 31 hembras se catalogaron como inmaduras por sus características sexuales observadas, con un 38.27% del desembarque total de hembras durante el periodo junio 2023 – julio 2024. (Figura 14).

Figura 14.

Porcentajes de hembras y machos según su estadio.



Nota. Se calcularon los porcentajes tanto de hembras como en machos según su estadio de madurez sexual, (Inmaduros; En madurez; Maduros). De *Prionace glauca* periodo junio 2023 – julio 2024.

3.4. Evaluación de los aspectos reproductivos en correlación de su tallas y sexo

Machos

Se tomaron en consideración 123 organismos con tallas de longitud total (LT) que oscilaron de 145 – 252 cm. Con las siguientes variables:

Longitud total (LT); Largo de gonopterigio (LG); Largo del Testículo (Largo); Ancho del testículo (Ancho); Presenta calcificación (calci), semi calcificado (Semicalci), no calcificado (Nocalci); Rifiodon abierto (Abierto); Rifiodon cerrado (Cerrado); Inmaduros (Estadio I); Maduros (Estadio II) (Figura 15).

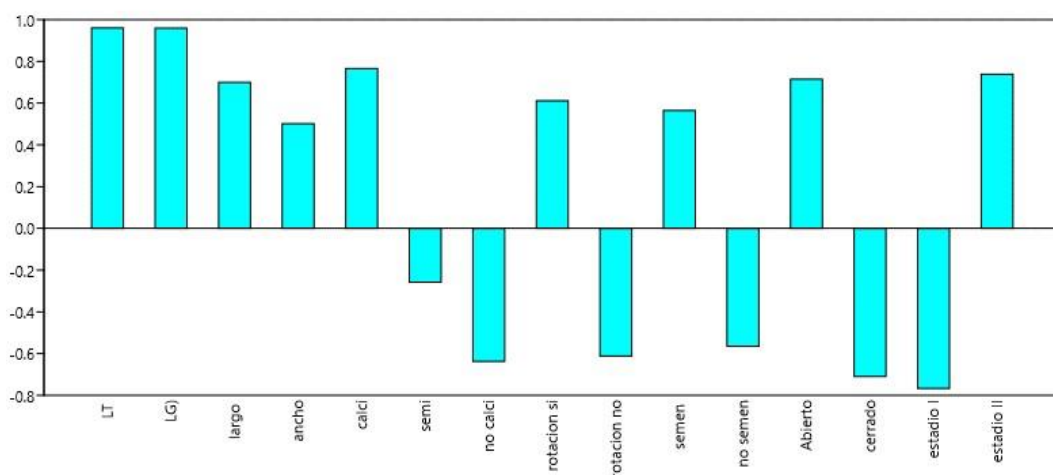
3.4.1. Correlación entre variables.

El grafico de barras (Figura 15) muestra el coeficiente de correlación en valores que variar desde -1 hasta 1. vs Las variables de interés descritas anteriormente. Donde se denota que la longitud total (LT), tiene una relación fuertemente positiva con el estadio de madurez sexual, indicando que, a mayor talla, más relación tendrá con un organismo sexualmente maduro, por lo contrario de lo que nos indica la correlación con el estadio

I, donde tiene una correlación fuerte pero negativa, lo que manifiesta que entra más grande el organismo menos será la relación con un organismo sexualmente inmaduro.

Figura 15.

Correlación entre variables de Prionace glauca.



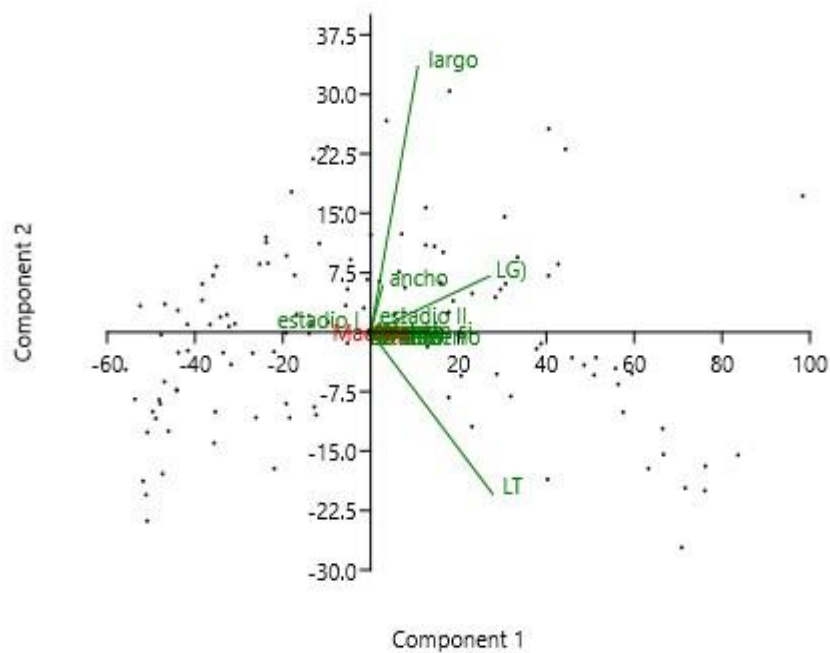
Nota. Este grafico muestra la correlación entre diferentes variables de interés para la evaluación de la madurez sexual en machos de *Prionace glauca*, esto parte del análisis de PCA – Loading plot.

Aparte de esto se usó un análisis de PCA (análisis de componentes principales) con un diagramado de dispersión (scatter plot) para poder determinar varianza y relación que

existen entre las variables analizadas, el mismo que se presenta a continuación (Figura 16).

Figura 16.

Análisis de PCA scatter plot de ejemplares machos



Nota. En base a lo expuesto en la (Figura 16), se logra inferir que, los puntos negros representan las observaciones del conjunto de datos proyectadas en el espacio de los dos primeros componentes principales.

La dispersión de los puntos indica cómo las observaciones se distribuyen en relación con las dos componentes principales. Las observaciones que están más alejadas del origen (0,0) son aquellas que tienen características más extremas o distintivas. La variable

"largo" parece estar más fuertemente correlacionada con la Componente 2, ya que su flecha está más alineada con el eje y.

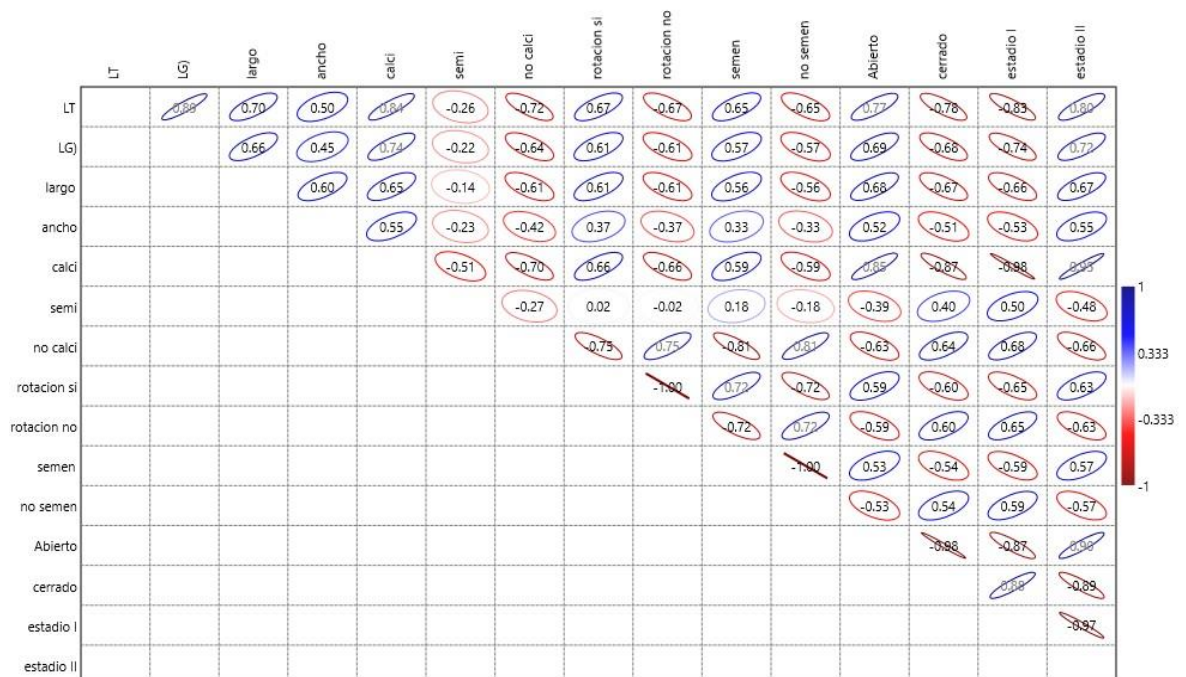
La variable "LT" parece estar más fuertemente correlacionada negativamente con la Componente 1, ya que su flecha apunta en la dirección opuesta al eje x positivo. Las variables "ancho", "LG" y "estadio II" parecen estar más correlacionadas positivamente con la Componente 1. Variables cuyas flechas están cerca una de la otra en el gráfico tienden a estar correlacionadas entre sí. Por ejemplo, "ancho" y "LG" están bastante cerca una de la otra, lo que sugiere que estas variables pueden estar correlacionadas positivamente.

3.4.2. Análisis Específico en correlación con la talla del individuo.

En la matriz de correlación (Figura 17) se aprecia con más detalle la correlación que existe entre las variables.

Figura 17.

Matriz de correlación entre las 15 variables.



Nota. Las elipses representan los coeficientes de relación de Spearman, que dependiendo su orientación y forma de la misma brindan una idea visual de la fuerza y la dirección de la correlación.

Bajo la interpretación de la gráfica se demuestra que se tiene una fuerte correlación positiva entre la longitud total (LT) del organismo y la longitud del gonopterigio. (LG)

($R=0.86$). Lo que manifiesta que a mayor talla del individuo mayor será la longitud del gonopterigio (LG) (Figura 17).

En machos inmaduros la longitud total (LT) mínima fue de 145cm con un gonopterigio de longitud de 101mm, En machos maduros la longitud total (LT) máxima registrada fue de 252cm, y una longitud del gonopterigio de 189mm y la longitud total (LT) mínima para machos maduros fue de 167cm con un gonopterigio de 123mm. Lo que nos indica que la correlación se cumple. A mayor talla del individuo mayor tamaño del gonopterigio.

La correlación que existe entre la longitud total (LT) y la calcificación; semi calcificación y no calcificación es otro aspecto que tomar en consideración para analizar el estadio de madurez sexual, 98 individuos de *Prionace glauca* presentaron el rifiodón calcificado, pero solo 95 organismos se catalogaron sexualmente maduros. 10 organismo presentaron el rifiodón semi calcificado y 16 individuos no presentaron calcificación, los cuales fueron denominados inmaduros.

Definiendo también que a mayor longitud (LT) más probabilidad existe que el organismo presente calcificación. con un coeficiente $r = 0.85$. (Figura 16). Aunque presente correlación fuerte positiva y es un indicador de la madurez sexual se tienen que tomar en

cuenta otros aspectos tales como, si es rifiodón está abierto o cerrado, y determinar el estadio de madurez sexual de una forma más eficiente.

De igual forma al correlacionar la longitud total (LT) con la presencia de un rifiodón no calcificado presenta una correlación fuerte y negativa ($r = -0.72$) lo que indica que, a mayor talla, menor será la correlación con un individuo inmaduro.

En cuanto a la presencia de semen la correlación es moderada y positiva ($r = 65$), 89 individuos presentaron semen en su gonopterigio, lo que nos indica que la presencia de esta mucosidad blanca en las paredes del gonopterigio, no es una evidencia fuerte que permita evaluar el estado de madurez.

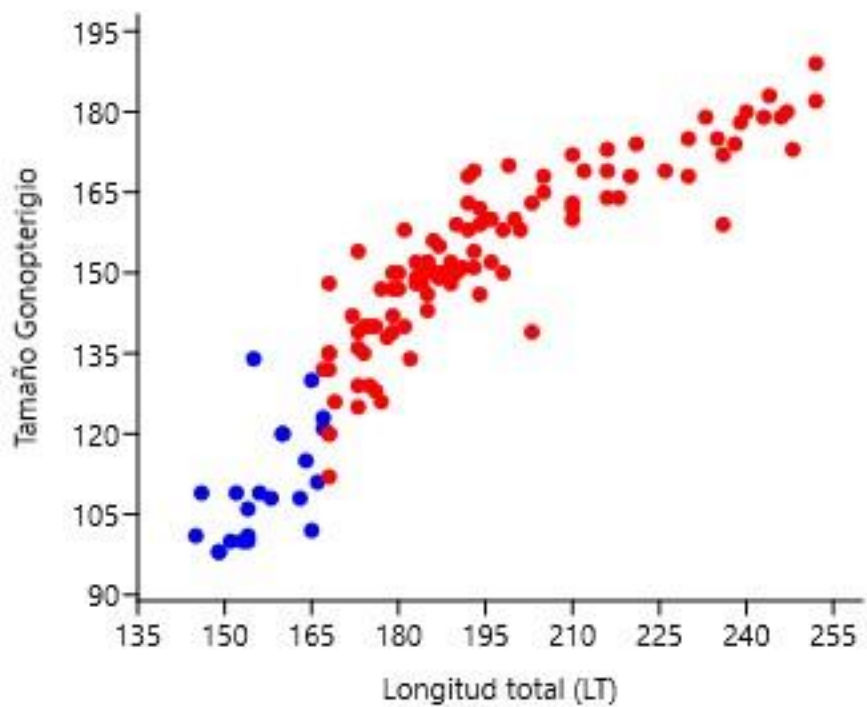
3.4.3. Datos biométricos y su correlación con la longitud total en machos

Se observó que existe una relación de acuerdo con el modelo logístico, entre la longitud total (LT) del organismo y la longitud del gonopterigio (LG), esto nos indica que a medida que crece el organismo la longitud del gonopterigio también aumenta, en machos inmaduros la longitud de esta estructura reproductiva apenas alcanza las aletas pélvicas, pero conforme va incrementando su talla y madurez sexual se incrementa la longitud del gonopterigio. ($r = 0.86$) (Figura 18).

La longitud mínima del gonopterigio fue de 94mm y la máxima fue de 189mm. En individuos que su rango de tallas se encontró entre 145 – 252 cm (LT)

Figura 18.

Diagrama de dispersión en base a la longitud del gonopterigio vs la longitud total (LT) de cada organismo de Prionace glauca, periodo julio 2023 y junio 2024.



Nota. La longitud total está representada en centímetros (cm); el tamaño del gonopterigio está en milímetros (mm). Puntos azules representan a los machos inmaduros; puntos rojos representan a los machos maduros.

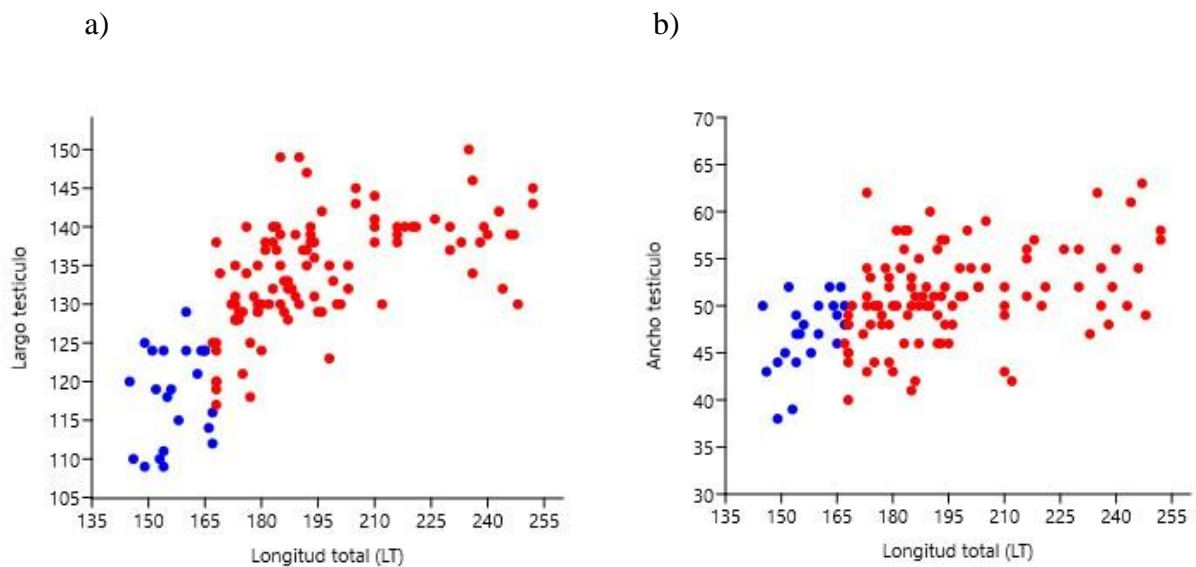
3.4.4. Relación longitud total (LT) del macho – largo y ancho de los testículos.

Como se puede evidenciar en el grafico 7, el largo y ancho de los testículos varia en relación con la talla del individuo, principalmente cuando el individuo se va acercando a la madurez sexual, de acuerdo con lo que menciona (Cruz., 2007). A pesar de tener una correlación medianamente fuerte ($r= 0.6$) para largo y aún más baja para el ancho ($r = 0.4$)

Una posible razón a la dispersión de puntos tan alejada de una correlación se debe a que el testículo tiende a ensancharse y alargarse a medida que el animal lo necesite para sus procesos de reproducción (Figura 19).

Figura 19.

Gráfico de dispersión del largo y ancho del testículo (mm) vs la longitud total del organismo (cm) (LT)



Nota. a) Largo del testículo (mm) – Longitud Total (cm) b) Ancho del testículo – Longitud total (cm) de *Prionace glauca*. (Rojos = Inmaduros; Azules = Maduros)

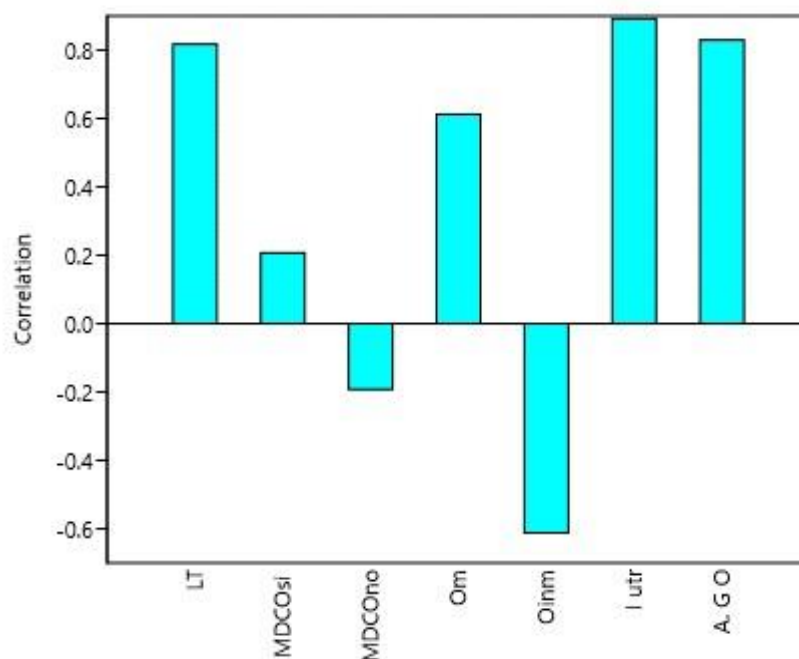
3.5.1. Evaluación de los aspectos reproductivos en correlación de su tallas y sexo

Hembras

Para el análisis de los datos en hembras se siguieron los mismos protocolos que para machos, con variables diferentes en función de sus aspectos reproductivos (Figura 20)

Figura 20.

Correlación entre variables de hembras Prionace glauca.



Nota. Este gráfico muestra la correlación entre 7 diferentes variables para la evaluación de la madurez sexual en hembras de *Prionace glauca*. Julio 2023 – junio 2024; Longitud total (LT); Presencia de marcas de cortejo (MDCOsi); No presenta marcas de cortejo (MDCOno); Ovario maduro (Om); Ovario inmaduro (Oinm); Ancho útero (l utr); Ancho de la glándula oviducal (A. GO), esto parte del análisis de PCA – Loading plot.

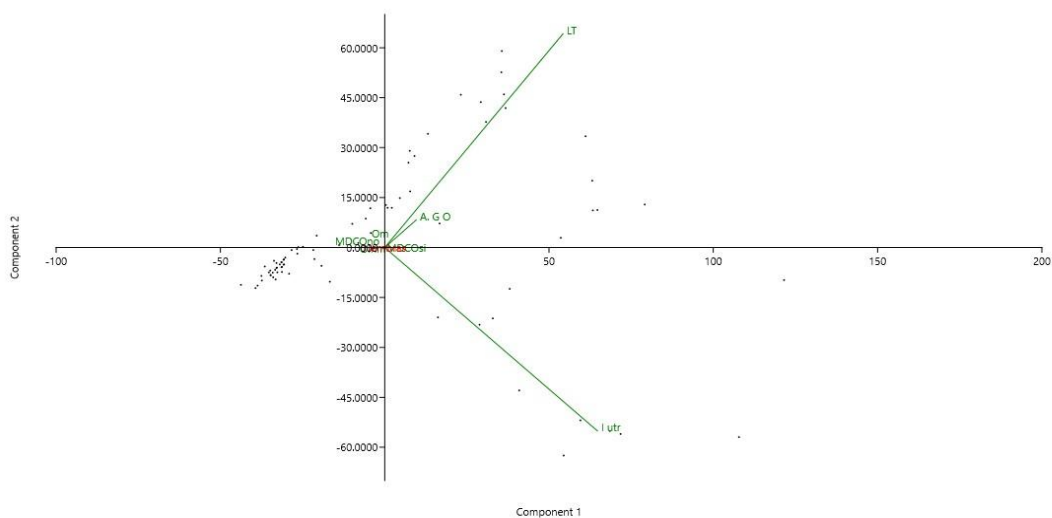
El gráfico (Figura 20) nos indica la correlación que existe entre variables. Las cuales fueron consideradas por ser indicadoras del estado de madurez sexual de la hembra:

Longitud total (LT); Presencia de marcas de cortejo (MDCOsi); No presencia de marcas de cortejo (MDCOno); Ovario maduro (Om); Ovario inmaduro (Oinm); Ancho del útero (l utr); Ancho de la glándula oviducal (A. GO).

Aparte de esto se usó un análisis de PCA (análisis de componentes principales) con un diagramado de dispersión (scatter plot) para poder determinar varianza y relación que existen entre las variables analizadas, el mismo que se presenta a continuación, (Tabla 4) (Figura 21).

Figura 21

Análisis de PCA scatter plot de ejemplares hembras



En base a lo expuesto en la (Figura 21), se logra inferir que, los puntos negros representan las observaciones del conjunto de datos proyectadas en el espacio de los dos primeros componentes principales.

La dispersión de los puntos indica cómo las observaciones se distribuyen en relación con las dos componentes principales. Las observaciones que están más alejadas del origen (0,0) son aquellas que tienen características más extremas o distintivas. La variable "LT" parece estar fuertemente correlacionada con el Componente 2, ya que su flecha está alineada con el eje y. La variable "I utr" parece estar fuertemente correlacionada

negativamente con el Componente 2, ya que su flecha apunta en la dirección opuesta al eje y.

Las variables "A.G.O" "MDCOsi" "MDCOno" "OM" "Oinm" parecen tener menos influencia en la separación de las componentes principales, ya que sus flechas son más cortas y están más cerca del origen.

La mayoría de las observaciones están dispersas en la zona central del gráfico, lo que indica que estas observaciones no son extremas en las variables originales. Hay algunas observaciones que se dispersan más lejos del origen, lo que sugiere que tienen características más extremas en las variables originales.

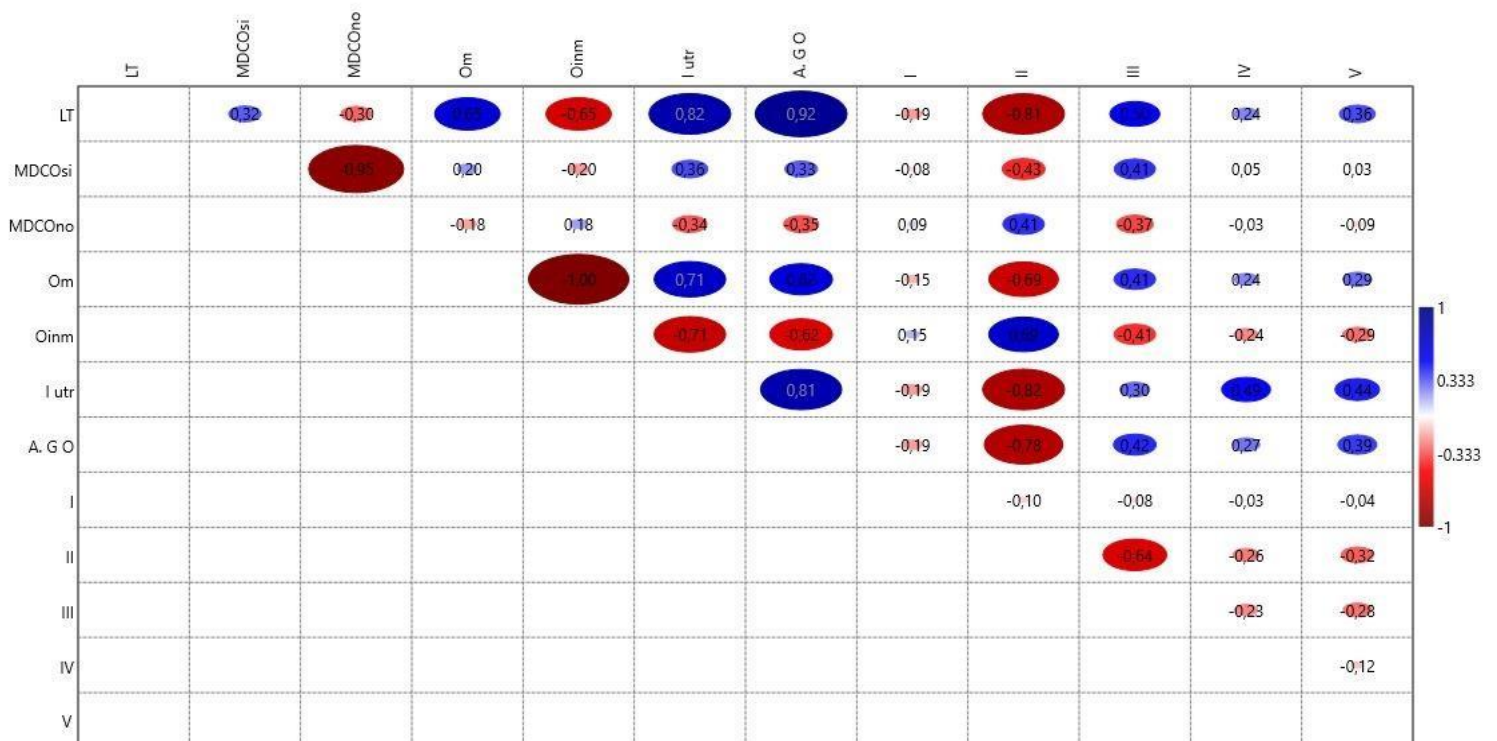
3.5.2. Análisis Especifico de las variables en relación con la longitud total (LT)

Los resultados didácticos hacen mención a los aspectos más importantes a tomar en consideración para analizar el estadio sexual en la que se encuentran los individuos de *Prionace glauca.*, para la estimación de la primera talla de madurez sexual en hembras

según la evaluación de las variables es la observación del ovario, (maduro o inmaduro) con un valor $r = 0.65$ (Figura 22).

Figura 22.

Matriz de correlación entre las 11 variables para hembras de Prionace glauca



Nota. Las elipses representan los coeficientes de relación de Spearman, que dependiendo su orientación y forma de la misma brindan una idea visual de la fuerza y la dirección de la correlación.

Lo que nos indica una relación moderada positiva, mencionando que a mayor talla del individuo mayor será su relación con un ovario maduro. Afirmamos esta correlación al ver que de las 81 hembras registradas 50 presentaron un ovario maduro, (ovocitos grandes y de color amarillento). Pero tan solo 46 organismos fueron sexualmente maduros, lo que indica que existe otro criterio que va a determinar la escala de madurez sexual en la que se encuentra cada organismo.

De igual forma según los resultados obtenidos se evidencia la fuerte correlación que existe con respecto al Ancho del útero con un valor de $r = 0.82$. por lo que fue considerado otro aspecto importante en la determinación de la primera talla de madurez sexual. De igual forma, el Ancho de la glándula oviducal con un valor $r = 0.92$. Es un aspecto que tomar en consideración para su correcta interpretación.

3.5.3. Datos biométricos y su correlación con la longitud total en hembras

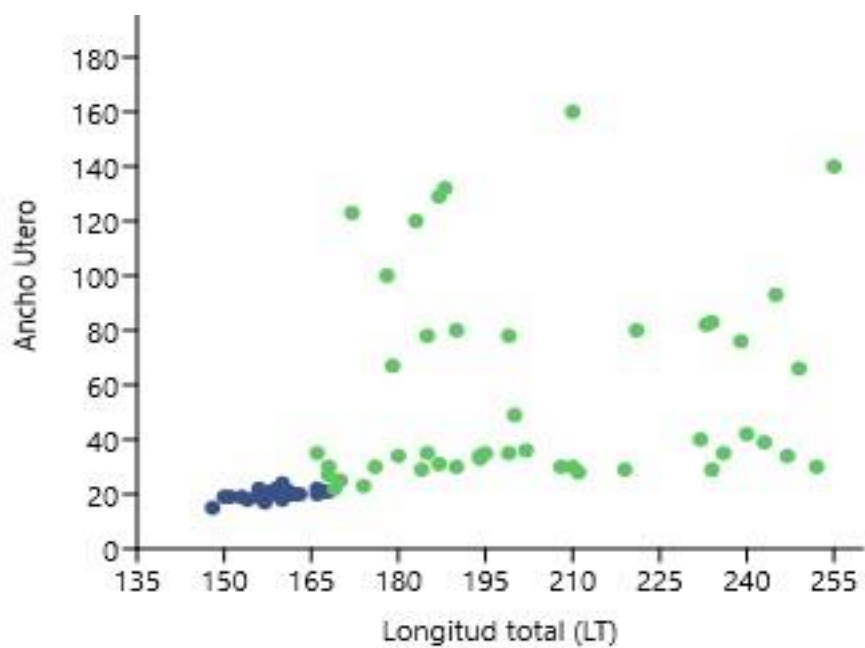
Para los datos biométricos se tomó en cuenta el ancho, tanto de la glándula oviducal como del útero de la forma ya descrita anteriormente y se lo compara con la talla de cada individuo.

Se analizó la relación entre la longitud (LT) del organismo y el ancho del útero (mm)

(Figura 23)

Figura 23.

*Gráfico de dispersión entre la talla total de *Prionace glauca* y la longitud del útero*



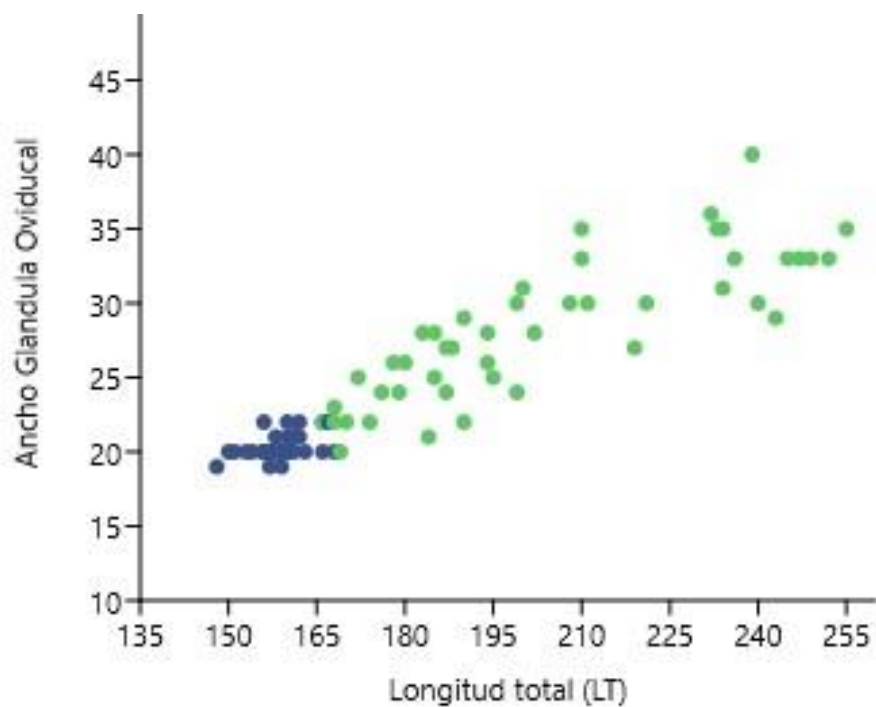
Nota. puntos azules: inmaduras puntos verdes: maduras. Periodo julio 2023 – julio 2024.

La relación que se evidencia entre el ancho de la glándula oviducal y la longitud total (LT) de 81 hembras con un intervalo de 19 a 40mm en longitudes totales (LT) que fueron

de 148 – 255 cm (LT) (Grafico 11) donde se demuestra que existe una asociación positiva entre el ancho de la glándula oviducal y la longitud total del organismo. ($r = 0.92$)

Figura 24.

Longitud total (LT) – Ancho glándula oviducal (AGO) de Prionace glauca periodo julio 2023 – julio 2024.



Nota. Puntos azules representan a hembras inmaduras; mientras que, los puntos verdes representan a hembras maduras. Periodo julio 2023 – julio 2024.

Se observa que las hembras inmaduras siguen una tendencia y a medida que alcanzan su madurez sexual los datos son variados, esto se debe a que según su estadio de madurez sexual el útero se ensancha por la presencia de embriones. Este dato fue tomado en cuenta ya que las hembras que presentan embriones o en gestación son catalogadas como maduras.

La hembra con el ancho de la glándula oviducal más pequeño fue una hembra inmadura de 148cm y 19mm de ancho respectivamente, mientras la hembra con el ancho de la glándula oviducal más grande fue de 40mm, correspondiente a una hembra madura postparto (Estadio V) de 239cm de longitud total (LT).

Por lo que se manifiesta que, a mayor longitud del individuo, mayor será la correlación con una hembra madura presentando mayor ancho de la glándula oviducal.

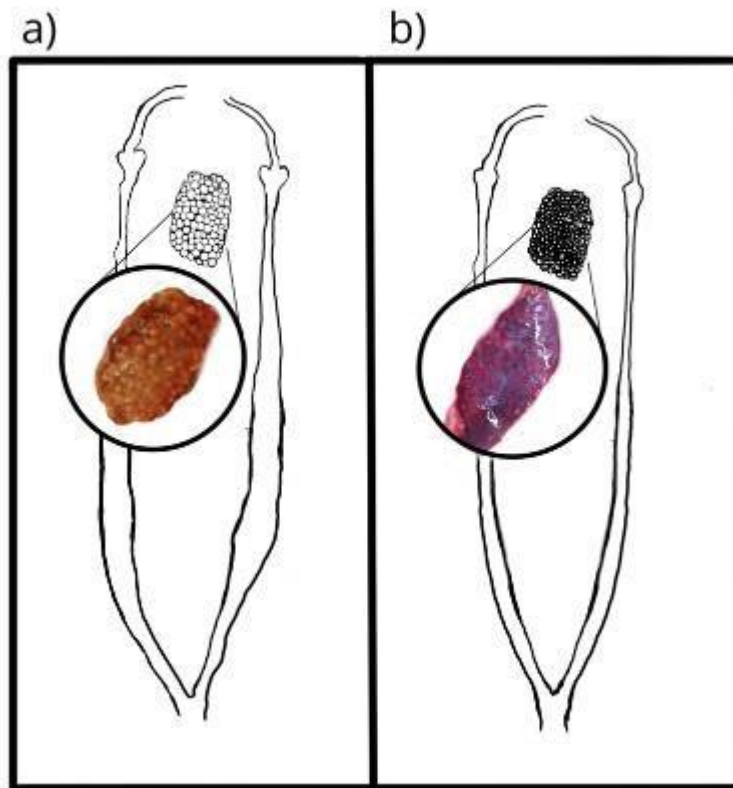
3.6. Descripción de las características morfológicas de las estructuras

reproductivas en machos y hembras

Una de las principales características que permiten distinguir un organismo inmaduro de un organismo maduro en las hembras de *Prionace glauca*, es la observación de su ovario (Figura 25).

Figura 25.

Diferencia en el ovario de una hembra adulta y una hembra inmadura de Prionace glauca, periodo junio 2023- julio 2024

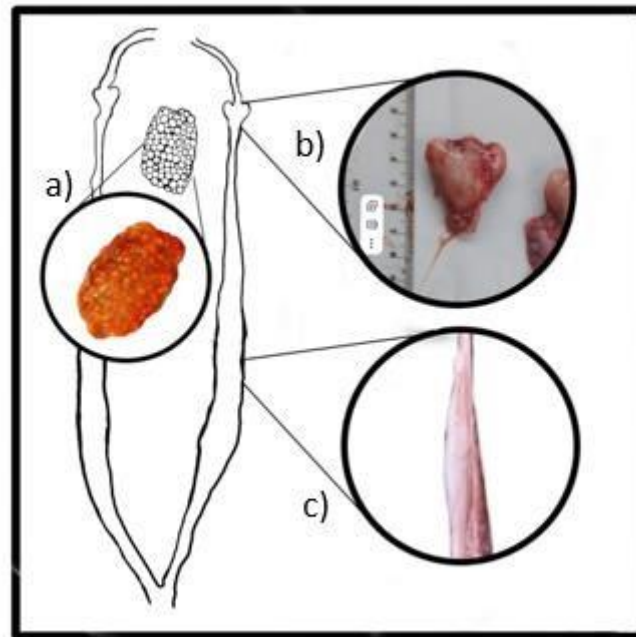


Nota. a) ovario de una hembra madura, (Estadio III). b) ovario de una hembra inmadura. (Estadio II).

Para hembras maduras en estadio III: El ovario está más desarrollado, sus ovocitos son visibles, de color amarillento. Su glándula oviducal se comienza a ensanchar y su estructura es más rígida, los úteros se ensanchan alrededor de 25mm a 40mm (Figura 26) se encontraron 29 organismos con estas características.

Figura 26.

Caracterización del aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca en el periodo julio 2023 – junio 2024



Nota. a) ovario maduro; b) glándula oviducal c) útero.

Como podemos observar en la figura 24, sus características son notorias, el ovario presenta una tonalidad más naranja amarillenta, su útero es ligeramente más ancho y la grandura oviducal presenta una forma más definida de corazón y un tamaño que oscila de 25 – 35 mm

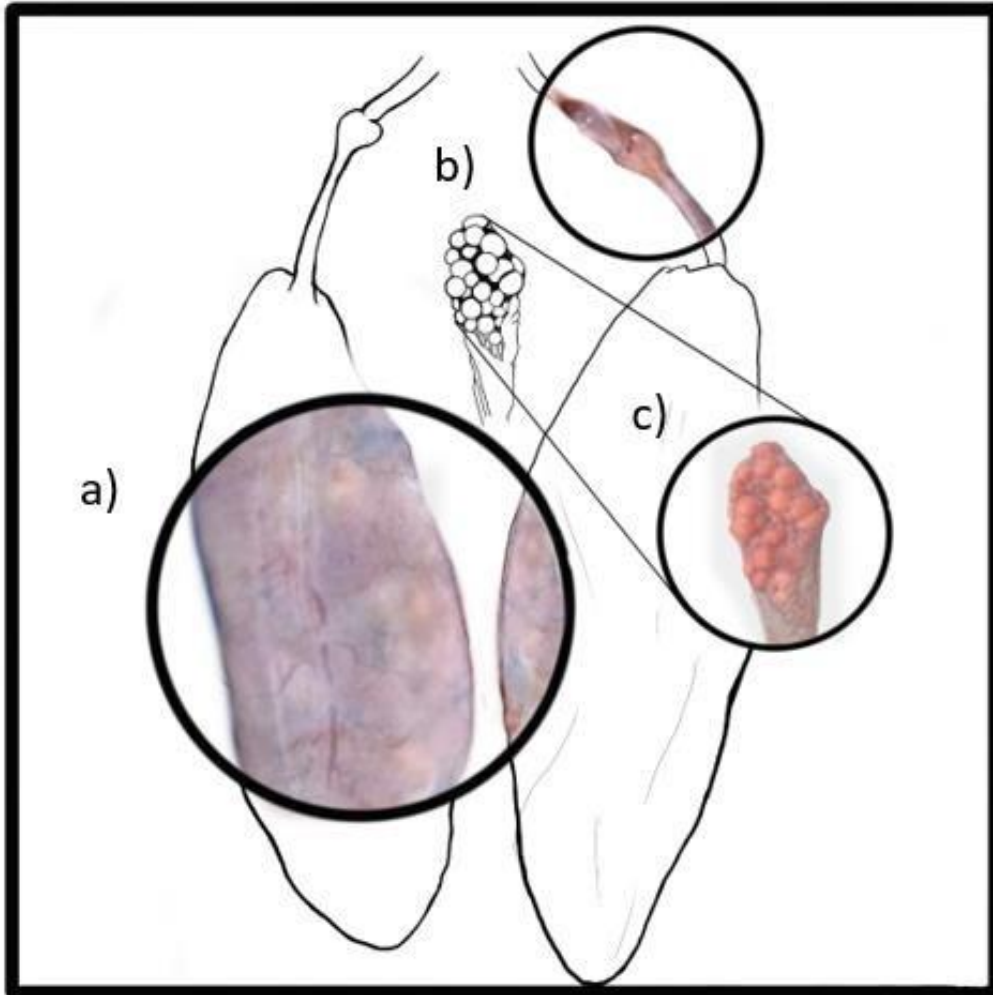
Mientras que la una hembra inmadura su principal característica se encuentra en el ovario, el cual se va a presentar en una tonalidad más oscura, de matices morados azulados, tiene ovocitos que no se pueden ver ni medir a simple vista, el ancho del útero el ligeramente

más estrecha que de una hembra madura, con una longitud de oscila de 15mm a 20mm (Estadio II). Se registraron 35 hembras inmaduras.

Para hembras que se encuentran grávidas (Estadio IV) presentan capsula de huevos, huevos fertilizados y/o embriones en su útero, razón por la que el útero incrementa su ancho, con ovocitos totalmente visibles y vitelados de color amarillo. Se registraron 7 organismo que presentan estas características (Figura 27).

Figura 27.

Aparato reproductor de una hembra de Prionace glauca en estadio IV, Periodo junio 2023 – julio 2024.



Nota. a) Útero; b) glándula oviducal c) ovario Autor: Johan Segovia. 2024

Tabla 3.

Características de hembras de Prionace glauca en diferentes estadios de madurez

Características de las hembras de <i>Prionace glauca</i> en los diferentes estadios de madurez.				
Características	Inmaduras	Maduras	Grávidas	Post Parto
Ancho de la glándula oviducal	19 - 20 mm	21- 25 mm	23-35 mm	25- 35 mm
Ancho del útero	15 - 20 mm	23-40 mm	60- 130 mm	< 80 mm
Longitud total	148 - 168 cm	166-252 cm	172-255 cm	179-249 cm
Nº de organismo	35	29	7	10

Nota. Características reproductivas relevantes de las hembras de *Prionace glauca* en el periodo junio 2023 a julio 2024.

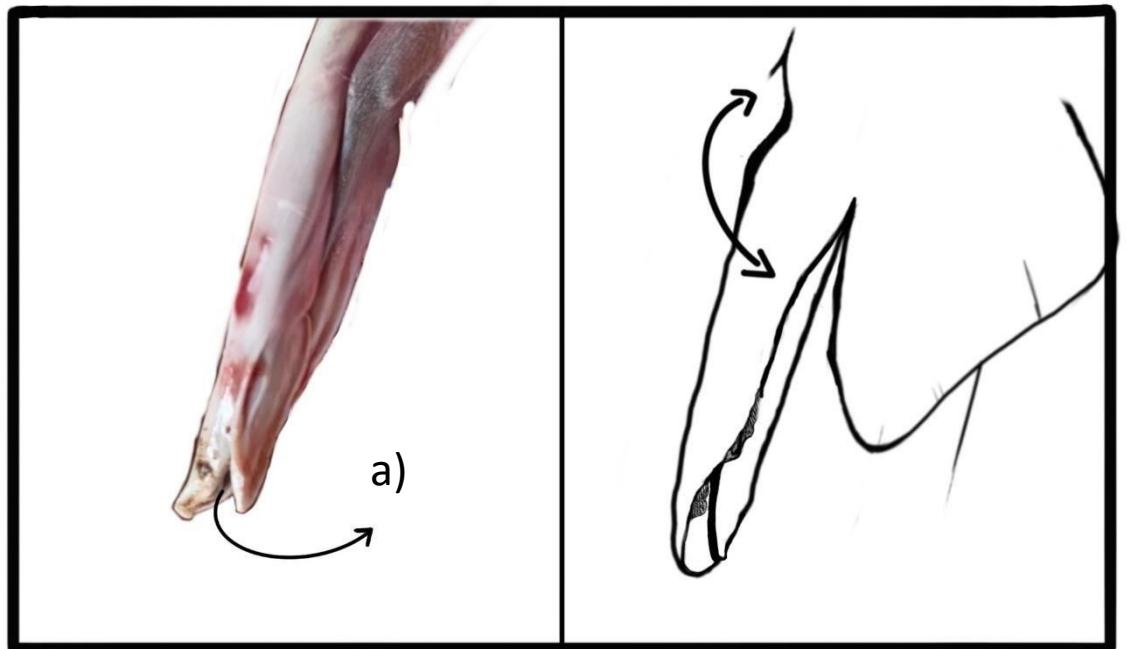
Machos

Para machos las características del aparato reproductor se centran en la observación del gonopterigio, el cual presenta caracteres de identificación de machos adultos y machos inmaduros. Como lo es la presencia de semen, rotación, y abertura del rifiodón (Figura 28).

La presencia de múltiples caracteres va a determinar una correcta interpretación del estado de madurez sexual en el que se encuentra.

Figura 28.

Gonopterigio de un organismo macho en estado maduro de Prionace glauca.



Nota. a) el rifiodón se encuentra abierto y presenta rotación.

Tabla 4.

Características del gonopterigio en machos de Prionace glauca

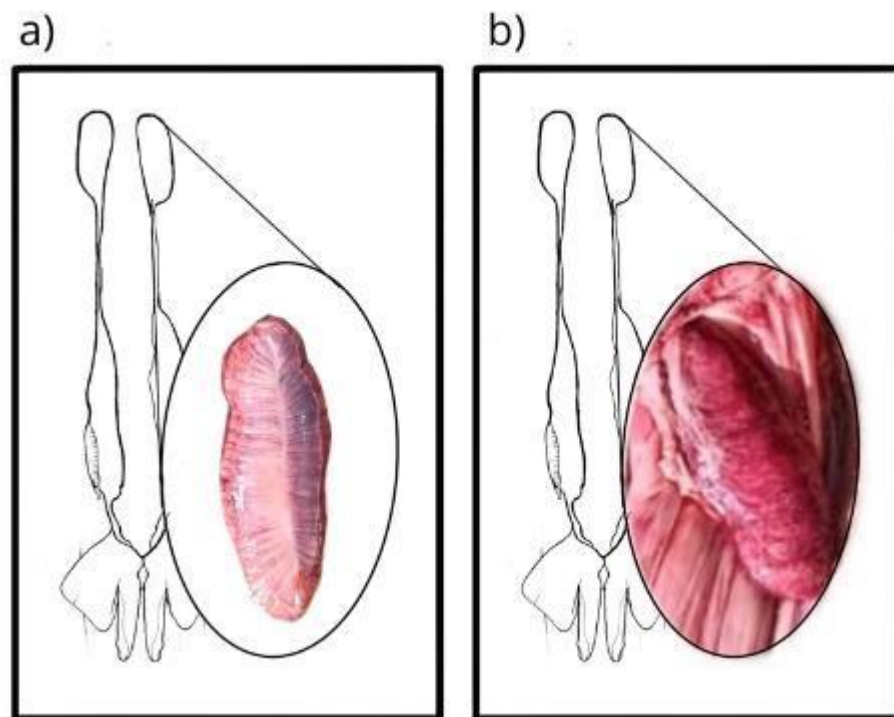
Características de los gonopterigios de <i>Prionace glauca</i> .			
Características	Inmaduras	En madurez	Maduros
Presencia de semen	NO	SI	SI
Apertura de rifiodón	NO	NO	SI
Rotación	NO	SI	SI
Calcificación	NO CALCI	SEMI CALCI	CALCI
Longitud gonopterigio	98 - 119 mm	120-139 mm	140-185 mm
Longitud total	145-168 cm	169-175cm	169-252cm
N° total de Organismos	19	10	95

Nota. Características reproductivas relevantes de machos de *Prionace glauca* en el periodo junio 2023 a julio 2024.

Los machos inmaduros se caracterizan por la presencia de testículos pequeños y suaves en forma alargada ligeramente redondeada de un color blanquecino crema, con forma uniforme y de superficie liza. A diferencia de un macho maduro el cual presenta testículos grandes y anchos, desarrollados en su totalidad y de textura firme color rosa (Figura 29).

Figura 29.

Diferencia entre un testículo maduro y uno inmaduro en machos de Prionace glauca, junio 2023 – julio 2024



Nota. a) Testículo de un organismo inmaduro; b) Testículo de un organismo maduro.

3.7. Primera talla de madurez sexual

La talla mínima y máxima que presenta *Prionace glauca*, estableciendo la relación entre el sexo y la talla en la que cada individuo muestra características de un organismo sexualmente maduro.

Para los juveniles de *Prionace glauca*, se registró una talla mínima y máxima para ambos sexos de 145 a 176 cm (LT). Estos organismos aún muestran características de inmadurez. Se observa que las hembras alcanzan la madurez sexual antes que los machos.

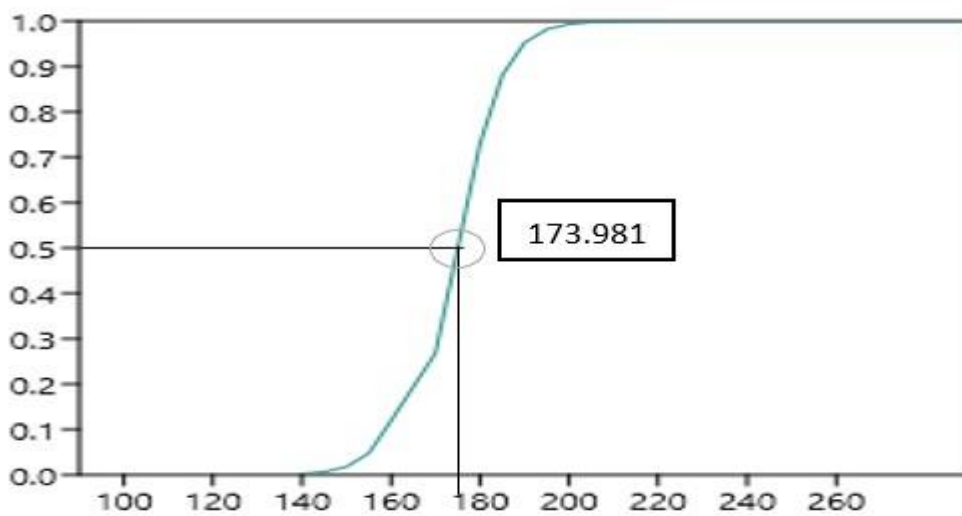
Para los adultos, se determinaron tallas mínimas y máximas para ambos sexos de 168 a 255 cm (LT). Estos organismos exhiben características de individuos sexualmente maduros.

3.7.1 Primera talla de madurez sexual en hembras

La talla media de madurez sexual determinada para hembras donde el 50% de individuos alcanza su madurez sexual es de 173 cm de LT, la hembra más pequeña con características reproductivas de un organismo adulto fue de 168 cm (LT) (Figura 30).

Figura 30.

*Talla en la que el 50% de la población de *Prionace glauca* a alcanzado su madurez sexual, periodo julio 2023 – junio 2024.*



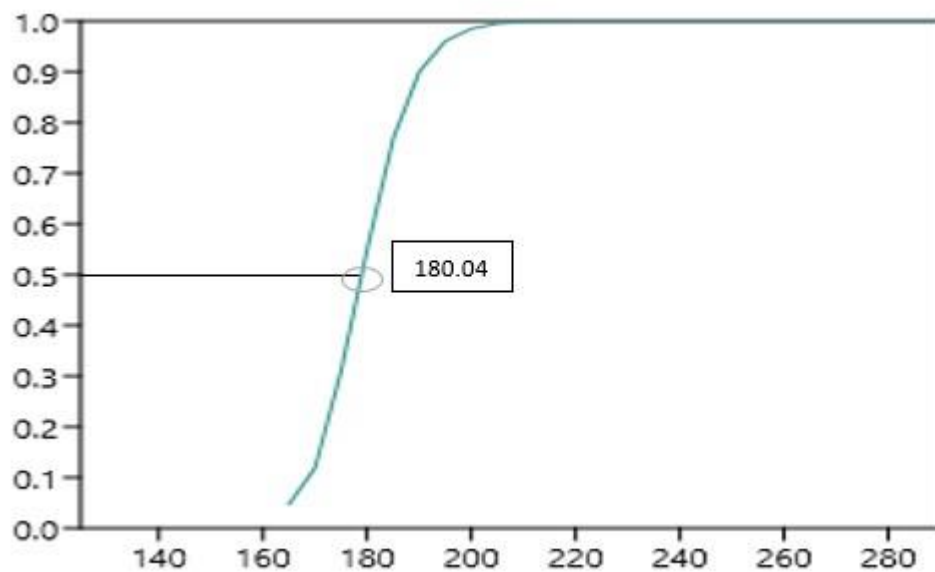
Nota. Longitud total en la que el 50% de hembras de *Prionace glauca* alcanza su madurez sexual.

3.7.2. Primera talla de madurez sexual machos

La talla media de madurez sexual determinada para machos donde el 50% de individuos alcanza su madurez sexual fue de 180 cm de LT, el macho más pequeño con características reproductivas de un organismo adulto fue de 168 cm (LT) (Figura 31)

Figura 31.

*Talla en la que el 50% de la población de *Prionace glauca* alcanzado su madurez sexual, periodo julio 2023 – junio 2024.*



Nota. Longitud total en la que el 50% de machos de *Prionace glauca* alcanza su madurez sexual.

DISCUSIÓN

Al comparar este estudio con el análisis realizado por Cruz, A. et al. (2012) sobre la biología reproductiva de *Prionace glauca* en el golfo de México, se determinó que la talla de primera madurez sexual tanto para hembras como para machos fue de 175 cm.

Dato que esta por debajo de la primera talla de madurez sexual en la población de *Prionace glauca* en aguas ecuatorianas. Sin embargo, al igual que en las aguas del Pacífico occidental, el tiburón azul mostró una abundancia constante a lo largo de todo el año, con picos más pronunciados en los meses de abril y septiembre, y mayor proporción de sexos para hembras que para machos (1H; 0.73M).

Estos datos sugieren que la talla de primera madurez sexual va a variar según la zona geográfica, condiciones oceanográficas y otros factores como la cantidad de alimento disponible y explotación pesquera.

En el puerto de Santa Rosa, Walter Tigrero (2012) En su estudio, reportó que la talla de primera madurez sexual para las hembras de *Prionace glauca* era de 184cm LT, mientras que para los machos era de 198 cm LT, lo que es preocupante ya que tan solo 12 años después la talla de primera madurez sexual se ha reducido considerablemente, encontrándose que, en el 2024 la talla de primera madurez sexual para hembras es de 174cm y para machos es de 180cm. Una reducción de aproximadamente 10cm, indica que la población puede estar adquiriendo estrategias reproductivas debido a una posible sobrepesca, escases de alimento u otros factores asociados al cambio climático.

En 2016, Briones, J., Pincay, J., Palma, J., y Romero A. toman en consideración al tiburón azul (*Prionace glauca*) como una especie importante en la pesquería de la localidad de Manta, realizando un estudio únicamente en machos para conocer la talla de su primera madurez sexual, obteniendo organismos desde los 130 cm a 307cm, con clasper que rondan los 4 a 21.2 cm. A diferencia de las tallas recolectadas en este estudio que van desde 145 cm hasta los 252cm con clasper 9 a 18,5 cm. Briones y sus colegas llegaron a concluir que el punto de inflexión fue de 189.7 cm de LT y la talla media de madurez de los machos de tiburón azul fue de 187.1 cm LT. Representando tallas similares a las de este estudio y otras áreas del océano pacifico oriental.

Aunque ambos estudios indican que los machos alcanzan la madurez sexual a un tamaño mayor que las hembras, una tendencia que parece ser estable a lo largo del tiempo en esta área geográfica.

La variación en la primera talla de madurez sexual en los datos obtenidos por estudios anteriores y este estudio, subrayan la importancia de utilizar estos parámetros en el desarrollo de políticas de manejo pesquero. Establecer tallas mínimas de captura basadas en estos datos puede ayudar a asegurar que los individuos tengan la oportunidad de reproducirse antes de ser capturados, contribuyendo a la sostenibilidad de la población.

Implementar medidas de manejo que consideren estas tallas de madurez puede mejorar la eficiencia y efectividad de las estrategias de conservación, ayudando a mantener poblaciones saludables y estables de *Prionace glauca*.

Comprender las estrategias reproductivas específicas de *Prionace glauca* permite a los gestores de recursos naturales desarrollar enfoques más precisos y adaptados para la conservación de la especie. Esto no solo beneficia a la población de tiburones, sino también a la salud general del ecosistema marino en el que habitan.

CONCLUSIONES

El tiburón aguado presenta abundancia durante todo el año, con picos de abundancia en el mes de marzo y abril, según la proporción sexual, en la población de *Prionace glauca* evidenciando que existen mayor número de machos que de hembras en una proporción 0.65H:1M.

La evaluación de los aspectos reproductivos en relación con la talla y el sexo de cada organismo evidenció que existe una correlación positiva en la mayoría de los aspectos reproductivos evaluados. Esto sugiere que, a mayor tamaño (Longitud total), el individuo está más relacionado con características propias de un organismo sexualmente maduro.

Los aspectos con mayor relevancia y que se marcan como claves para el estudio de esta especie en machos es el largo del gonopterigio, el cual tiene una relación fuerte y positiva. Este órgano reproductor crece proporcionalmente a medida que crece el individuo y, a su vez, va presentando características propias de un organismo adulto como son: un rifiodón abierto, un clasper calcificado y la presencia de semen en sus pliegues.

En la presente tesis, se ha evidenciado que la característica más notable para la identificación de hembras adultas de *Prionace glauca* es la longitud del útero, acompañada de la valoración de un ovario maduro, el cual se distingue por la presencia de ovocitos grandes y de tonalidades amarillentas. Las hembras con mayor prevalencia en este estudio correspondieron a organismos en el estadio III caracterizado por presentar un útero con una longitud superior a 25 mm y un ovario con ovocitos maduros.

A lo largo de un año de muestreo, se estimó la talla de primera madurez sexual de la población, teniendo en cuenta las correlaciones entre los diferentes aspectos reproductivos del tiburón. Este análisis permitió desarrollar una escala de madurez sexual que evalúa de manera más eficiente y confiable esta población. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para garantizar un manejo sostenible y promover prácticas de pesca responsable, contribuyendo así a la conservación y gestión adecuada de *Prionace glauca*.

En la presente tesis, se ha determinado que la talla de primera madurez sexual para hembras de *Prionace glauca* es de 171 cm de longitud total (LT), mientras que para los machos se estimó una talla de primera madurez sexual en 181 cm LT. Estos hallazgos indican que los machos alcanzan la madurez sexual a una edad y tamaño significativamente mayores que las hembras, una característica inusual entre los condriictios. Esta discrepancia puede estar relacionada con estrategias reproductivas específicas de la especie, posiblemente diseñadas para maximizar la supervivencia y el éxito reproductivo en su entorno natural.

RECOMENDACIONES

La investigación sobre *Prionace glauca* en aguas ecuatorianas está en sus etapas iniciales, pero tiene un potencial significativo para contribuir al entendimiento y conservación de esta especie. Fomentar la investigación continua, mejorar las técnicas de muestreo y asegurar un registro detallado y preciso de los desembarques permitirá una gestión más efectiva y sostenible de los recursos marinos.

Es esencial contar con datos precisos sobre el porcentaje real de desembarque de tiburones azules. Se recomienda implementar un sistema de registro directo desde los barcos pesqueros, que incluya:

La marcación geográfica de los puntos de captura, la recopilación de datos en tiempo real sobre el número y condición de los tiburones capturados y la formación y sensibilización de los pescadores y agentes de control (ministerios y personas afines) sobre la importancia de registrar estos datos de manera precisa.

La evaluación de los aspectos reproductivos en machos sugiere que se tomen en consideración no solo un aspecto para determinar el estadio de madurez sexual, sino más bien que existan varios criterios. Entre estos, la longitud del gonopterigio, su grado de calcificación, y la observación y toma de datos biométricos de los testículos. Esto permitirá una correcta estimación del estadio sexual en organismos machos de *Prionace glauca*, contribuyendo así a una mejor comprensión y manejo de la especie.

El presente trabajo debe ser visto como una línea base para futuras investigaciones. Los datos y conclusiones aquí presentados proporcionan un punto de partida esencial para desarrollar estudios más avanzados y específicos. Se recomienda la creación de un programa de monitoreo continuo que permita la recolección de datos a lo largo del tiempo, facilitando el análisis de tendencias y cambios en las poblaciones de tiburón azul.

BIBLIOGRAFIA

Biton-Porsmoguer, S. (2015). Biología, écologie et conservation du requin peau bleue (Prionace glauca) et du requin mako (Isurus oxyrinchus) en Atlantique nord-est. Thèse de doctorat, spécialité Océanographie. Aix-Marseille Université (France). p269.

Briones, J., Pincay, J., Palma, J. & Romero, A. (2016) *Notas sobre la biología del tiburón azul Prionace glauca (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en aguas ecuatorianas.* Rev. Mex. Biodiv. vol.87 no.4 México dic. 2016. ISSN 1870-3453.

Briones-Mendoza, J., Armijos-Bravo, J. (2012). Edad y crecimiento del tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la zona del Pacífico ecuatoriano. Tesis de grado para optar

por el título de Biólogo pesquero, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.

Calle-Morán, M., Castro-Rendón, R., García-Arévalo, I., & Cucalón-Hidalgo, A. (2016).

Revisión histórica de los estudios sobre la biología, ecología y toxicología del tiburón azul Prionace glauca en aguas del Pacífico ecuatoriano. Revista Ciencia Unemi, 9 (19), 106-109.

Camacho J. (2012). *Biología reproductiva del tiburón rabón Alopias pelagicus Nakamura, 1935 en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa, pacífico ecuatoriano, durante enero 2011 - diciembre 2011.* UPSE. Matriz: La Libertad. Facultad de Ciencias del Mar. 120p.

Carrera Fernandez M. y Martinez Ortiz J. (2007). *Aspectos reproductivos de los tiburones martillo sphyrna lewini (griffith & smith, 1834) y s. Zygaena (linnaeus, 1758) en aguas del ecuador.* Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) Baja California Sur, C.P. 23096, MEXICO.

Carrera Fernandez, M., (2011). *Parámetros reproductivos de los tiburones piloto (carcharhinus falciformis), martillo (sphyrna lewini) y azul (prionace glauca) en el pacífico mexicano.*

Doctorado en ciencias marinas, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México,

<https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/16360/1/carreraf2.pdf>

Carrera Fernández, M., 2004. *Biología reproductiva del tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México*. Maestría en Manejo de Recursos Marinos Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México, vi, 67 h.

Carretta, J.V.; T. Price; D. Petersen & R. Read. 2004. Estimates of marine mammal, sea turtle, and seabird mortality in the California drift gillnet fishery for swordfish and thresher shark, 1996–2002. *Mar. Fish. Rev.* 66(2):21-25.

Castro, J. I., Woodley, C. M. & Brudek, R. L., (1999). A preliminary evaluation of the status of shark species. Rome, Italy: FAO Fisheries Techn.Pap.

Castro, J.A., Mejuto, J. 1995. Reproductive Parameters of Blue Shark, *Prionace glauca*, and other sharks in the Gulf of Guinea. *Mar. Freshwater Res.*, 1995, 46: 967-73.

Coello D. y Herrera. M. (2012) *Desembarque de tiburones en las pesquerías artesanales del Ecuador durante el 2012*. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien.* 12(1):1-8 SSN: 1390-8413.

Coello D. Herrera M. Calle M. Castro R. Medina C y Chalén X. (2010) Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena).

Coello, S. (2005). *La Administración de los Chondrichthyes en Ecuador. Aportes para el Plan Nacional de Tiburones*. Quito, Ecuador Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP). Plan de acción nacional para conservación y manejo de Tiburones de Ecuador. 44 pp.

Compagno, L.J.V. (1984). FAO species catalogue. Vol. 4: Sharks of the World: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2: Carchariniformes. Rome, Italy: FAO Fish. Synop. 125, pp. 251–655.

Convención sobre las especies migratorias. (2017). *DiDistribución: general.

PNUMA/CMS/COP12/Doc.25.1.22/Rev.1.

12^a

reunión:

https://oa.upm.es/14340/2/Documentacion/1_Memoria/PECES_PELAGICOS_Ecuador.pdf

Convención sobre las Especies Migratorias. (2017, 13 de octubre). *Propuesta para la inclusión del tiburón azul (Prionace glauca) en el Apéndice II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres* (UNEP/CMS/COP12/Doc.25.1.22/Rev.1). 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes, Manila, Filipinas, 23-28 de octubre de 2017. ONU.

Cornejo, R.G. (2001). A propósito de los ictiónimos en “De Piscibus”. *Etimologías* 12.6 de Isidoro de Sevilla. *Habis* 32,pp. 553-575.

Da Silva, C., Kerwath, S.E., Wilke, C., Mejer, M., Lamberth, S.J. (2010). First documented Southern transatlantic migration of a blue shark *Prionace glauca* tagged off South Africa. *African Journal of Marine Science*, 32(3).

Da Silva, T.E.F., Lessa, R., Santana, F.M. (2021). Current knowledge on biology, fishing and conservation of the blue shark (*Prionace glauca*). *Neotropical Biology and Conservation* 16(1): 71–88. <https://doi.org/10.3897/neotropical.16.58691>.

Del valle Coello, I. (2013): Edad y crecimiento del Tiburón Cocodrilo (*Pseudocarcharias kamoharai*) desembarcado en el Puerto Pesquero Santa Rosa, Salinas Provincia de Santa Elena.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4740/1/TESIS%20EDAD%20Y%20CRECIMIENTO%20DEL%20TIBURON%20COCODRILO.pdf>..

Dingerkus, G. 1987. Shark distribution. En: Stevens J.D. (Ed.). Sharks. New York. Facts on File Publications. p: 36-49.

Domingo, A., Cortés, E., Forselledo, R., Driggers, W. 2010. Guía para la identificación de tiburones del océano Atlántico. Publicación de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico.
https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Guide_ID_Sharks_ENG-1.pdf

García, I.N. (2014). Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) de las costas adyacentes al puerto de Santa Rosa de Salinas- Ecuador. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero en Gestión Ambiental, Universidad de Especialidades “Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador

González Eras, BJ (2020). *Evaluación de los desembarques de tiburones en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa – Santa Elena de mayo a diciembre del 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Hazin F., et al., (1994) Distribution and relative abundance of the blue shark, *Prionace glauca*, in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin* 92: 474—480.

Hazin F., Pinheiro, P. y Broadhurst, M. (2000). Further notes on reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*, and a postulated migratory pattern in the South Atlantic Ocean. *Ciência e Cultura*, 52(2):114-120.

Hazin, F., Lessa, R. 2005. Synopsis of biological information available on blue shark, *Prionace glauca*, from the southwestern Atlantic Ocean. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(3): 1179-1187.

Hazin, F., Boeckmann, C., Leal, E., Otsuka, K., Kihara, K. (1994). Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*, in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. *Fisheries Science*, 60(5):487-491.

Hazin, F., Couto, A., Kihara, K., Otsuka, K., Ishino, M. 1990. Distribution and abundance of pelagic sharks in the southwestern equatorial Atlantic. *J of the Tokyo Univ of Fish.*, Vol. 77, (1): 51-64.

Herrera, M., Castro, R., Coello, D., Saa, I., & Elías, E. (2012). *Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales en la costa continental del Ecuador* (Tomo 1).

Boletín Especial (2012) Año 04 N° 1

Holden, M.J. (1974). Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In 'Sea Fisheries Research'. (Ed. Harden-Jones). New York, USA: John Wiley and Sons

Holts, D.B., Wilson, C y Lowe, C.G. 2001. Blue shark. California's Living Marine Resources: A Status Report. California Department of Fish and Game. 342-344.

Intriago, M. (2013) *aspectos reproductivos del tiburón cocodrilo (pseudocarcharias kamoharai) desembarcados en el puerto santa rosa, salinas provincia de santa*

elena junio 2012 a mayo 2013.

[Http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4739/1/aspectos%20reproductivos%20tiburon%20cocodrilo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4739/1/aspectos%20reproductivos%20tiburon%20cocodrilo.pdf)

Kohler, N. Turner, J., Hoey, L. Natanson, y Briggs, R. (2002). *Tag and recapture data for three pelagic shark species: Blue Shark (Prionace glauca), shortfin mako (Isurus*

oxyrinchus), and porbeagle (*Lamna nasus*) in the North Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 54(4):1231–1260

Macneil, M, Campana, S. (2002) *Comparison of whole and sectioned vertebrae for determining the age of young blue shark (Prionace glauca)*. J. Northw. Atl. Fish. Sci., 30:77-82.

Martínez, J. y García, M. (2013). *Guía de campo. Condrictios del Ecuador. Quimeras, tiburones y rayas*. Viceministerio de Acuicultura y Pesca (VMAP)/Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP)/Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). Ecuador

Medina M. y Domínguez, D. (2014) *IV Simposio internacional de peces vivíparos, XIV Congreso nacional de ictiología, III Simposio latinoamericano de ictiología y IV Reunión internacional del grupo de trabajo norteamericano y europeo en goodeidos*. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. MU013. México, D. F.

Nakano H., Stevens J. (2008) *The biology and ecology of the blue shark, Prionace glauca*.

In: Camhi M., Pikitch E.K. and Babcock E. (Eds.). *Sharks of the open Ocean*.
Blackwell Scientific UK., 536 pp.

Nakano, H., Seki, P. (2003) *Synopsis of biological data on the blue shark, Prionace glauca Linnaeus*.
Bull. Fish. Res. Agen. N° 6, 18-55

Nakano, H., Stevens, J.D. (2008). *The biology and ecology of the Blue Shark, Prionace glauca*. En: M.D. Camhi, E.K. Pikitch, E.A. Babcock (Eds.), *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation*, Blackwell Publishing, Oxford, UK (2008), pp. 140– 151.

Neves Dos Santos, M., García, A. (2005). *Factors for conversion of fin weight into round weight for the blue shark (Prionace glauca)*. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(3): 935-94.

Peralta, M. (2009). *Desembarques de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes y tiburones en la costa ecuatoriana durante el 2008*. INP (Ecuador Boletín Científico y Técnico), 20(2), 1-23. Instituto Nacional de Pesca.

Pratt, Jr. (1979). *Reproduction in the blue shark, Prionace glauca*. Fish. Bull. 77; pp. 445-470.

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (2021). *Nómina de especies*. En *Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura* (p. 42). SERNAPESCA

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (2021). *Nómina de especies*. En *Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura* (p. 42). SERNAPESCA

Stevens, J., Bonfil, R., Dulvy K., & Walker, P. (2000). *The effects of fish on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems*. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 476–494.

Suda, (1953). *Ecological study on the blue shark Prionace glauca*, South Sea Area Fish. Res. Lab. Rep. 26:1-11.pp

Tavares, R., Arocha, F. (2008). *Species diversity, relative abundance and length structure of oceanic sharks caught by the Venezuelan longline fishery in the Caribbean Sea and western-central Atlantic*. *Zootecnia Trop.*, 26(4): 489-503.

Tiban E. (2013) *hábitos alimenticios del tiburón cocodrilo (pseudocarcharias kamoharai) desembarcados en el puerto pesquero santa rosa, salinas, provincia de santa elena*.
[Http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12143/1/tesis%20tiban.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12143/1/tesis%20tiban.pdf).

Intriago Y. (2013) *Aspectos reproductivos del tiburón cocodrilo (pseudocarcharias kamoharai) desembarcados en el puerto santa rosa, salinas provincia de santa elena junio 2012 a mayo 2013*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4739/1/ASPECTOS%20REPRODUCTIVOS%20TIBURON%20COCODRILO.pdf>

Tigrero. W. (2012) *Esfuerzo pesquero y aspectos de la biología reproductiva del tiburón aguado Prionace glauca, linnaeus, 1736, desembarcado en el puerto de Santa Rosa, durante el período de diciembre 2010 - noviembre 2011*. Tema de titulación de la UPSE. Santa Elena – Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/859/TIGRERO%20GONZ%c3%81LEZ%20WALTER%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Wu, F., et al. (2020). *Aspects of the reproductive biology of two pelagic sharks in the eastern Atlantic Ocean*. J Fish Biol. 2020;1–11.

Anexos

Anexo A; Tabla 1

Bitácora de muestreo

Numero de Muestra	Sexo (M, Macho ; H, Hembra)	Longitud Total (LT)	Longitud Interdorsal (LI)	Ovario	T. Glandula oviducal	tamaño clasper (macho)	Numero de embriones		Escala de madurez
							Machos	Hembras	
							M	H	



Foto 1: Marcas de cortejo



Foto 2: Úteros de *Prionace*



Foto 3. Embrión de Prionace glauca



Foto 4. Gonopterigio de Prionace glauca



Foto 5. Glándula oviducal de Prionace glauca

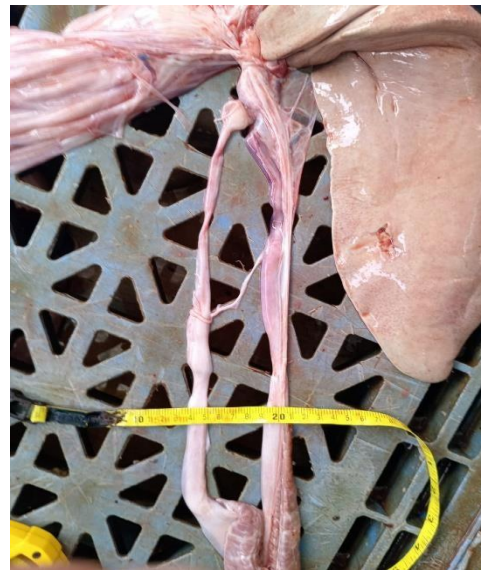


Foto 6. Útero inmaduro de Prionace glauca

