UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

CARRERA DE BIOLOGÍA

Trabajo de titulación previo a obtener el grado académico de Bióloga

Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el golfo de Guayaquil

AUTOR: Jenniffer María Martínez Morrillo

TUTOR: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc.

COTUTOR: Blga. Jaqueline Cajas Flores, MSc.

GUAYAQUIL, OCTUBRE 2020

ANEXO VI. – CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Guayaquil, 28 de septiembre de 2020

Sra. Dialhy Coello, Mgs.

DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil de la estudiante Jenniffer María Martinez Morrillo, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado del porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante Jenniffer María Martinez Morrillo está apta para continuar el proceso de revisión final.

Atentamente,

_____
Blga. Gabriela Vergara Grandes
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0925583858
FECHA: 28/09/2020

ANEXO VII. – CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Gabriela María Vergara Grandes, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Jenniffer María Martinez Morrillo, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Bióloga.

Se informa que el trabajo de titulación: Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 0 % de coincidencia.

URKUND

Document Information

Analyzed document	MartinezUrkund.docx (D80546797)
Submitted	10/2/2020 6:09:00 PM
Submitted by	
Submitter email	gabriela.vergarag@ug.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	gabriela.vergarag.ug@analysis.urkund.com

_____

Blga. Gabriela María Vergara Grandes
C.I.: 0925583858
FECHA: 28/09/2020

ANEXO VIII. – INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil,

Sra. Dialhy Coello, Mgs.
DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* de la estudiante Jenniffer María Martínez Morrillo. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:
El título tiene un máximo de 10 palabras.
La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
Los soportes teóricos son de máximo 10 años.
La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:
El trabajo es el resultado de una investigación.
El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante Jenniffer María Martínez Morrillo está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

_____
Blgo. David García Asencio
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I: 0920826302
FECHA: 11/10/2020

ANEXO XI. – FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Martínez Morrillo Jenniffer María		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Vergara Grandes María Gabriela		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Naturales		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Biología		
GRADO OBTENIDO:	Bióloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Octubre, 2020	**No. DE PÁGINAS:**	40
ÁREAS TEMÁTICAS:	Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	especialista; actinopterygii**;** posición trófica; hábitos alimenticios		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

Scomber japonicus es una especie ampliamente capturada en el Ecuador, de gran interés comercial por lo tanto es importante analizar las redes tróficas para establecer las bases nutricionales del recurso en función de los hábitos alimenticios de Macarela en el golfo de Guayaquil. Por esta razón se determinó su composición dietaria a partir de 187 muestras provenientes del Crucero de prospección INP 2019-12-02 de diciembre 2019 y muestras del programa de observadores pesqueros en agosto 2020. Se estableció la estructura de tallas y se estimaron índices de digestión, repleción, importancia relativa (%IIR) e importancia geométrica (GII), así como, su amplitud de dieta (índice de Levin) y su nivel trófico (TROPH). Los 187 organismos analizados presentaron rangos de tallas entre 21 - 34 cm LT, de los cuales 56 fueron hembras, 115 machos y 16 organismos sin identificación de sexo. La captura mostró una concentración entre las tallas 23 - 26 cm LT, conformado en su mayoría por machos debajo de la talla de madurez sexual (26 cm). De los estómagos analizados el grado de repleción predominante fue el de 25 % (semivacíos) y el grado de digestión más frecuente correspondió al G1. La composición dietaria de *S. japonicus* estuvo constituida por 29 ítems presas, donde el %IIR muestra una predilección alimenticia hacia los Actinopterygii (37%), huevos de invertebrados (35%), y en menor medida hacia el fitoplancton (23%) y zooplancton (5%). Finalmente, se definió a *S. japonicus* como un depredador especialista (Bi = 0,2), estableciendo su posición trófica como una especie carnívora secundaria – terciaria (Troph = 3); sin embargo, se observó un cambio ontogénico en la dieta, pasando de una dieta omnívora hacia una dieta con tendencia carnívora.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** 0986969700	E-mail: jenniffer.martinezm@ug.edu.ec
	Nombre: Universidad de Guayaquil	

CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	**Teléfono:** (04) 3080777 - 3080758
	E-mail: info@fccnngye.com

ANEXO XII. – DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS

Yo, Jenniffer María Martínez Morrillo con C.I. No. 0932019060, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible para el uso no comercial a favor de la Universidad de Guayaquil.

_____

Jenniffer María Martínez Morrillo

C.I. No. 0932019060

ANEXO XIII. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Hábitos alimenticios de Scomber japonicus en el Golfo de Guayaquil

Autor: Jenniffer María Martínez Morrillo

Tutor: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc

Cotutor: Blga Jaqueline Cajas Flores, MSc

Resumen

Scomber japonicus es una especie ampliamente capturada en el Ecuador, de gran interés comercial, por lo tanto, es importante analizar las redes tróficas para establecer las bases nutricionales del recurso en función de los hábitos alimenticios de Macarela en el golfo de Guayaquil. Por esta razón, se determinó su composición dietaria a partir de 187 muestras provenientes del Crucero de prospección INP 2019-12-02 de diciembre 2019 y muestras del programa de observadores pesqueros en agosto 2020. Se estableció la estructura de tallas y se estimaron índices de digestión, repleción, importancia relativa (%IIR) e importancia geométrica (GII), así como, su amplitud de dieta (índice de Levin) y su nivel trófico (TROPH). Los 187 organismos analizados presentaron rangos de tallas entre 21 - 34 cm LT, de los cuales 56 fueron hembras, 115 machos y 16 organismos sin identificación de sexo. La captura mostró una concentración entre las tallas 23 - 26 cm LT, conformado en su mayoría por machos debajo de la talla de madurez sexual (26 cm). De los estómagos analizados el grado de repleción predominante fue el de 25 % (semivacíos) y el grado de digestión más frecuente correspondió al G1. La composición dietaria de *S. japonicus* estuvo constituida por 29 ítems presas, donde el %IIR muestra una predilección alimenticia hacia los Actinopterygii (37%), huevos de invertebrados (35%), y en menor medida hacia el fitoplancton (23%) y zooplancton (5%). Finalmente, se definió a *S. japonicus* como un depredador especialista (Bi = 0,2), estableciendo su posición trófica como una especie carnívora secundaria – terciaria (Troph = 3); sin embargo, se observó un cambio ontogénico en la dieta, pasando de una dieta omnívora hacia una dieta con tendencia carnívora.

Palabras claves: especialista; actinopterygii**;** posición trófica; hábitos alimenticios

ANEXO XIV. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Food habits of *Scomber japonicus* in the Gulf of Guayaquil

Author: Jenniffer María Martínez Morrillo

Advisor: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc

Co-advisor: Blga. Jaqueline Cajas Flores, MSc

Abstract

Scomber japonicus is a species widely captured in Ecuador of high commercial interest; therefore it is important to analyze the food webs to establish the nutritional basis of the resource according to the feeding habits of Macarela in the Gulf of Guayaquil. For this reason its diet composition was determined from 187 samples obtained from the Survey Cruise INP 2019-12-02 in December 2019 and from the Fisheries Observer Program in August 2020. The size structure was determined, as well as, digestion, repletion, relative importance (% IIR), and geometric importance (GII) indices. Besides, the diet range (Levin's index) and trophic level (TROPH) were estimated too. The 187 individuals analyzed had size ranges between 21 - 34 cm TL, of which 56 were females, 115 were males, and 16 organisms without sex identification. The catchment showed a concentration between sizes 23 - 26 cm TL, made up mostly of males below sexual maturity length (26 cm). Of the stomachs analyzed, the predominant degree of repletion was 25% (semi-empty) and the most frequent degree of digestion corresponded to G1. The dietary composition of *S. japonicus* consisted of 29 prey items, where the %IIR showed a dietary predilection towards Actinopterygii (37%), invertebrate eggs (35%), and to a lesser extent towards phytoplankton (23%) and zooplankton (5%). Finally, *S. japonicus* was defined as a specialist predator (Bi = 0,2), establishing its trophic position as a secondary - tertiary carnivorous species (Troph = 3); however, an ontogenetic change in diet was observed, switching from an omnivorous diet to a diet with a carnivorous tendency.

Keywords: specialist; actinopterygii; trofic position; feeding habits

© Derechos de autor

Jenniffer María Martínez Morrillo

2020

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En mi calidad de Tutor de este Trabajo de Titulación Certifico que, el presente trabajo ha sido elaborado por la señorita Jenniffer María Martínez Morrillo por lo cual autorizo su presentación

_____
Blga. Gabriela María Vergara Grandes
Director del Trabajo de Titulación

DEDICATORIA

A mi familia, sobre todo a mis padres Nicolás Martínez y María Morrillo y a mi hermano, por el amor y apoyo infinito que me han brindado en todo este tiempo. Los amo con todo mi corazón

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano por todo el amor, paciencia que me han dado.

A la Blga. Gabriela Vergara y a la Blga. Jaqueline Cajas por su paciencia, ayuda y por todo el conocimiento que me brindaron en todo este tiempo**.**

Al Blgo. César Anchundia por ayudarme a conseguir las muestras para realizar este trabajo.

A mis profesores por guiarme y por ser parte de este proceso académico y a mis compañeros de la Facultad.

A la Srta. Emily Galarza por ser esa amiga y hermana que estuvo conmigo en todo mi proceso académico y por ayudarme con las muestras.

Al Sr. Jonathan Morán por su paciencia y amor.

Tabla de Contenido

1 INTRODUCCIÓN 9

2 OBJETIVOS 11

3 OBJETIVO GENERAL 11

3.1 OBJETIVO ESPECÍFICOS 11

4 ANTECEDENTES 12

5 MATERIALES Y MÉTODOS 15

5.1 Área de estudio 15

5.2 Trabajo de laboratorio 17

5.3 Procesamiento de datos 18

6 Resultados 22

6.1 Estructura de tallas 22

6.2 Composición de la dieta 23

6.3 Crucero de prospección hidroacústica denominado INP 2019-12-02 23

6.3.1 Estructura de talla 23

6.4 Composición de la dieta Crucero de prospección hidroacústica denominado INP 2019-12-02 24

6.5 Programa de observadores 25

6.5.1 Estructura de tallas 25

6.5.2 Composición de la dieta del Programa de Observadores Pesqueros 25

6.6 Grado de repleción 26

6.7 Grado de digestión 26

6.8 Índice de Importancia relativa 27

6.9 Índices tróficos 30

7 Discusión 31

8 Conclusiones 34

9 Recomendaciones 35

10 Referencias 36

11 ANEXOS 42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonas de captura de *S. japonicus* 16

Tabla 2. Escala de repleción del contenido estomacal de S. japonicus ……..… 17

Tabla 3. Escala de digestión del contenido estomacal de S. japonicus. 18

Tabla 4. Composicion de la dieta de Scomber japonicus. 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de muestreo donde se obtuvo Scomber japonicus dentro del Golfo de Guayaquil 16

Figura 2. Curva acumulativa del régimen alimentario de S. japonicus. 22

Figura 3. Rango de tallas por sexos separados de Scomber japonicus en el Golfo de Guayaquil 23

Figura 4. Composición de la dieta de Scomber japonicus mediante el programa de Crucero. 23

Figura 5. Rango de tallas por sexo separados obtenidos mediante el Crucero de Investigación INP 2020-12-02 24

Figura 6. Composición de la dieta de S. japonicus mediante el muestreo del Crucero de prospección hidroacustica INP 2019-12-02 24

Figura 7. Rango de tallas por sexo separados obtenidos en el muestreo de los Observadores que capturan PPP. 25

Figura 8. Composición de la dieta de Scomber japonicus mediante el muestreo del Programa de observadores del IPIAC de PPP. 25

Figura 9. Grado de repleción de S. japonicus en el Golfo de Guayaquil 26

Figura 10. Grado de digestión de S. japonicus en el Golfo de Guayaquil 26

Figura 11. Índice de Importancia Relativa (IIR%) de los principales grupos presa por rango de talla de Scomber japonicus en el Golfo de Guayaquil 28

Figura 12. Índice de importancia geométrica de Scomber japonicus en el golfo de Guayaquil. 30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fibra de plástico. 42

Anexo 2. Huevos de invertebrados. 42

Anexo 3. Escamas. A, Ctenoida. B, Cicloidea. 42

Anexo 4. Plancton encontrado en la composición alimentaria., Dinophyceae: A, Ceratium macrosseros, B, Ceratium furca, C, Ceratium breve. D, Bacillariophyceae: Chaetoceros sp. E, Branchiopoda: Pseudoevadne tergestina. Hexanauplia: F, Euterpina acutifrons, G, Oithona sp, H, Oncaea sp., Stomatopoda: I, Squilla sp. 43

Anexo 5: Autorización del Instituto Nacional de Pesca para el análisis de estómagos colectados por el programa de peces pelágicos pequeños 43

Hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil

Resumen

Scomber japonicus es una especie ampliamente capturada en el Ecuador, de gran interés comercial por lo tanto es importante analizar las redes tróficas para establecer las bases nutricionales del recurso en función de los hábitos alimenticios de Macarela en el golfo de Guayaquil. Por esta razón se determinó su composición dietaria a partir de 187 muestras provenientes del Crucero de prospección INP 2019-12-02 de diciembre 2019 y muestras del programa de observadores pesqueros en agosto 2020. Se estableció la estructura de tallas y se estimaron índices de digestión, repleción, importancia relativa (%IIR) e importancia geométrica (GII), así como, su amplitud de dieta (índice de Levin) y su nivel trófico (TROPH). Los 187 organismos analizados presentaron rangos de tallas entre 21 - 34 cm LT, de los cuales 56 fueron hembras, 115 machos y 16 organismos sin identificación de sexo. La captura mostró una concentración entre las tallas 23 - 26 cm LT, conformado en su mayoría por machos debajo de la talla de madurez sexual (26 cm). De los estómagos analizados el grado de repleción predominante fue el de 25 % (semivacíos) y el grado de digestión más frecuente correspondió al G1. La composición dietaria de *S. japonicus* estuvo constituida por 29 ítems presas, donde el %IIR muestra una predilección alimenticia hacia los Actinopterygii (37%), huevos de invertebrados (35%), y en menor medida hacia el fitoplancton (23%) y zooplancton (5%). Finalmente, se definió a *S. japonicus* como un depredador especialista (Bi = 0,2), estableciendo su posición trófica como una especie carnívora secundaria – terciaria (Troph = 3); sin embargo, se observó un cambio ontogénico en la dieta, pasando de una dieta omnívora hacia una dieta con tendencia carnívora.

Palabras claves: especialista; actinopterygii**;** posición trófica; hábitos alimenticios

Food habits of Scomber japonicus in the Gulf of Guayaquil

Abstract

Scomber japonicus is a species widely captured in Ecuador of high commercial interest; therefore it is important to analyze the food webs to establish the nutritional basis of the resource according to the feeding habits of Macarela in the Gulf of Guayaquil. For this reason its diet composition was determined from 187 samples obtained from the Survey Cruise INP 2019-12-02 in December 2019 and from the Fisheries Observer Program in August 2020. The size structure was determined, as well as, digestion, repletion, relative importance (% IIR), and geometric importance (GII) indices. Besides, the diet range (Levin's index) and trophic level (TROPH) were estimated too. The 187 individuals analyzed had size ranges between 21 - 34 cm TL, of which 56 were females, 115 were males, and 16 organisms without sex identification. The catchment showed a concentration between sizes 23 - 26 cm TL, made up mostly of males below sexual maturity length (26 cm). Of the stomachs analyzed, the predominant degree of repletion was 25% (semi-empty) and the most frequent degree of digestion corresponded to G1. The dietary composition of *S. japonicus* consisted of 29 prey items, where the %IIR showed a dietary predilection towards Actinopterygii (37%), invertebrate eggs (35%), and to a lesser extent towards phytoplankton (23%) and zooplankton (5%). Finally, *S. japonicus* was defined as a specialist predator (Bi = 0,2), establishing its trophic position as a secondary - tertiary carnivorous species (Troph = 3); however, an ontogenetic change in diet was observed, switching from an omnivorous diet to a diet with a carnivorous tendency.

Keywords: specialist; actinopterygii; trofic position; feeding habits

1 INTRODUCCIÓN

En Ecuador habitan varias especies de peces pelágicos pequeños (PPP) que son de interés comercial, entre ellas *Scomber japonicus (*macarela), la cual debido a su importancia económica y social es una de las especies con mayor captura a nivel industrial y artesanal (Zambrano, 2011). Consecuentemente, gran parte de su pesca está destinada a la elaboración de enlatados y de harina de pescado, así como, para su exportación en fresco; de tal manera, se considera que es un recurso de gran importancia socioeconómica para las comunidades costeras y en mayor escala para el país (Gilbert & Villegas, 2016).

La captura de *S. japonicus* presenta fluctuaciones temporales (Gluyas Millan & Quiñonez Velazquez, 1996) debido principalmente a la influencia de diferentes masas de agua; es decir que, su abundancia y consecuentemente su captura aumenta durante los meses cálidos y disminuye en los fríos (Zambrano, 2011). Considerando la importancia pesquera de este recurso y la variabilidad que presenta, el Instituto Público de Investigación de Acuacultura y Pesca (IPIAP) realiza un seguimiento mensual de la pesquería de la macarela en los puertos del país, cuya finalidad es contribuir en la toma de decisiones sobre medidas de manejo del recurso a través de la generación de información, especialmente, de desembarques y fecundidad mediante el conteo de hembras ovadas (Gonzalez, y otros, 2007).

Sin embargo, durante los últimos años, los estudios de esta especie se han orientado exclusivamente a nivel pesquero y biológico, sin tomar en cuenta el rol que desempeña en el medio marino (Gilbert & Villegas, 2016). Consecuentemente, es necesario estudiar a esta especie a nivel ecológico, tomando en consideración la relación que ejerce en el ecosistema y las interacciones existentes entre poblaciones, presas y competidores, logrando así, un entendimiento integral de su ecología, que permita a futuro un manejo sustentable del recurso (Vega, Quezada , & Robles, 2013).

Actualmente, 20 empresas pertenecientes a la Cámara Nacional de Pesca del Ecuador, incluyendo las industrias de ingredientes marinos y alimentos balanceados, forman parte del Programa de Mejoramiento Pesquero para la Sostenibilidad de Peces Pelágicos Pequeños (SPS-FIP), por sus siglas en inglés, donde se enfatiza el estudio de la ecología de las especies de PPP. El programa tiene como propósito mejorar la pesquería y la gestión del recurso de manera gradual y sustentable (Cámara Nacional de Pesquería, 2018). En este contexto, es necesario establecer las bases nutricionales del recurso en función de las redes tróficas que establece (Perrotta, Madirolas, Akselman, Lopez, & Macchi, 1996), además de, mejorar la aplicación de medidas de ordenación pesquera para proteger y conservar a *S. japonicus* (Gilbert & Villegas, 2016).

De tal manera, el entendimiento de las redes tróficas en el medio pelágico se fundamenta en la ecología y los hábitos alimenticios de las especies, siendo, el análisis de contenido estomacal la herramienta principal para la identificación de los componentes alimenticios de una especie, ya que, permite estudiar las interacciones existentes con otras especies y su posición trófica. Adicionalmente, este método presenta algunas ventajas como su eficiencia, rapidez y bajo coste, lo cual, lo hace idóneo para estudios de ecología trófica (Silva, Hernández, & Medina, 2014). De esta manera, el manejo sustentable de los recursos pesqueros debe considerar todos los factores que pueden afectar la reproducción de la especie, así como, su reclutamiento y ciclo de vida, siendo la disponibilidad de alimento y su dieta un elemento de importancia (Zambrano, 2011).

El presente trabajo está enfocado en los hábitos alimenticios de S. *japonicus* con el objetivo de determinar la composición dietaria, evaluando diferencias ontogénicas, así como, su amplitud de nicho y nivel trófico; aportando con información sobre el rol e interacción que desempeña dentro del ecosistema, contribuyendo así a un mejor manejo y explotación del recurso, así como, al entendimiento de los sistemas pelágicos.

2 OBJETIVOS

3 OBJETIVO GENERAL

Determinar los hábitos alimenticios de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil.

3.1 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar la composición de la dieta *S. japonicus*
- Definir la posición trófica que ocupa *S. japonicus*
- Analizar las variaciones en la dieta de *S. japonicus* en función del rango de tallas

4 ANTECEDENTES

Scomber japonicus es un recurso pesquero con alto interés económico; aunque, la mayoría de estudios registrados en el país han sido enfocados en su biología y pesquería, demostrando un menor interés sobre sus hábitos alimenticios. Entre los trabajos elaborados sobre esta especie, se encuentra el análisis realizado entre 1981 y 1983, donde se analizaron especímenes del Golfo de Guayaquil y de la provincia de Santa Elena, determinando que las presas predominantes en organismos juveniles de macarela son copépodos y eufásidos; mientras que, en los adultos su dieta se basa en peces de la familia Myctophidae (Santos & Gonzalez, 1992). De manera similar, Viteri (2017) encontró dentro del tracto digestivo de algunos miembros de la familia Scombridae restos de peces del género *Anchoa* y material orgánico.

En el Pacífico Suroriental se han desarrollado investigaciones sobre la alimentación de esta especie, como el trabajo de Mendo (1984) quien determinó que su dieta está compuesta principalmente por zooplancton, peces y fitoplancton, y que su coeficiente alimentario presenta variaciones mensuales relacionadas con las épocas de desove y la disponibilidad de alimento. *S. japonicus* es una especie de gran voracidad desde los estadios iniciales, donde se ha demostrado que pueden atacar más de una vez a copépodos o rotíferos y que son capaces de capturar e ingerir larvas vitelinas de anchoveta *(Engraulis ringens*). De tal manera, los juveniles primarios, secundarios y adultos tienen una dieta zooplanctófaga e ictiófaga (Hunter & Kimbrell, 1980; Mendo, 1984).

Hatanaka & otros (1957) encontraron que existe una variación ontogénica en la cantidad de alimento consumido que oscila entre el 2 % y 16 % de su peso corporal. Consecuentemente, en los juveniles primarios, la dieta es exclusiva en crustáceos, a fin de mantener su tasa de crecimiento natural, donde necesitan un 8 % de alimento en relación a su peso corporal. Posteriormente, Konchina (1985) indicó que el espectro de alimentos de la macarela proporciona una mayor

tasa metabólica, aumento de peso y un rápido crecimiento lineal, en comparación de otras especies pelágicas, como la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*).

En el Atlántico sur se ha determinado que la alimentación de *S. japonicus* está compuesta por peces de tamaños variables, con tallas que van desde 1 mm hasta 130 mm; especialmente, la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) que es consumida por todos los estadíos de la macarela. Adicionalmente, su dieta incluye más de 20 especies de grupos de invertebrados, entre los que destacan los calanoideos, anfípodos, cladóceros, larvas de decápodos y quetognatos (Angelescu, 1980; Goberna, 1987). De manera similar, en el Atlántico norte se estableció que su dieta está constituida principalmente por copépodos, mísidos y peces, siendo estos últimos una proporción significativa del contenido estomacal. Adicionalmente, se observó una variación en su alimentación con relación a la talla, pasando de dietas estrictamente zooplanctófagas en estadíos juveniles primarios hacia dietas omnívoras (zooplancton y peces) en estadíos tardíos, lo cual indica que esta especie presenta una dieta típica de un predador omnívoro oportunista (Angelescu, 1980).

Bahar (2006) describe que la composición alimentaria de la macarela muestra diferencias estacionales en el mar Mediterráneo, con base en los cambios observados en la selección de presas, donde el principal ítem alimenticio eran los taliáceos durante el verano y el resto del año fueron los copépodos; afirmando así, que *S. japonicus* es una especie oportunista no selectiva con una dieta que varía según su talla, localidad y estación del año.

En la costa de África, Razniewski (1967) observó que la macarela se alimenta continuamente, incluso durante la temporada de desove; sin embargo, Habashi y otros (1987) notaron una leve reducción en el grado de alimentación durante esta época. Adicionalmente, Weib (1974) encontró diferencias ontogénicas en su alimentación, donde los juveniles se alimentan de copépodos y eufásidos; mientras que, los adultos mantienen una dieta de presas grandes como tunicados, decápodos, peces, además de cantidades considerables de

fitoplancton. En términos de actividad alimenticia, estableció que la tarde y las primeras horas después del atardecer eran las de mayor actividad.

A pesar de que la dieta de *S. japonicus* ha sido definida por varios autores como zooplanctófaga, Falk (1967) encontró foraminíferos y sedimento en el contenido estomacal, junto con otros organismos zooplanctónicos como anfípodos, tunicados, copépodos, eufásidos, peces pequeños y cefalópodos, indicando que puede comportarse además como un organismo detritívoro.

Estudios realizados en el mar de Noruega por Langoy, Nottestad, Skaret, Broms, & Femo (2006) reportaron el comportamiento selectivo de *S. japonicus* con base al tamaño de la presa, donde demostró preferencia por especies grandes, siendo *Limacina retroversa* la principal captura en las masas de aguas costeras y atlánticas*;* mientras que, *Calanus finmarchicus* fue la menos importante en todas las masas de agua.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El Golfo de Guayaquil situado entre las latitudes 02°23`00 S - 03°23`00 S y su longitud de 081°25`00 W (Zambrano, 2011) es la irregularidad geográfica más sobresaliente de la costa occidental del país. Este sistema está caracterizado por ser una zona de convergencia de diferentes tipos de masas de agua, donde en el norte se encuentran masas de aguas cálidas y de baja salinidad originarias del Golfo de Panamá y por el sur, aguas frías y de alta salinidad provenientes de la Corriente del Perú (Bonilla, 1983).

Debido a la gran productividad de este sistema producto de la interacción de las diferentes masas de agua, afloramientos y surgencias costeras (Bonilla, 1983), la pesquería artesanal e industrial se concentra en esta zona. Las localidades pesqueras donde frecuentemente se efectúan los desembarques de PPP se encuentran en las provincias de Guayas y Santa Elena cuyos principales puertos pesqueros son Posorja, La Libertad, Anconcito y Chanduy (Gonzalez, y otros, 2007).

Dentro del marco del programa Mejoramiento Pesquero para la Sostenibilidad de PPP, el IPIAP realiza un seguimiento sobre las embarcaciones que capturan *S. japonicus* en los principales puertos pesqueros del Golfo de Guayaquil (Instituto Nacional de Pesca, 2020). Los ejemplares utilizados en este estudio provienen de los monitoreos realizados por Crucero de prospección hidroacústica INP 2019-12-02 (pesca de investigación) en diciembre de 2019 y por el Programa de observadores que capturan peces pelágicos pequeños (pesca comercial) en agosto de 2020. Los ejemplares analizados fueron seleccionados de manera aleatoria (Tabla 1) (Fig.1).

Tabla 1. Zonas de captura de *S. japonicus*

Muestreo			
Procedencia de muestra	Coordenadas	Fecha	Tipo de pesca
Crucero de prospección hidroacústica INP 2019-12-02	02°07`00 S, 81° 06`W - 02°08`00S, 81°06`00W	15/12/19-16/12/19	Pesca de investigación
Programa de observadores que capturan peces pelágicos pequeños	03°15,9`00S, 80°44`00W – 03°11,3`00S, 80°41,8`00W	13/08/20-20/08/20	Pesca comercial

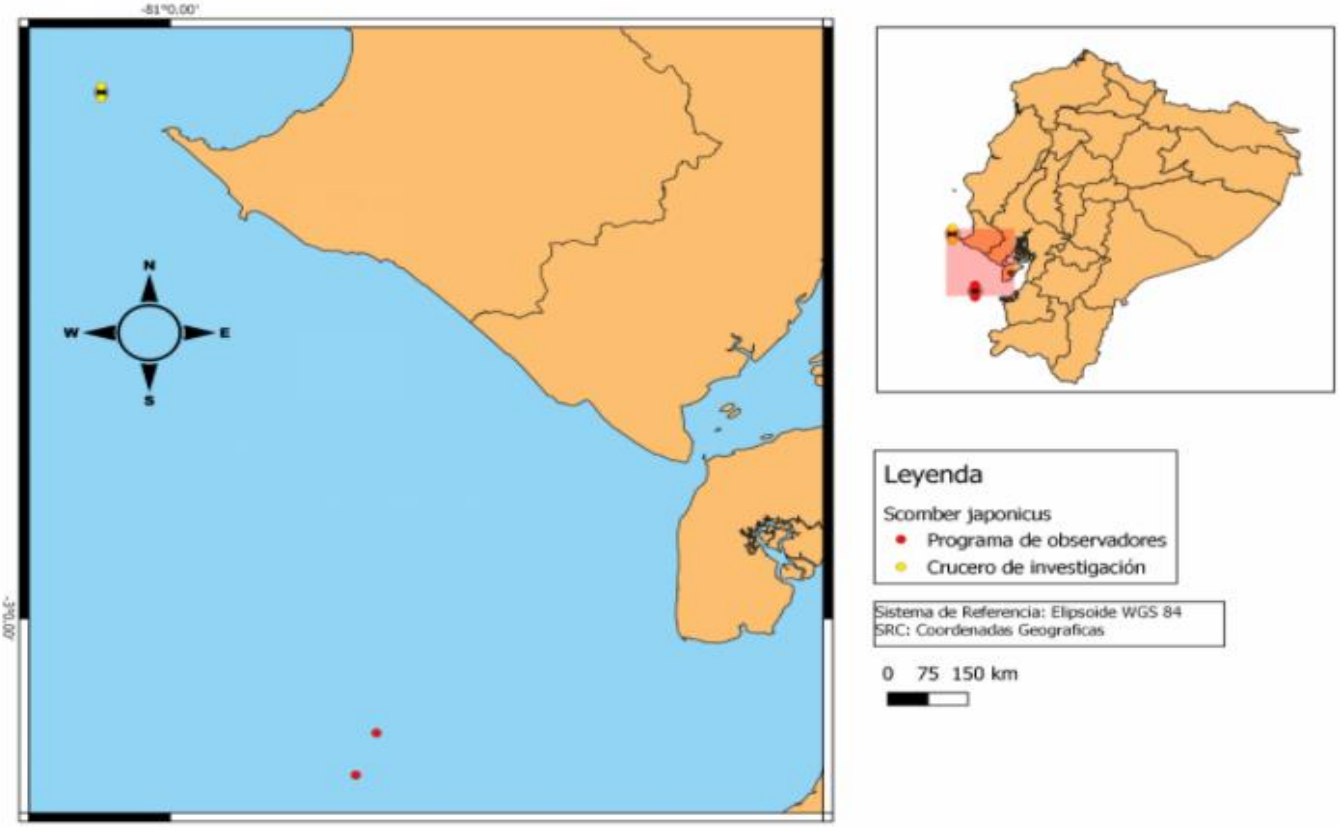


Figura 1. Zona de muestreo donde se obtuvo *Scomber japonicus* dentro del Golfo de Guayaquil.

5.2 Trabajo de laboratorio

Los ejemplares obtenidos se procesaron de la siguiente manera: se pesó (g) y midió la longitud total (cm) de cada individuo, luego, se determinó el sexo mediante métodos visuales por medio de diferencias de coloración de las gónadas, indicando que, las características macroscópicas de las hembras dependerán de la maduración en que se encuentren, pudiendo ser rojizo o anaranjado y en algunos casos se observan los ovocitos a través de la pared ovárica; mientras que en machos, los lóbulos testiculares son pronunciados y turgentes de color blanco lechoso (Castillo, Galvez, & Sanchez, 2015). A continuación, se extrajeron los estómagos, a los que se determinó su peso y volumen. Los estómagos obtenidos fueron guardados en fundas plásticas debidamente rotuladas y congelados a 20°C (Kvaavik, Danielsdottir, Marteinsdottir, & Oskarsson, 2019).

Posteriormente, se realizó un corte longitudinal en cada estómago y se observó el grado de repleción, el cual se refiere a la cantidad de alimento en el interior del estómago resultado de la actividad alimenticia que genere *S. japonicus* (Bajeca, 2016), estimándose de acuerdo a la escala propuesta por Mucientes & Saborido (2008) (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de repleción del contenido estomacal de *S. japonicus*.

Índice	Presencia de contenido
0	Estómago vacío
1	25% lleno
2	50% lleno
3	75% lleno
4	100% lleno

Nota: Adaptado de (Mucientes & Saborido, 2008).

Posteriormente, se analizó el grado de digestión utilizando la escala propuesta por Olson & Galvan (2002) (Tabla 3). La digestión se define como la

fase de descomposición del alimento en nutrientes para que el organismo pueda absorberlos y usarlos como energía (Gutierrez, 2016).

Tabla 3. Escala de digestión del contenido estomacal de *S. japonicus*.

Estado	Característica
Fresco (1)	Individuos que presentan todas las características morfológicas.
Digestión Intermedia (2)	Individuos sin piel, sin ojos y músculos descubiertos.
Digestión Avanzada (3)	Individuos sin cabeza, algunas partes presentes y esqueleto axial.
Totalmente Digerido (4)	Presencia únicamente de partes aisladas.

Nota: Adaptado de (Olson & Galvan, 2002).

Finalmente, el contenido estomacal se colocó en una caja Petri y se examinó con un estereomicroscopio OLYMPUS SZX2-ILLB y microscopio OLYMPUS BX43F. El contenido fue separado, contabilizado e identificado hasta el nivel taxonómico más bajo posible, excluyendo animales parásitos y objetos, no identificados (Olaya, Soto, & Barrera, 2009). La identificación taxonómica se realizó en base a las claves taxonómicas y literatura especializada de Boltovskoy, D. (1981) y Pesantes F (1983).

5.3 Procesamiento de datos

Se evaluó el tamaño de la muestra a través de una curva de acumulación de especies, que consiste de una matriz compuesta por el número total de especies encontradas en cada uno de los estómagos y el número total de estómagos analizados de *S. japonicus*, siguiendo la siguiente ecuación de Clench (1979).

$$S_n = \frac{(a[1-\exp(-b*n)])}{b}$$

Donde:

S_n = Número de especies observadas en cada muestra

a = La tasa de aumento de nuevas especies.

b = Es el parámetro relacionado con la forma de la curva

La frecuencia de ocurrencia (FO) y la abundancia relativa de la presa, que se refiere a la frecuencia de aparición de un tipo de componente alimenticio en relación con todos los estómagos analizados (Bajeca, 2016) se determinó mediante la siguiente expresión:

$$FO = (n/N)\ (100)$$

Donde n representa el número de veces que aparece una presa o componente de la dieta y N el número total de los estómagos analizados.

Adicionalmente, se utilizó el Índice de Importancia Relativa (IIR), debido a que, este método evita la sobreestimación de las presas y permite inferir la importancia de cada taxa del contenido estomacal, discriminando las presas importantes y poco frecuentes (Hyslop, 1980), ya que integra el porcentaje del conteo numérico de las presas, la frecuencia de ocurrencia y el índice volumétrico, para el cual se utilizaron valores de volúmenes estándar para cada presa establecidos, tomando en consideración que, cuando las especies a analizar son microscópicas y es difícil utilizar un instrumento con la graduación apropiada, se utilizan valores de volumen de las presas (Hyslop, 1980; Vega-Cendejas,1990).

$$IIR = (\%N+\%V) \times \%F.O.$$

Sin embargo, para validar y comparar los resultados del índice anteriormente utilizado, se implementó el índice de importancia geométrica (GII) propuesto por Assis (1996), debido que este método sirve para obtener el orden

de importancia jerárquica de las presas que forman la dieta de *S. japonicus*, mediante la siguiente ecuación:

$$GII_i = \frac{(\sum_{i=1} V_i)_j}{\sqrt{n}}$$

Donde:

V_i = Valor de cada medición de cantidad relativa de la presa

n = Número de índice utilizados

El valor más alto indica una mayor de predilección de ítem presa, el cual se presenta mediante un gráfico, compuesto de un eje Y, que corresponde al GII y un eje X que representa la composición de especies presentes en la dieta. Cada punto de inflexión acentuada en la curva clasifica los ítems presa de preferencia, seguidos de los secundarios y ocasionales (Jaramillo, 2009).

No obstante, se utilizó el test no paramétrico de Kruskall Wallis (p = 0.05), para determinar la existencia de diferencias significativas en la composición de la dieta de *S. japonicus* por rango de tallas y procedencia de muestras; estos análisis se realizaron con el programa estadístico GraphPad prism 8 (Feir, BJ & Toothaker L,1974).

Posteriormente, se analizó el nivel trófico que ocupa *S. japonicus* en el ecosistema mediante la fórmula desarrollada por Pauly (2000), donde, los resultados se obtienen como un valor TROPH de cada una de las presas existentes, utilizando la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^{G} DC_{ij} \times TROPH_j}$$

DCij = Representa la fracción de la presa *j* en la dieta de *i*.

TROPHj = Es la posición trófica de la presa j.

G = Es el número de presas en la dieta de *i*.

El resultado de esta fórmula se expresa como nivel trófico o la posición que el organismo ocupa, y su resultado varía entre 1 y 5; donde valores entre 1

y 2 categorizan a los herbívoros/detritívoros, valores de 3 y 4 corresponden a especies carnívoras/piscívoras y 5 a depredadores tope (Silva, Hernández, & Medina, 2014).

Finalmente, se calculó la amplitud trófica de la especie, estableciendo si es especialista o generalista dado que los valores de la formula varían de 0 a 1, donde valores inferiores a 0,6 indican que es una especie especialista y valores superiores a 0,6 muestran dietas de depredadores generalistas. La amplitud de nicho trófico se determinó mediante el índice de Levin a través de la siguiente expresión:

$$B_i = \frac{1}{n-1\left\{\left(1/\sum JP_{ij}^{\,2}\right)-1\right\}}$$

Donde:

JP_{ij} = es el porcentaje del Índice de importancia de presa (IIR) de la presa (i) en la dieta de la especie (j)

i = presa

j = especie

n = es el número total de especies presas presentes en la dieta. (Baque, Paez, & Wolff, 2012).

6 RESULTADOS

Se analizó un total de 187 estómagos, de los cuales 68 pertenecieron al Crucero de Investigación INP 2020-12-02 y 119 correspondieron al Programa de Observadores que capturan PPP. La curva de acumulación alcanzó la asíntota en el estómago 182 (Fig. 2).

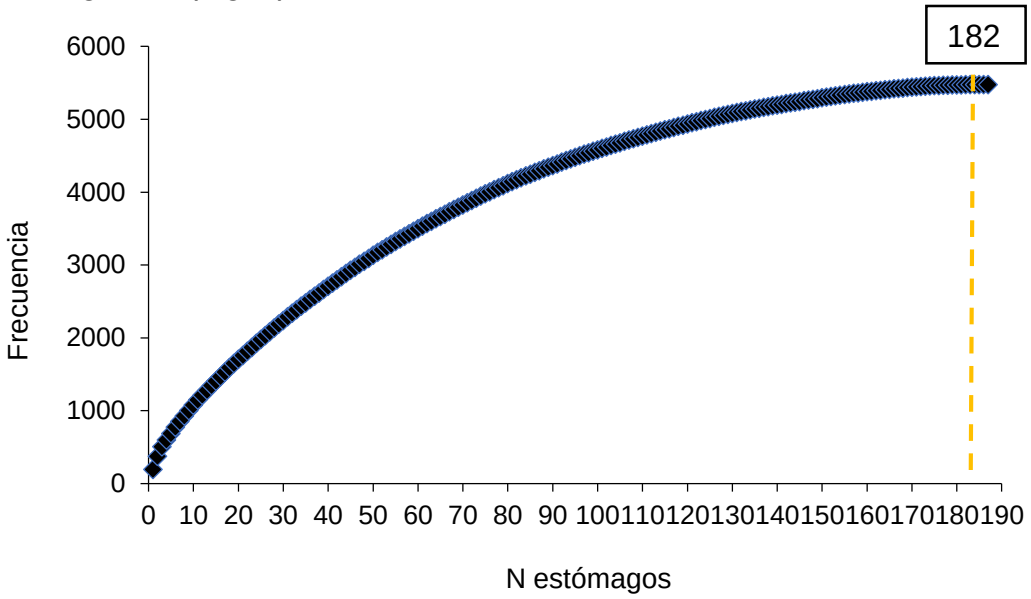


Figura 2. Curva acumulativa del régimen alimentario de *S. japonicus*.

6.1 Estructura de tallas

Se analizaron 115 machos, 56 hembras y 16 individuos sin identificación de sexo. La longitud total (LT) de los individuos capturados osciló entre 21,4 a 34.4 cm LT; donde la mayor captura estuvo concentrada entre las tallas 23 y 26 cm LT. Además, la mayor parte de los individuos capturados estuvo constituida por machos por debajo de la talla de madurez sexual (26 cm); mientras que las hembras estuvieron distribuidas en todos los rangos de talla. Se observaron distribuciones unimodales tanto en machos como hembras, con valores de moda de 26 y 28 cm LT respectivamente, y una talla media de 25,9 cm LT en machos y 26,9 cm LT para hembras (Fig. 3).

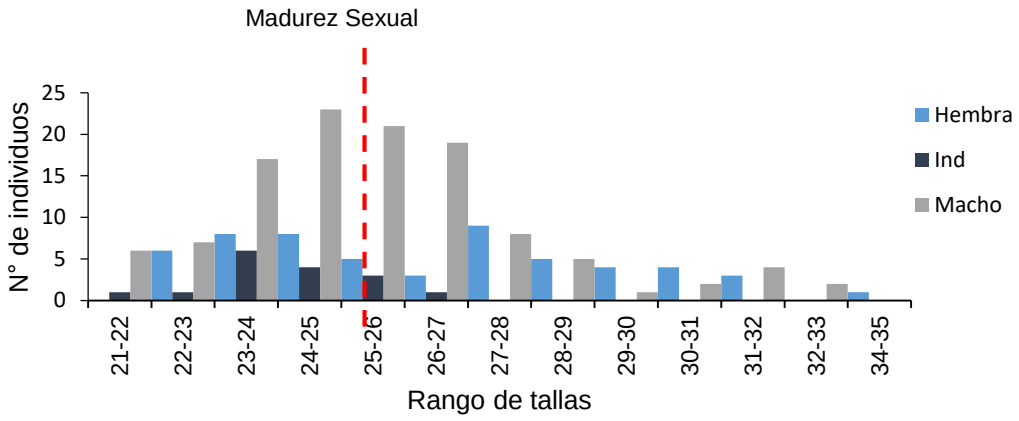


Figura 3. Rango de tallas por sexos separados de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil.

6.2 Composición de la dieta

La dieta de *S. japonicus* estuvo compuesta por cinco grupos principales, siendo estos Chordata (25 %), huevos de invertebrados y zooplancton, ambos con (23 %), fitoplancton (13 %) y fibras de plástico (15 %) (Fig. 4).

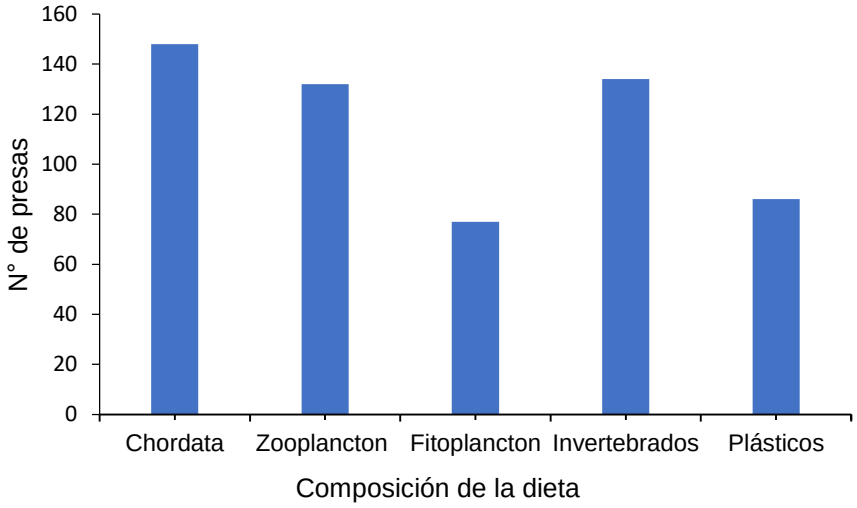


Figura 4. Composición de la dieta de *Scomber japonicus* mediante el programa de Crucero.

6.3 Crucero de prospección hidroacústica denominado INP 2019-12-02

6.3.1 Estructura de talla

Se encontraron 41 machos, 27 hembras, cuya longitud total fue de 21,6 hasta 34,1 cm LT, donde la mayor captura estuvo concentrada en el rango de

talla entre de 26 cm y 32 cm LT, en su mayoría hembras por encima de la talla de madurez sexual (26 cm LT) a diferencia de los machos (Fig. 5).

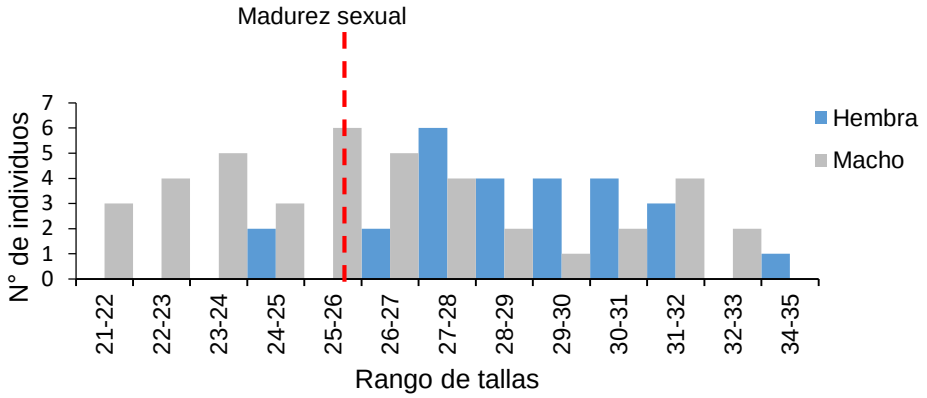


Figura 5. Rango de tallas por sexo separados obtenidos mediante el Crucero de Investigación INP 2020-12-02.

6.4 Composición de la dieta Crucero de prospección hidroacústica denominado INP 2019-12-02

La composición de la dieta de la macarela dentro del muestreo del crucero INP 2019-12-02 estuvo dominada por el grupo de los cordados, exclusivamente por escamas cicloides de peces junto con huevos de invertebrados, ambos con (32 %); seguido del zooplancton (21 %) y en menor proporción por fitoplancton (3%). Adicionalmente, se encontró microplásticos dentro del tracto digestivo, que correspondió al (12 %) (Fig. 6).

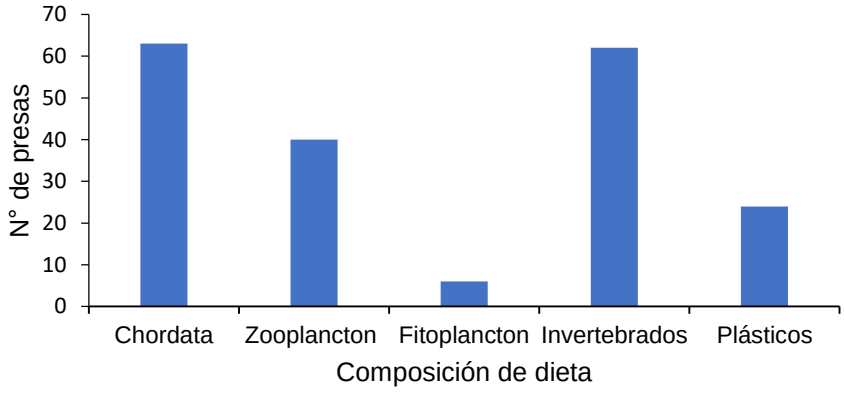


Figura 6. Composición de la dieta de *S. japonicus* del muestreo de Crucero de prospección hidroacústica INP 2019-12-02.

6.5 Programa de observadores

6.5.1 Estructura de tallas

Se analizaron 71 machos, 32 hembras y 16 organismos que debido al estado de las gónadas no se pudo realizar la diferenciación sexual. Las tallas presentaron una variación desde 21,4 5 hasta 28,9 cm LT, la mayor captura estuvo concentrada en el rango de tallas desde 23 hasta los 26 cm, es decir, por debajo de su talla de madurez sexual (26 cm) (Fig. 7).

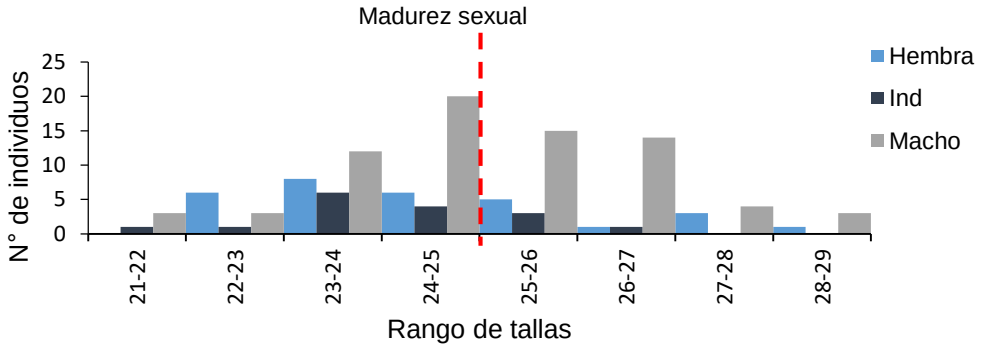


Figura 7. Rango de tallas por sexo separados obtenidos en el muestreo de los Observadores que capturan PPP.

6.5.2 Composición de la dieta del Programa de Observadores Pesqueros

La composición alimentaria de *S. japonicus* consistió en cinco grupos principales: zooplancton 24 %, cordados 22 %, fitoplancton con el 18 % y finalmente, huevos de invertebrados con el 19 %. Además, se encontró un 16 % de fibras de plástico (Fig. 8).

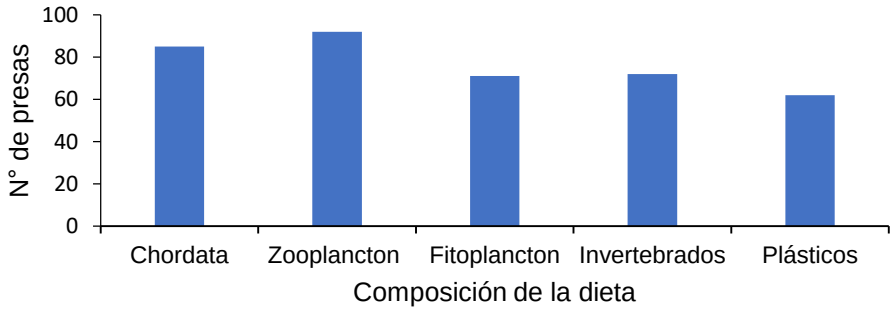


Figura 8. Composición de la dieta de *Scomber japonicus* del muestreo del Programa de observadores del IPIAP de PPP.

6.6 Grado de repleción

Con relación al grado de repleción de los estómagos analizados, 182 estómagos (99 %) mostraron contenido alimenticio y 5 (1 %) estuvieron vacíos. Adicionalmente, se observó que el grado de repleción predominante perteneció a los semivacíos (25 %), siendo los grados de repleción de 75 y 100 % los menos frecuentes (Fig. 9).

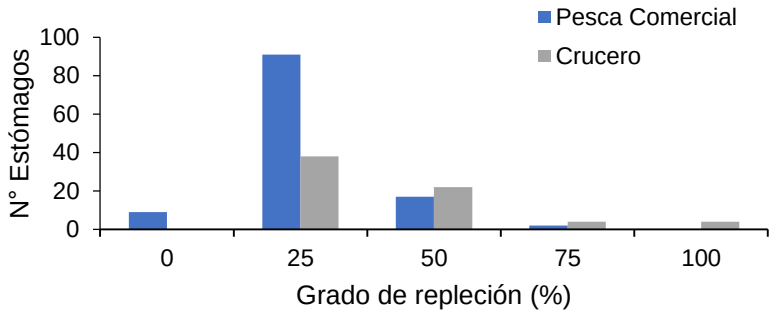


Figura 9. Grado de repleción de *S. japonicus* en el Golfo de Guayaquil.

6.7 Grado de digestión

En los 187 estómagos analizados se identificó un total de 578 presas que presentaron distintos grados de digestión. Los grados de digestión predominantes fueron el G1 (380 presas) y G4 (192 presas), seguido del G2 únicamente con 6 presas. No se encontraron presas con grado de digestión G3 (Fig.10).

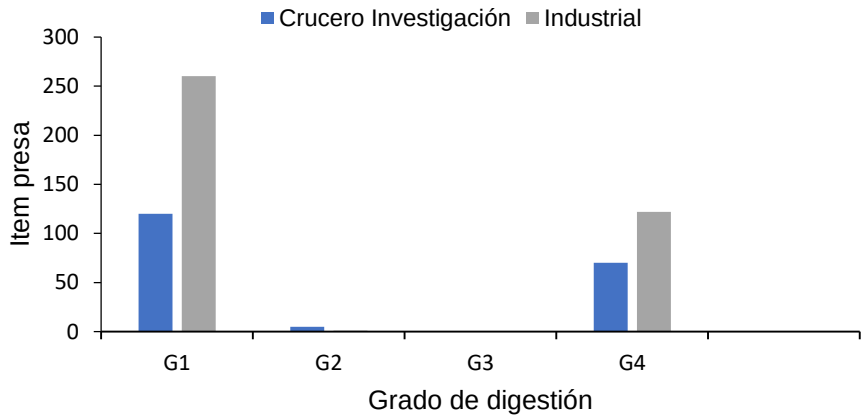


Figura 10. Grado de digestión de *S. japonicus* en el Golfo de Guayaquil.

6.8 Índice de Importancia relativa

En el análisis de composición de la dieta de *S. japonicus* para los dos sitios de procedencia de muestra se determinaron 29 items presa (tabla 4), clasificados en 5 grupos: Chordata, fitoplancton, zooplancton, invertebrados adicionalmente, se observaron fibras de plástico (anexo 1). El índice de importancia relativa (IIR) determinó que, el ítem presa principal fueron peces, que en el contenido estomacal estuvieron representados por escamas de Actinopterygii con el 37 %, seguido de huevos de invertebrados con 35 % y por último, el fitoplancton y zooplancton con el 23 % y 5 %, respectivamente.

Tabla 4. Composición de la dieta de *Scomber japonicus.*

Grupo	Clase	Item Presa sp	Procedencia de muestra	
			Crucero Investigación	Pesca comercial
Chordata	Actinopterygii	Escamas	X	X
Fitoplancton	Bacillariophyceae	*Chaetoceros sp*		X
		Coscinodiscus sp		X
		Fragillaria sp	X	X
		Navicula sp	X	X
		Rhizosolenia sp	X	
	Dinophyceae	*Ceratium candelabrum*		X
		Ceratium dens		X
		Ceratium lunula		X
		Ceratium massiliense		X
Zooplancton	Sagittoidea	*Parasagitta* sp.		X
	Branchiopoda	*Pseudoevadne tergestina*		X
	Malacostraca	Zoea braquiuro	X	
		Zoea malacostraco		X
		Larva de décapodo		X
		Restos de décapodo	X	X
		Restos de stomatopodos		X
		Squilla sp		X
	Hexanauplia	*Corycaeus sp*	X	X
		Euchaeta sp		X
		Euterpina acutifrons	X	X
		Labidocera sp	X	
		Nauplio de copépodo		X
		Oithona sp	X	X
		Oncaea sp	X	X
		Paracalanus sp	X	X
		Restos de copépodos	X	X

		Subeucalanus sp	X	X
Invertebrados	Huevo	Huevos de invertebrados	X	X
Otros	Plásticos	Macroplásticos		X
		Microplásticos	X	X

No existieron diferencias significativas con relación a la composición de la dieta por sitios de muestreo (p = 0.0765); sin embargo, se observó una tendencia a la predilección de presas donde los individuos obtenidos del programa de observadores pesqueros tuvieron una preferencia de dieta de peces y de fitoplancton con un 45 y 34 %IIR, respectivamente. Mientras que, en los organismos procedentes del Crucero INP 2019-12-02, el mayor valor de %IIR se obtuvo para peces y huevos de invertebrados con el 32 % y 57 %.

De manera general, dentro del rango de talla entre 21 a 34 cm de LT, los ítems presas de mayor %IIR fueron los Actinopterygii junto con los huevos de invertebrados (Anexo 2); sin embargo, se observó que el consumo de huevos de invertebrados aumenta conforme a su talla, mientras que, la ingesta de fitoplancton disminuye después de alcanzar su madurez sexual. Por lo tanto, si presentó diferencias significativas en función al rango de tallas (p = 0.0216) (Fig.11).

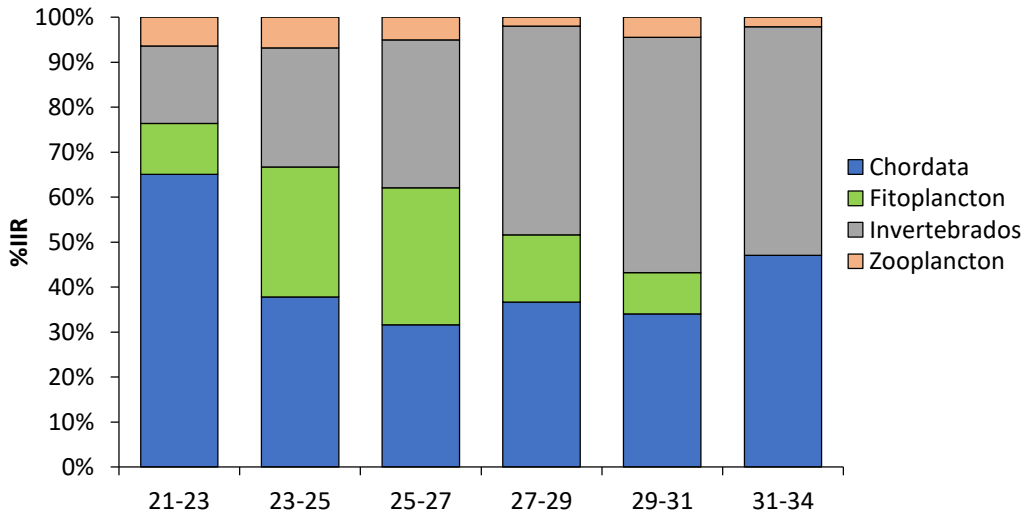


Figura 11. Índice de Importancia Relativa (IIR%) de los principales grupos presa por rango de talla de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil.

El principal ítem fueron los cordados ya que estuvieron presentes en el contenido estomacal de todos sitios de muestreo, encontrándose escamas tipo de cicloides y ctenoides (Anexo 3). No obstante, en el muestreo del Crucero INP 2019-12-02 solo se encontraron escamas de tipo cicloide, y en el muestreo del programa de los observadores de captura de PPP se hallaron los dos tipos de escamas mencionadas anteriormente.

En el grupo secundario en la composición dietaria de *S. japonicus* se identificaron especies de fitoplancton, específicamente, dinoflagelados y diatomeas. Dentro de la clase Dinophyceae, se registraron las siguientes especies, *Ceratium masiliense, Ceratium candelabrum*, *Ceratium dens* y *Ceratium lunula*; entre las diatomeas, de la clase Bacillariophyceae se identificaron los géneros *Fragillaria* sp., *Chaetoceros* sp. y *Coscinodiscus* sp. En relación al zooplancton, las presas identificadas correspondieron a las clases Sagittoidea; con el género Parasagitta, y de la clase Branchiopoda, se encontró al cladócero *Pseudoevadne tergestina* en un solo estómago. Finalmente, la clase Hexanauplia estuvo constituida por los órdenes Calanoida y las especies *Paracalanus* sp.*, Labidocera* sp., *Subeucalanus* sp.*, Euchaeta* sp, seguido del orden Cyclopoida, con las especies *Corycaeus* sp., *Oncaea venusta* y *Oithona* sp.*,* y el orden Harpacticoida con una única especie identificada, siendo esta *Euterpina acutifrons* (anexo 4).

Finalmente, las presas de la clase Malacostraca encontradas correspondieron a restos y larvas del orden Decapoda y del orden Stomatopoda, el cual se identificó como *Squilla sp,* (Anexo 4:I), siendo este el único ítem presa que se pudo visualizar macroscópicamente con sus características morfológicas completas.

Mediante el índice de importancia geométrica (GII) (Fig.12) se determinó que, el primer punto de inflexión catalogó a Actinopterygii y a los huevos de invertebrados como presas preferentes de *S. japonicus*, seguido de las presas secundarias representadas por un segundo punto de inflexión, siendo estas *Fragillaria sp, Ceratium massiliense, Corycaeus sp*, restos de decápodos, *Chaetoceros* sp , y restos de copépodos, mientras que, el resto de ítems presa identificados son considerados como presas ocasionales.

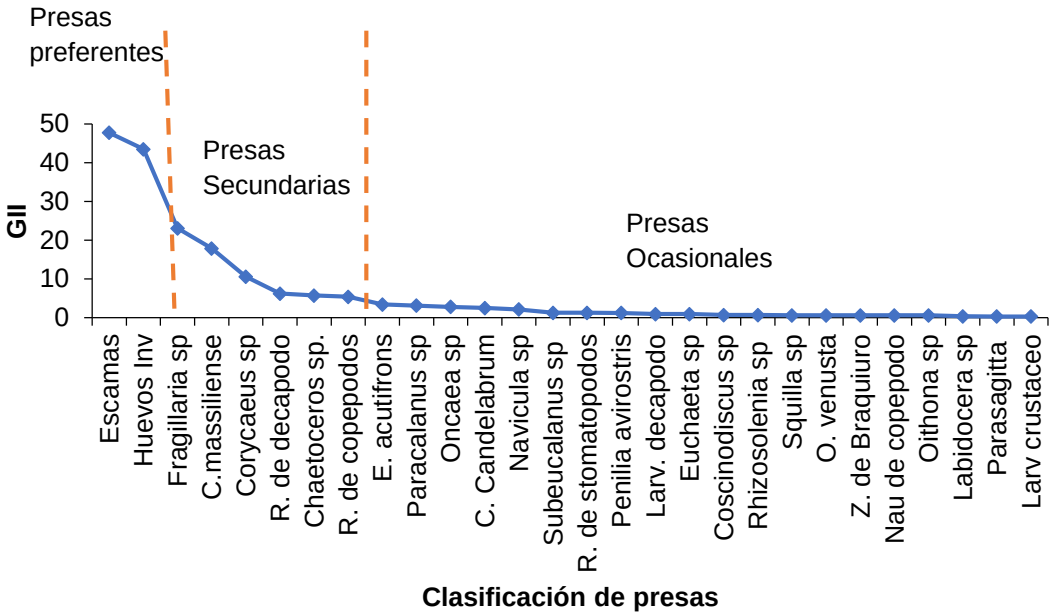


Figura 12. Índice de importancia geométrica (GGI) de *Scomber japonicus* en el golfo de Guayaquil.

6.9 Índices tróficos

La amplitud trófica determinada por el índice de Levin para *S. japonicus* fue baja (Bi = 0,2) por lo que, se lo considera como un depredador especialista, este valor se registró para los diferentes sitios de procedencia de muestras. Con relación al nivel trófico, de acuerdo al valor de TROPH obtenido (Troph = 3), se cataloga a esta especie como un depredador carnívoro de nivel secundario y terciario.

7 DISCUSIÓN

Se registraron 29 ítems presas en los estómagos analizados, representados por peces, huevos de invertebrados, crustáceos, dinoflagelados, y diatomeas, lo cual que indica que, *S. japonicus* es una especie planctófaga e ictiófaga, resultados similares a los reportados por Hunter & Kimbrell (1980) y Mendo (1984). Consecuentemente, este organismo puede ser considerado como un depredador especialista (Bi = 0,2), es decir que, su dieta está basada en pocos ítems presas de preferencia, lo cual se ve reflejado en el índice de importancia geométrica, donde su primer punto de inflexión estuvo conformado por solo dos grupos; difiriendo así, con las investigaciones realizadas por Bahar (2006) y Angelescu (1980), quienes indican que la macarela es una especie oportunista no selectiva, y que su dieta puede variar dependiendo de la disponibilidad del alimento.

Adicionalmente, el valor obtenido con el índice Troph (Troph = 3) ubica a *S. japonicus* como un depredador secundario terciario, ya que su espectro trófico incluye presas de diferentes tallas, como microplancton, mesoplancton, macroplancton y organismos neustónicos, en concordancia a lo establecido por Konchina (1983). Adicionalmente, se observó un cambio en su alimentación dependiendo del sitio de muestreo, lo que indicaría que, a pesar de su grado de especialización, su dieta podría estar influenciada por los recursos más abundantes presentes en el ecosistema en que se encuentre (Angelescu, 1890). De tal manera, su dieta está ligada a la estructura comunitaria que existe en el medio, en la cual pueden existir variaciones en la disponibilidad y abundancia de los grupos de presas según las masas de agua y los parámetros físicoquímicos, afectando la biodisponibilidad de los organismos en la columna de agua (Castro, 1991).

De manera general, la composición alimenticia de *S. japonicus* mostró una preferencia hacia los peces y huevos de invertebrados, este comportamiento alimenticio difiere a lo reportado por Moreno (2005), quien registró que el grupo más representativo fueron los anfípodos con un 94 % y los ostrácodos con 6 %. Adicionalmente, Martínez, y otros (2007) establecen que su principal alimento

fueron los eufáusidos, copépodos y larvas de crustáceos y como ítems secundarios los huevos de crustáceos y peces.

Adicionalmente, en esta investigación se encontraron dos tipos de escamas de peces, tanto cicloides como ctenoides, y es posible que los resultados de este trabajo sean comparables con lo reportado por Santos & Gonzalez (1992) y Viteri (2016); según estos autores, la composición dietaria de *S. japonicus* se basa en peces de la familia Myctophidae y del género Anchoa, los cuales tienen escamas cicloides, mientras que, Hunter & Kimbrell (1980), Mendo (1984), Angelescu (1980) y Goberna (1987) reportan que su alimentación consiste en presas del género *Engraulis*, que presenta escamas ctenoidas. Con base a las observaciones de estos autores se puede inferir que la alimentación de *S. japonicus* en el golfo de Guayaquil estaría formada por individuos de los géneros *Engraulis* y *Anchoa*.

Es importante mencionar la presencia de microplásticos dentro del contenido estomacal de *S. japonicus*, que representó un 15 % de su dieta, esto podría estar relacionado a la coloración azul del plástico, ya que es similar a la que emiten los copépodos, que son parte de su alimentación y pueden confundirlas como sus presas. Sin embargo, la ingesta de plástico también podría estar asociada a que las embarcaciones que se dedican a la pesca de este recurso utilizan redes de enmalle para su captura, generando un mecanismo de respuesta que consiste la regurgitación del alimento, lo que podría provocar la ingesta accidental de fibras de las redes (Lino, 2020).

Finalmente, se observaron predilecciones en su alimentación relacionadas con los rangos de tallas, puesto que el consumo de huevos de invertebrados aumentó conforme a su desarrollo ontogénico, a diferencia del fitoplancton el cual disminuye después de alcanzar su madurez sexual, lo cual es un comportamiento propio de una dieta carnívora. Estos resultados coinciden con lo reportado por Angelescu (1980), que definió a *S. japonicus* como una especie omnívora con tendencias a dietas ictiófagas según su crecimiento. Este

cambio en su dieta podría estar relacionado con el desarrollo y forma de la boca, así como, de los arcos branquiales, ya que tienen un papel importante en la adquisición del alimento, debido que existe una relación directamente proporcional entre el tamaño de la boca y el tamaño de la presa (Castro, 1991); sin embargo, es importante tomar en consideración, que este resultado depende del tamaño de la muestra, ya que, se obtuvieron pocos individuos en clases de talla superiores.

8 CONCLUSIONES

- La dieta alimenticia de *Scomber japonicus* estuvo constituida por 29 items presas, con una preferencia hacia los Actnopterygii y huevos de invertebrados, seguido del fitoplancton y zooplancton como presas secundarias.

- *Scomber japonicus* en el golfo de Guayaquil es considerada como una especie especialista, que tiende a comportarse como un depredador carnívoro de nivel secundario terciario.

- El índice de importancia relativa por rango de tallas determinó que existen diferencias en la composición dietaria una vez alcanzada la madurez sexual, pasando de una dieta omnívora hacia una dieta ictiófaga.

9 RECOMENDACIONES

- La disponibilidad de los recursos alimenticios de *Scomber japonicus* puede presentar variaciones espacio-temporales, consecuentemente, es importante extender el período de estudio para poder determinar variaciones en su dieta producto de cambios temporales en la comunidad pelágica.

- La dieta de los peces puede presentar variaciones relacionadas a su crecimiento y especializaciones morfológicas, por lo cual, es necesario ampliar el número de muestras, para obtener una distribución de tallas más amplia y que el número de individuos sea similar para obtener resultados comparables.

- La interacción de los peces con el ecosistema tiene un impacto en el funcionamiento de las redes tróficas, por tal motivo, es importante extender este tipo de estudios a otros peces pelágicos pequeños y así poder entender su rol en el funcionamiento ecosistémico.

10 REFERENCIAS

Angelescu, V. (1979). Ecología trófica de la caballa del Mar Argentino (Scombridae, Scomber japonicus marplatensis). Parte I. Alimentación y crecimiento.

Assis, C.A., 1996. A generalised index for stomach contents analysis in fish. Scientia Marina, 60(2): 385-389

Bajeca, E. (2016). *Análisis de la Dieta de la Curvina Golfina Cynoscion othonopterus (Jordan y Gilbert, 1882) en el alto Golfo de California.* La Paz, Baja California Sur.

Baque, J., Paez, D., & Wolff, M. (2012). *Hábitos alimentarios de dos peces pelagicos Thunnus albacares y Acanthocybium solandri de la Reserva Marina de Galápagos .* Galapagos- Ecuador : Revista de Biología Marina y Oceanografía.

Boltovskoy, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental. *Publicación Especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina*.

Bonilla, D. (1983). *Estudio Taxonómico de los Quetognatos en el Golfo de Guayaquil.. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol, 19(1).* Obtenido de https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta2_2/OCE202_5.pdf

Cámara Nacional de Pesquería. (2018). *Mejora de la sostenibilidad pesquera*. Obtenido de http://smallpelagics.org/

Castillo, J., Galvez, M., & Sanchez, J. (Enero- Diciembre de 2015). *Escala de madurez gonadal de caballa Scomber japonicus peruanus (Jordan y Hubbs, 1925).* Callao, Perú.

Castro, J. (1991). *Trófica de la Caballa (Scomber japonicus) en aguas del archipiélago canario.* Palmas de Gran Canarias.

Falk, V. 1967. Sediments as food of chub mackerel (Scomber colias Gmelin) off Northwest Africa. ICES. C.M. Comm. Poiss. Pelag. 5.

Feir-Walsh, BJ y Toothaker, LE (1974). Una comparación empírica de la prueba F de ANOVA, la prueba de puntajes normales y la prueba de Kruskal-Wallis con violación de los supuestos. *Medición educativa y psicológica* , *34* (4), 789-799.

Gilbert, G., & Villegas, T. (2016). Aspectos biológicos y pesqueros de la macarela Scomber japonicus (Perciformes: Scombridae) en la costa continental de Ecuador. *Ciencia Pesquera*, *24*(1), 67-75.

Gluyas Millan, M. G., & Quiñonez Velazquez, C. (1996). *Evidencias de distintos grupos poblacionales de Macarela-Scomber japonicus.* La Paz, Baja California Sur- Mexico . *Ciencias Marinas*, *22*(3), 377-395.

Goberna, E.. 1987. Estudios sobre contenidos digestivos en diversas especies de juveniles de peces. Análisis comparativo. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 3:93- 101.

Gonzalez, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V., & Peña, M. (2007). *Análisis de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador (1981- 2007). Instituto Nacional de Pesca. Documento interno*.

Gutierrez, J. V. (2016). Vélez Gutiérrez, J. E. (2016). *Hábitos alimenticios de la especie Brycon alburnus (Dama Blanca) capturada en las Cuencas Hidrográficas del Cantón Salitre, Provincia del Guayas* (Bachelor's thesis).

Habashi, B.B., A. Kompowski & J. Wojciechowski. 1987. Food and feeding of chub mackerel, Scomber japonicus Houttuyn, 1782 in the North-West African shelf. Acta Ichthyol. Pisc., 17(1):77-92.

Hatanaka, M., K. Sekino, M. Takahashi & T. Ichimura. 1957. Growth and food consumption in young mackerel, Scomber japonicus (Houttuyn). Tohoku J. Agric. Res., 7(4):351 -368.

Hunter, J.R. & C.A. Kimbrell. 1980. Early life history $ of pacific mackerel, Scomber japonicus. Fish. Bull., o U S o, 78:89-101.

Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis: a review of methods and their application. J. Fish. Biol, 17: 411-429

Instituto Nacional de Pesca. (Enero de 2020). *Seguimiento de la pesqueria de peces pelagicos pequeños durante enero 2020.* Obtenido de http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Seguimiento-de-la-pesquer%C3%ADa-de-peces-pel%C3%A1gicos-peque%C3%B1os-enero-2020.pdf

Jaramillo, A. M. (2009). *Estudio de la biologia trofica de cinco especies de peces bentonicos de la costa de cullera. Relaciones con la acumulacion de metales pesados .* Valencia-España (Doctoral dissertation).

Kvaavik, C., Danielsdottir, A., Marteinsdottir, G., & Oskarsson, G. (2019). *Diet and Feending strategy of Northeast Atlantic mackerel (Scombrus scomber) in Icealandic waters.* Inslandia - Instituto de Biología. *PloS one*, *14*(12), e0225552.

Konchina, Y.V. 1985. Feeding ecology of nectonic fishes. In: Taverdieva, M.l (ed.). Feeding and food availability as related to fish abundance, growth and concentration formation. SB. Nauch. Tr. VNIRO. Moscow. pp:57-70.

Lino, J. G. (2020). *Microplástico en el tracto digestivo de Scomber japonicus, Opisthonema libertate y Auxis thazard, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020.)

Martinez, C., Bohm, G., Cerna, F., Días, E., Muñóz, P., Aranis, A., ... & Ossa, L. (2006). Estudio biológico-pesquero de la caballa entre la IX Regiones. *Proyecto FIP*, (2005-19).

Mendo, J.A.. 1984. Edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la caballa. Bol. Inst. Mar. Perú - Callao, 8(4):101-156.

Moreno Sánchez, X. G. (2004). *Estructura comunitaria e interrelaciones tróficas de los peces de Bahía Almejas Baja California Sur, México* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Mucientes, G., & Saborido, F. (2008). ACERCAMIENTO A LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE Isurus oxyrinchus RAFINESQUE, 1810 (ELASMOBRANCHII: LAMNIDAE) EN AGUAS INTERNACIONALES DEL PACÍFICO SUR CENTRAL. *Rev. Invest. Mar*, *29*(2), 145-150.

Olaya, C., Soto, P., & Barrera, J. (2009). Hábitos alimentarios de la mayupa (Sternopygus macrurus Bloch & Schneider, 1801) en el río Sinú, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, *14*(3), 1787-1795.

Olson , R., & Galvan, F. (2002). Food habits and consumption rates of common dolphinfish (Coryphaena hippurus) in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin*, *100*(2), 279-298..

Pauly D, Froese R, Sala P, Palomares ML, Christensen V and Rius J. 2000. TrophLab Manual. ICLARM, Manila. [en línea] http://www.□sheries.ubc.ca/archive/members/dpauly/software.php

Perrotta , R., Madirolas, A., Akselman, R., Lopez, F., & Macchi, G. (1996). *La Caballa (Scomber japonicus) y las condiciones ambientales en el area Boraerense de ¨El rincon¨ .* Mar de Plata - Argentina.

Pesantes, F. (1978). Dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Publ. INOCAR (Depto. Ciencias del Mar)*, *2*, 1-46.

Razniewski, J. 1967. Some observations on the biology of Scomber coiias of the northwest african shelf. ICES CM 1967/J:4. 4 pp

Santos, M., & Gonzalez, N. (1992). Situación actual y perspectivas del recurso macarela (Scomber japonicus) en Ecuador.

Silva, M., Hernández, M., & Medina, N. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Revista Biológica*, 16.

Vega, A., Quezada , F., & Robles, Y. (2013). Aspectos biológicos y pesqueros de Scomber sierra (Perciformes: Scombridae) en el Golfo de Montijo, Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, *15*(2), 53-70.

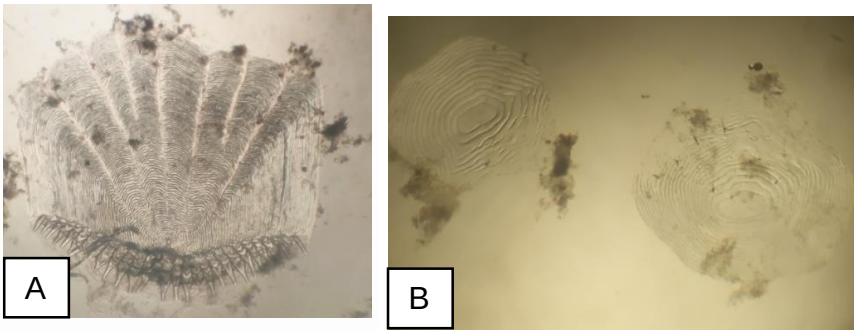
Weib, R. 1974. Feeding behaviou r and formation of fish concentrations in the chub mackerel (Scomber colias) in the northwest african fishing grounds. ICES CM 1974/J:15. 6 pp.

Zambrano, K. (2011). *Crecimiento y estadios de madures sexual de la Macarela (Scomber japonicus) en el Golfo de Guayaquil durante 2008–2010* (Bachelor's thesis).

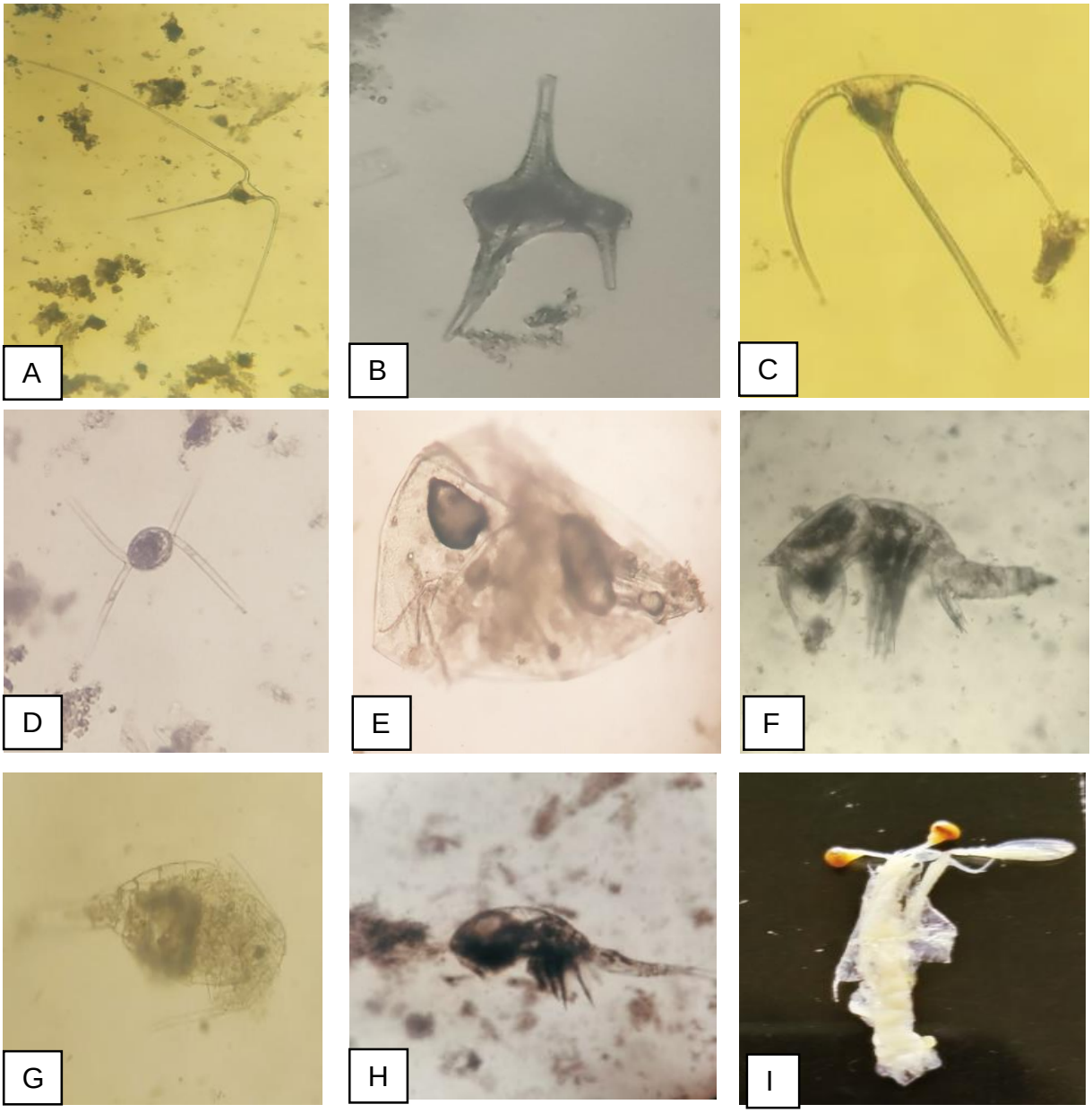
11 ANEXOS

Anexo 1. Fibra de plástico.

Anexo 2. Huevos de invertebrados.



Anexo 3. *Escamas. A, Ctenoida. B, Cicloidea.*



Anexo 4. Plancton encontrado en la composición alimentaria., *Dinophyceae: A, Ceratium massiliense, B, Ceratium candelabrum, C, Ceratium lunula. D, Bacillariophyceae: Chaetoceros sp. E, Branchiopoda: Pseudoevadne tergestina. Hexanauplia: F, Euterpina acutifrons, G, Oithona sp, H, Oncaea sp., Stomatopoda: I, Squilla sp.*

Oficio Nro. INP-GCT-2020-0038-OF

Guayaquil, 31 de julio de 2020

Asunto: Universidad de Guayaquil, " Análisis de muestras y uso de datos para elaboración de Tesis de la Srta. Martinez Morrillo".

Señora Magíster
Dialhy Maria Coello Salazar
Directora (E) de Carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
En su Despacho

De mi consideración:

En atención a Oficio No. UG.FCN-EB-2020-0006-O, en el cual solicita autorización para el uso de datos correspondientes el análisis de los estómagos de peces de *Scomber japonicus*, específicamente colectados por el Programa de Peces Pelágicos Pequeños durante el Crucero Acústico de diciembre de 2019, mismas que serán utilizadas por el Srta. Jenniffer Maria Martínez Morrillo, estudiante de la Facultad de Ciencias Naturales, para uso de su tesis, y cuyo título tentativo "Ecología trófica de *Scomber japonicus* en el Golfo de Guayaquil", me permito indicar lo siguiente:

Una vez analizada vuestra solicitud, esta institución aprueba colaborar con la data solicitada, a favor del estudiante, Jenniffer Maria Martínez Morrillo, para que realice su tesis, previo a la obtención del título de Biólogo. Para esto, es necesario que usted nos remita: copia de cédula y credencial del estudiante, así como de las personas que revisarán la información, en este caso el tutor de tesis y quien realiza la petición, con la finalidad de proceder a suscribir un "Acuerdo de Confidencialidad", considerando que la información solo será utilizada para esa finalidad y no se podrá hacer uso de dicha información para otras causas.

Es necesario mencionar que el INP designará un cotutor de la tesis y, una vez finalizada la misma, una copia deberá ser entregada al Instituto.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Dr. Nikita Gaibor Castro
SUBDIRECTOR CIENTÍFICO TÉCNICO (E) - INP.

Anexo 5: Autorización del Instituto Nacional de Pesca para el análisis de estómagos colectados por el programa de peces pelágicos pequeños