



Universidad de Guayaquil

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA

**Trabajo de titulación previo a obtener el grado académico de  
Biólogo**

**Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo  
(*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil.**

AUTOR: Victor Augusto Zhicay Alcívar

TUTOR: Blgo. Luis Flores, MSc

GUAYAQUIL, JUNIO 2020



## ANEXO V.- RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

**Título del Trabajo:** Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil.

**Autor (s):** Victor Augusto Zhicay Alcívar

| ASPECTOS EVALUADOS                                                                                                                                                                                                 | PUNTAJE MÁXIMO | CALF.       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA</b>                                                                                                                                                                           | <b>4.5</b>     | <b>4.5</b>  |
| Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.                                                                                                                                    | 0.3            | 0.3         |
| Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera                                                                                                                | 0.4            | 0.4         |
| Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.                                                                            | 1.0            | 1.0         |
| Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV                               | 1.0            | 1.0         |
| Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión                                                              | 1.0            | 1.0         |
| Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.                                                                                                                            | 0.4            | 0.4         |
| Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.                                                                | 0.4            | 0.4         |
| <b>RIGOR CIENTÍFICO</b>                                                                                                                                                                                            | <b>4.5</b>     | <b>4.5</b>  |
| El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación                                                                                                                                           | 1.0            | 1.0         |
| El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación. | 1.0            | 1.0         |
| El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.                                                                                                                   | 1.0            | 1.0         |
| El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.                                                                 | 0.8            | 0.8         |
| Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica                                                                                                                               | 0.7            | 0.7         |
| <b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>                                                                                                                                                                                | <b>1.0</b>     | <b>1.0</b>  |
| Pertinencia de la investigación                                                                                                                                                                                    | 0.5            | 0.5         |
| Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional                                                                                                  | 0.5            | 0.5         |
| <b>CALIFICACIÓN TOTAL *</b>                                                                                                                                                                                        | <b>10.0</b>    | <b>10.0</b> |
| * El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.                                                                                    |                |             |
| **El estudiante que obtiene una calificación menor a 7/10 en la fase de tutoría de titulación, no podrá continuar a las siguientes fases (revisión, sustentación)                                                  |                |             |

BLGO. LUIS FLORES VERA  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
No. C.I. 0908703820  
FECHA: 02 de marzo del 2020



**ANEXO VI. – CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

Guayaquil, 02 Marzo del 2020

**BLGA. DIALHY COELLO, MSc.**  
**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 **Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil** del estudiante **Victor Augusto Zhicay Alcívar**, indicando 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 de 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 el estudiante **Victor Augusto Zhicay Alcívar** está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

---

BLGO. LUIS FLORES VERA  
TUTOR DEL TRABABO DE TITULACIÓN  
C.I. 0908703820  
FECHA: 02 marzo del 2020



## ANEXO VII. – CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Luis Alfredo Flores Vera**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Victor Augusto Zhicay Alcívar**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Biólogo.

Se informa que el trabajo de titulación: **Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 4% de coincidencia.



### Document Information

|                   |                                              |
|-------------------|----------------------------------------------|
| Analyzed document | ZHICAY_TESIS_VERSION_URKUND.docx (D64735464) |
| Submitted         | 3/2/2020 8:10:00 PM                          |
| Submitted by      |                                              |
| Submitter email   | gabriela.vergarag@ug.edu.ec                  |
| Similarity        | 4%                                           |
| Analysis address  | gabriela.vergarag.ug@analysis.arkund.com     |

### Sources included in the report

|          |                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>W</b> | URL: <a href="https://docplayer.es/80092995-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-natura...">https://docplayer.es/80092995-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-natura ...</a><br>Fetched: 3/2/2020 8:11:00 PM |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



BLGO. LUIS FLORES VERA  
TUTOR DEL TRABABO DE TITULACION  
C.I. 0908703820  
FECHA: 2 de marzo del 2020



## ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 6 de abril 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 **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil** del estudiante **Victor Augusto Zhicay Alcívar**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 17 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 el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Blga. Dialhy Coello Salazar. Mgs.

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I.: 1201711999

FECHA: 6 de abril 2020



**ANEXO IX.- RÚBRICA DE EVALUACIÓN DOCENTE REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

| <b>Título del Trabajo:</b> Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil.              |                |            |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|-------------|
| <b>Autor(s):</b> Victor Augusto Zhicay Alcívar                                                                                                                         |                |            |             |
| ASPECTOS EVALUADOS                                                                                                                                                     | PUNTAJE MÁXIMO | CALIF.     | COMENTARIOS |
| <b>ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA</b>                                                                                                                            | <b>3.0</b>     | <b>3.0</b> |             |
| Formato de presentación acorde a lo solicitado.                                                                                                                        | 0.6            | 0.6        |             |
| Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras.                                                                                                                       | 0.6            | 0.6        |             |
| Redacción y ortografía.                                                                                                                                                | 0.6            | 0.6        |             |
| Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación.                                                                                                            | 0.6            | 0.6        |             |
| Adecuada presentación de tablas y figuras.                                                                                                                             | 0.6            | 0.6        |             |
| <b>RIGOR CIENTÍFICO</b>                                                                                                                                                | <b>6.0</b>     | <b>6.0</b> |             |
| El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación.                                                                                              | 0.5            | 0.5        |             |
| La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece. | 0.6            | 0.6        |             |
| El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar.                                                                                               | 0.7            | 0.7        |             |
| Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general.                                                                                            | 0.7            | 0.7        |             |
| Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación.                                                  | 0.7            | 0.7        |             |
| Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la Investigación.                                                                                      | 0.7            | 0.7        |             |
| El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos.                                                                                                        | 0.4            | 0.4        |             |
| Factibilidad de la propuesta.                                                                                                                                          | 0.4            | 0.4        |             |
| Las conclusiones expresan el cumplimiento de los objetivos específicos.                                                                                                | 0.4            | 0.4        |             |
| Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas.                                                                                                              | 0.4            | 0.4        |             |
| Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia Bibliográfica.                                                                                  | 0.5            | 0.5        |             |
| <b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>                                                                                                                                    | <b>1.0</b>     | <b>1.0</b> |             |
| Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta.                                                                                                           | 0.4            | 0.4        |             |
| La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional.                                                                   | 0.3            | 0.3        |             |
| Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera.                                                                                                  | 0.3            | 0.3        |             |
| <b>CALIFICACIÓN TOTAL*</b>                                                                                                                                             | <b>10</b>      | <b>10</b>  |             |
| *El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.                                                 |                |            |             |
| **** El estudiante que obtiene una calificación menor a 7/10 en la fase de tutoría de titulación, no podrá continuar a las siguientes fases (revisión, sustentación).  |                |            |             |

Blga. Dialhy Maria Coello Salazar, Mgs.  
 DOCENTE REVISOR  
 No. C.I.: 1201711999  
 FECHA: 6 de abril de 2020



# ANEXO XI. – FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

| REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |                        |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                |                        |                                  |
| <b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil. |                        |                                  |
| <b>AUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Zhicay Alcívar Victor Augusto                                                                                                  |                        |                                  |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Flores Vera Luis Alfredo                                                                                                       |                        |                                  |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Universidad de Guayaquil                                                                                                       |                        |                                  |
| <b>UNIDAD/FACULTAD:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Facultad de Ciencias Naturales                                                                                                 |                        |                                  |
| <b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Biología                                                                                                                       |                        |                                  |
| <b>GRADO OBTENIDO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Biólogo                                                                                                                        |                        |                                  |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Junio, 2020                                                                                                                    | <b>No. DE PÁGINAS:</b> | 42                               |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Biodiversidad y Conservación                                                                                                   |                        |                                  |
| <b>PALABRAS CLAVES/<br/>KEYWORDS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Caulolatilus affinis</i> , estructura poblacional, parámetros biológicos, Golfo de Guayaquil.                               |                        |                                  |
| <b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):<br><p>El cabezudo (<i>Caulolatilus affinis</i>) es un recurso capturado de manera artesanal en la costa ecuatoriana. El conocimiento sobre su estructura poblacional y características biológicas aun es escaso y limitado. Este estudio analizó su composición de tamaño, proporción sexual y parámetros biológicos [Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCBV), tamaño (<math>L_{50\%}</math>) y edad (<math>T_{50\%}</math>) de madurez, relación Longitud total-Peso total (Lt-Pt), edad máxima (<math>T_{max}</math>) y mortalidad natural (<math>M</math>)], a partir de datos colectados en el Golfo de Guayaquil (GG) en los años 2017 y 2018. El tamaño oscilo entre 19 y 52 cm de Lt y se identificaron 4 grupos modales en ambos sexos. La proporción sexual (H:M) entre ambos años fue de 1.81:1. Los valores de <math>b</math> de la relación Lt-Pt fluctuaron entre 2.69 y 2.88. El promedio de los parámetros del MCBV [Longitud asintótica (<math>L_{\infty}</math>), constante de crecimiento (<math>k</math>) y edad a la talla cero (<math>t_0</math>)] para machos fue 54.14 cm Lt, 0.35 cm año<sup>-1</sup> y -0.403 año, y para hembras de 52.82 cm Lt, 0.355 cm año<sup>-1</sup> y -0.399 año. La <math>L_{50\%}</math>, <math>T_{50\%}</math> y <math>T_{max}</math> en ambos sexos oscilaron entre 23.28 y 36.36 cm; 1.27 y 2.88 años; 5.97 y 7.08 años, respectivamente. <math>M</math> varió entre 0.30 y 2.2 años<sup>-1</sup>. El cabezudo en el GG se caracteriza por su alometría negativa, lento crecimiento y longevidad media, las hembras son más abundante que los machos y maduran a menor tamaño, y su mortalidad natural es mayor durante el primer año de vida.</p> |                                                                                                                                |                        |                                  |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | X                                                                                                                              | SI                     | NO                               |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Teléfono: 0981647473                                                                                                           |                        | E-mail: victor.zhicaya@ug.edu.ec |
| <b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Nombre: Universidad de Guayaquil                                                                                               |                        |                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 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, Victor Augusto Zhicay Alcívar con C.I. No. 1205845959, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) 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.

Victor Augusto Zhicay Alcívar

C.I. No. 1205845959





## ANEXO XIII. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

### FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

### CARRERA DE BIOLOGÍA

---

#### Estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil

Autor: Victor Augusto Zhicay Alcívar

Tutor: Blgo. Luis Flores Vera, MSc.

#### Resumen

El cabezudo (*Caulolatilus affinis*) es un recurso capturado de manera artesanal en la costa ecuatoriana. El conocimiento sobre su estructura poblacional y características biológicas aun es escaso y limitado. Este estudio analizó su composición de tamaño, proporción sexual y parámetros biológicos [Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCBV), tamaño ( $L_{50\%}$ ) y edad ( $T_{50\%}$ ) de madurez, relación Longitud total-Peso total (Lt-Pt), edad máxima ( $T_{max}$ ) y mortalidad natural ( $M$ )], a partir de datos colectados en el Golfo de Guayaquil (GG) en los años 2017 y 2018. El tamaño osciló entre 19 y 52 cm de Lt y se identificaron 4 grupos modales en ambos sexos. La proporción sexual (H:M) entre ambos años fue de 1.81:1. Los valores de  $b$  de la relación Lt-Pt fluctuaron entre 2.69 y 2.88. El promedio de los parámetros del MCBV [Longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), constante de crecimiento ( $k$ ) y edad a la talla cero ( $t_0$ )] para machos fue 54.14 cm Lt, 0.35 cm año<sup>-1</sup> y -0.403 año, y para hembras de 52.82 cm Lt, 0.355 cm año<sup>-1</sup> y -0.399 año. La  $L_{50\%}$ ,  $T_{50\%}$  y  $T_{max}$  en ambos sexos oscilaron entre 23.28 y 36.36 cm; 1.27 y 2.88 años; 5.97 y 7.08 años, respectivamente.  $M$  varió entre 0.30 y 2.2 años<sup>-1</sup>. El cabezudo en el GG se caracteriza por su alometría negativa, lento crecimiento y longevidad media, las hembras son más abundante que los machos y maduran a menor tamaño, y su mortalidad natural es mayor durante el primer año de vida.

**Palabras claves:** *Caulolatilus affinis*, estructura poblacional, parámetros biológicos, Golfo de Guayaquil.



## ANEXO XIV. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

### FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

### CARRERA DE BIOLOGÍA

---

#### Population structure and life-history parameters of the pacific golden-eye tilefish (*Caulolatilus affinis*) in the Gulf of Guayaquil

Author: Victor Augusto Zhicay Alcívar

Advisor: Blgo. Luis Flores Vera, MSc.

#### Abstract

The Pacific golden-eye tilefish (*Caulolatilus affinis*) is a resource caught in an artisanal way in the Ecuadorian coast. The knowledge about its population structure and biological characteristics is still scarce and limited. This study analyzed its size composition, sexual proportion and biological parameters [von Bertalanffy growth model (VBGM), size ( $L_{50\%}$ ) and age ( $T_{50\%}$ ) of maturity, ratio Total length-Total weight (Lt-Pt), theoretical maximum age ( $T_{max}$ ) and natural mortality ( $M$ )], based on collected data in the Gulf of Guayaquil (GG) in 2017 and 2018. The size ranged between 19 and 52 cm of Lt and 4 modal groups were identified in both sexes. The sexual ratio (H: M) between the two years was 1.81: 1. The  $b$ -values of the Lt-Pt ratio fluctuated between 2.69 and 2.88. The average values of the VBGM parameters [Asymptotic length ( $L_{\infty}$ ), growth constant ( $k$ ) and theoretical age at zero length ( $t_0$ )] for males were 54.14 cm Lt, 0.350 cm year<sup>-1</sup> and -0.403 year, and for females 52.82 cm Lt, 0.355 cm year<sup>-1</sup> and -0.399 year. The  $L_{50\%}$ ,  $T_{50\%}$  and  $T_{max}$  in both sexes ranged between 23.28 and 36.36 cm; 1.27 and 2.88 years; 5.97 and 7.08 years respectively.  $M$  varied between 0.30 and 2.2 years<sup>-1</sup>. The Pacific golden-eye tilefish in the GG is characterized by its negative allometry, slow growth and medium longevity, females are more abundant than males, and they mature at a smaller size, and their natural mortality is higher during the first year of life.

**Keywords:** *Caulolatilus affinis*, population structure, biological parameters, Gulf of Guayaquil.

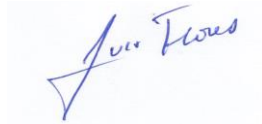
© **Derechos de autor**

Victor Augusto Zhicay Alcívar

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 el señor Víctor Augusto Zhicay Alcívar por lo cual autorizo su presentación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Luis Flores", is centered above a horizontal line.

---

Blgo. Luis Flores Vera, MSc  
Director del Trabajo de Titulación

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Rosa Alcívar y Víctor Zhicay por su amor, confianza y apoyo incondicional durante todo mi tiempo de estudio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por su apoyo y aliento a seguir adelante en esforzarme y superarme cada día. A la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y a todos los profesores que formaron parte de mi enseñanza durante el transcurso de mi carrera. En especial al Blgo. Luis Flores por ser mi tutor y sobre todo por su amistad, paciencia, consejos y ayuda en mi trabajo de titulación. Al Dr. Iván Velázquez-Abunader del Laboratorio de Pesquerías del CINVESTAD por sus sugerencias y colaboración en el análisis de la descomposición de tamaños en clases modales. A la Red Internacional para el Estudio de Ecosistemas Acuáticos del Ecuador (RIEAE) por darme la oportunidad de capacitarme en el uso del programa computacional R. Al Instituto Nacional de Pesca por abrirme las puertas y brindarme la facilidad del uso de información para la realización de este trabajo. A mis amigos y compañeros, por todos los buenos momentos que vivimos durante las clases. A Carolina Mero por todo su apoyo y motivación, por siempre estar a mi lado brindándome su amor. Gracias por todo.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| INDICE DE TABLAS .....                     | v    |
| INDICE DE FIGURAS .....                    | vi   |
| INDICE DE ANEXOS.....                      | vii  |
| RESUMEN.....                               | viii |
| ABSTRACT.....                              | ix   |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                       | 1    |
| 1.1. Objetivos.....                        | 4    |
| 2. ANTECEDENTES .....                      | 5    |
| 3. MATERIALES Y METODOS.....               | 8    |
| 3.1. Fuente de datos .....                 | 8    |
| 3.2. Análisis de datos.....                | 9    |
| 3.2.1. Estructura poblacional.....         | 9    |
| 3.2.2. Parámetros de historia de vida..... | 10   |
| 4. RESULTADOS .....                        | 15   |
| 4.1. Estructura poblacional.....           | 15   |
| 4.2. Parámetros de historia de vida.....   | 17   |
| 5. DISCUSIÓN.....                          | 27   |
| 6. CONCLUSIONES.....                       | 31   |
| 7. RECOMENDACIONES .....                   | 33   |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....         | 35   |
| 9. ANEXOS .....                            | 42   |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Escenarios de formulación generados con las ecuaciones empíricas para la estimación de los parámetros de MCVB. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 11 |
| <b>Tabla 2.</b> Número de modas estimadas a partir de la composición de frecuencia de tamaños en machos y hembras del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil para los años 2017 y 2018. Valores de Media, Sigma y Lambda con sus respectivos intervalos de confianza. ....                                                                                                                                                                     | 17 |
| <b>Tabla 3.</b> Parámetros del MCVB del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) para el Golfo de Guayaquil estimados a partir de las ecuaciones empíricas y utilizando los distintos escenarios de estimación. ....                                                                                                                                                                                                                                                      | 18 |
| <b>Tabla 4.</b> Estimaciones puntuales del tamaño de madurez sexual [ $L_{50\%}$ , cm] del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) por medio del modelo logístico y el modelo empírico con dos escenarios de estimación de $L_{\infty}$ ( $L_{\infty 1}$ : $L_{max\_observado}$ y $L_{\infty 2}$ : $L_{max\_estimado}$ ) en machos y hembras para 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. ....                                                                             | 21 |
| <b>Tabla 5.</b> Estimaciones puntuales de la edad de madurez [ $T_{50\%}$ , años] para hembras y machos del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) para los años 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. Escenario 1 (ecuación 5, ecuación 7, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 2 (ecuación 5, ecuación 8, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 3 (ecuación 6, ecuación 7, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 4 (ecuación 6, ecuación 8, ecuación 9, ecuación 10). .... | 21 |
| <b>Tabla 6.</b> Parámetros de la relación Lt - Pt de cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en machos, hembras y sexo combinados para el periodo 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. ....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 23 |
| <b>Tabla 7.</b> Estimaciones puntuales de la edad máxima teórica [ $T_{max}$ , años] en los cuatro escenarios de estimación para hembras y machos del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) para el 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. ....                                                                                                                                                                                                                         | 25 |



## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Ubicación georreferenciada de los puntos de captura del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil para los años 2017-2018. ....                                                                                                               | 8  |
| <b>Figura 2.</b> Composición de frecuencias de tamaños (barras) y grupos modales (líneas) de machos y hembras del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil para los años 2017 y 2018. ....                                                                    | 16 |
| <b>Figura 3.</b> Tasa de crecimiento Absoluto (TCA) con los distintos escenarios de estimación para machos (línea gris clara) y hembras (línea gris oscura) del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el 2017 y 2018 para el Golfo de Guayaquil. ....                            | 19 |
| <b>Figura 4.</b> Tasa de crecimiento Relativo (TCR) con los distintos escenarios de estimación para machos (línea gris clara) y hembras (línea gris oscura) del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) para 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. ....                               | 20 |
| <b>Figura 5.</b> Ojiva de madurez de cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil (a: Hembras 2017, b: Machos 2017, c: Hembras 2018, d: Machos 2018) con sus respectivos valores de los parámetros $\beta_0$ y $\beta_1$ de la curva de madurez. ....             | 22 |
| <b>Figura 6.</b> Relación Longitud total (Lt) – Peso total (Pt) en gramos para machos (a) y hembras (b) del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en el Golfo de Guayaquil. Se indica la curva de ajuste (línea continua) y los límites de confianza al 95% (líneas sesgadas). .... | 24 |
| <b>Figura 7.</b> Mortalidad natural ( $M$ años <sup>-1</sup> ) del cabezudo ( <i>Caulolatilus affinis</i> ) en Hembras (H) y Machos (M) el Golfo de Guayaquil durante los años 2017 y 2018. ....                                                                                       | 26 |

## INDICE DE ANEXOS

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Autorización de uso de base de datos por parte del Instituto Nacional de Pesca (INP). ..... | 42 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## RESUMEN

El cabezudo (*Caulolatilus affinis*) es un recurso capturado de manera artesanal en la costa ecuatoriana. El conocimiento sobre su estructura poblacional y características biológicas aun es escaso y limitado. Este estudio analizó su composición de tamaño, proporción sexual y parámetros biológicos [Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCBV), tamaño ( $L_{50\%}$ ) y edad ( $T_{50\%}$ ) de madurez, relación Longitud total-Peso total (Lt-Pt), edad máxima ( $T_{max}$ ) y mortalidad natural ( $M$ )], a partir de datos colectados en el Golfo de Guayaquil (GG) en los años 2017 y 2018. El tamaño osciló entre 19 y 52 cm de Lt y se identificaron 4 grupos modales en ambos sexos. La proporción sexual (H:M) entre ambos años fue de 1.81:1. Los valores de  $b$  de la relación Lt-Pt fluctuaron entre 2.69 y 2.88. El promedio de los parámetros del MCVB [Longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), constante de crecimiento ( $k$ ) y edad a la talla cero ( $t_0$ )] para machos fue 54.14 cm Lt, 0.35 cm año<sup>-1</sup> y -0.403 año, y para hembras de 52.82 cm Lt, 0.355 cm año<sup>-1</sup> y -0.399 año. La  $L_{50\%}$ ,  $T_{50\%}$  y  $T_{max}$  en ambos sexos oscilaron entre 23.28 y 36.36 cm; 1.27 y 2.88 años; 5.97 y 7.08 años, respectivamente.  $M$  varió entre 0.30 y 2.2 años<sup>-1</sup>. El cabezudo en el GG se caracteriza por su alometría negativa, lento crecimiento y longevidad media, las hembras son más abundante que los machos y maduran a menor tamaño, y su mortalidad natural es mayor durante el primer año de vida.

**Palabras clave:** *Caulolatilus affinis*, estructura poblacional, parámetros biológicos, Golfo de Guayaquil.

## ABSTRACT

The Pacific golden-eye tilefish (*Caulolatilus affinis*) is a resource caught in an artisanal way in the Ecuadorian coast. The knowledge about its population structure and biological characteristics is still scarce and limited. This study analyzed its size composition, sexual proportion and biological parameters [von Bertalanffy growth model (VBGM), size ( $L_{50\%}$ ) and age ( $T_{50\%}$ ) of maturity, ratio Total length-Total weight (Lt-Pt), theoretical maximum age ( $T_{max}$ ) and natural mortality ( $M$ )], based on collected data in the Gulf of Guayaquil (GG) in 2017 and 2018. The size ranged between 19 and 52 cm of Lt and 4 modal groups were identified in both sexes. The sexual ratio (H: M) between the two years was 1.81: 1. The  $b$ -values of the Lt-Pt ratio fluctuated between 2.69 and 2.88. The average values of the VBGM parameters [Asymptotic length ( $L_{\infty}$ ), growth constant ( $k$ ) and theoretical age at zero length ( $t_0$ )] for males were 54.14 cm Lt, 0.350 cm year<sup>-1</sup> and -0.403 year, and for females 52.82 cm Lt, 0.355 cm year<sup>-1</sup> and -0.399 year. The  $L_{50\%}$ ,  $T_{50\%}$  and  $T_{max}$  in both sexes ranged between 23.28 and 36.36 cm; 1.27 and 2.88 years; 5.97 and 7.08 years respectively.  $M$  varied between 0.30 and 2.2 years<sup>-1</sup>. The Pacific golden-eye tilefish in the GG is characterized by its negative allometry, slow growth and medium longevity, females are more abundant than males, and they mature at a smaller size, and their natural mortality is higher during the first year of life.

**Keywords:** *Caulolatilus affinis*, population structure, biological parameters, Gulf of Guayaquil

## 1. INTRODUCCIÓN

La costa ecuatoriana presenta una importante diversidad de peces demersales, entre las que se encuentran especies que son explotadas y comercializadas, por lo tanto, representan una importante fuente de aporte económico (Cruz, Gaibor, Mora, Jiménez & Mair, 2003). La ictiofauna demersal está compuesta por 63 familias, entre las que resalta la familia Malacanthidae por presentar constantes volúmenes de captura durante todo el año (Revelo, 1995; Coello & Herrera, 2010). En Ecuador continental e insular esta familia se encuentra representada por las especies *Caulolatilus affinis*, *C. hubbsi* y *C. princeps* (Bearez, 1996; Molina, Danulat, Oviedo & González, 2004). La primera es la de mayor presencia e importancia en el mercado ecuatoriano (Martínez, 2010).

*C. affinis* es conocido como cabezudo, blanquillo o cabezón, y se distribuye desde México hasta Perú, incluyendo las islas Galápagos (Dooley, 1978). Habita fondos lodosos y arenosos, entre los 20 y 240 metros de profundidad (Dooley, 1978; Molina et al., 2004). Se caracteriza por su lento crecimiento, desarrollo asincrónico con desoves parciales durante todo el año y por su longevidad media (Ceballos-Vázquez & Elorduy-Garay, 1998; Ramírez-Pérez, Melo-Barrera & Ayala-Bobadilla, 2011). Es una especie objetivo de la pesca artesanal (Coello & Herrera, 2010), y se la ha registrado como fauna acompañante en la pesquería industrial de camarón y polivalente (camarón/merluza) (Little & Herrera, 1992; Quijije, 2018) y en la pesquería artesanal de línea de mano [empate] en Galápagos (Zimmerhackel, Schuhbauer, Usseglio, Heel & Salinas-de-León, 2015).

En Ecuador el cabezudo se localiza desde San Lorenzo en Esmeraldas hasta el Golfo de Guayaquil y en las islas Galápagos (Molina et al., 2004). La información que se conoce del cabezudo en el mar ecuatoriano, en su mayoría son registros de desembarques y reportes de estimación de biomasa donde se destaca que generalmente son capturados individuos juveniles (Revelo, 1995; Marín de López, Ormaza & Arriaga, 1999). El Golfo de Guayaquil es considerado como el

área que presenta las mayores biomásas estimadas (Herdson, Rodríguez & Martínez, 1985; Revelo, 1995). Sin embargo, se ha evidenciado una disminución en la biomasa de 3000 T en la década de 1990 (Revelo, 1995) a 550 T para fines de la década de los 2000 (Herrera et al., 2010).

A pesar de que en Ecuador existen reportes en los que se menciona al cabezudo, estos no detallan información sobre sus características biológicas, como por ejemplo estimaciones de parámetros biológicos, y mucho menos sobre su estructura poblacional. Las estimaciones reportadas de parámetros biológicos del cabezudo se restringen al Golfo de California, y en ellas se describen características como la edad máxima y los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998; Ramírez-Pérez et al., 2011) y estimaciones de mortalidad natural (Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998). En relación a la estructura poblacional, Herrera et al. (2010) reportó individuos con tamaños entre los 20 y 47 cm de longitud total.

La escasa información sobre la composición de tamaños y la falta de estimaciones de parámetros biológicos del cabezudo, ha provocado que hasta el momento no se haya realizado una evaluación formal del recurso, por lo menos a través de metodologías diseñadas para pesquerías deficientes en datos. La mayoría de estos métodos requieren información como los parámetros de historia de vida y la composición de tamaños (e.g. Cope & Punt, 2009; Honey, Moxley & Fujita, 2010; Prince, Dowling, Davies, Campbell & Kolody, 2011). La ausencia de esta información ha generado un desconocimiento del estado poblacional del cabezudo en el Golfo de Guayaquil, área de mayor presencia de la especie a lo largo del mar ecuatoriano.

En general, son escasas las evaluaciones de stocks de recursos explotados en aguas ecuatorianas, y las existentes han estado focalizadas principalmente en peces pelágicos pequeños (e.g. Canales, Peralta & Jurado, 2014; Canales et al., 2019). En ese sentido, los parámetros de historia de vida o parámetros biológicos, representan información básica y necesaria para el análisis de

dinámica poblacional y evaluaciones de stock de recursos pesqueros (Thorson, Cope & Patrick, 2014; Hordyk, Ono, Sainsbury, Loneragan & Prince, 2015; Thorson, Munch, Cope & Gao, 2017). Pero también, son útiles al momento de realizar evaluaciones de vulnerabilidad, meta-análisis de las teorías de historia de vida, análisis de compensación de acciones de gestión y modelamiento de los ecosistemas marinos (Charnov, Gislason & Pope, 2013; Patrick, Cope & Thorson, 2014).

Por eso, teniendo en cuenta la importancia comercial del cabezudo en el mercado ecuatoriano y la relevancia de contar con información biológica básica, que nos permita a mediano plazo realizar una evaluación adecuada del estado del recurso basada en metodologías para pesquerías deficientes en datos (e.g. Prince, Hordyk, Valencia, Loneragan & Sainsbury, 2015; Hordyk, Ono, Valencia, Loneragan & Prince, 2015), este trabajo se plantea con la finalidad de determinar la estructura poblacional del cabezudo y además estimar parámetros de historia de vida a través del uso de modelos empíricos como primer acercamiento a las características de la especie. Para esto se plantean los objetivos que se encuentran a continuación.

## **1.1. Objetivos**

### **Objetivo general:**

- Analizar la estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil.

### **Objetivo específicos:**

- Determinar la estructura de tamaño y la proporción sexual del cabezudo.
- Estimar los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy del cabezudo.
- Estimar el tamaño y edad de madurez del cabezudo.
- Establecer la relación talla-peso para machos, hembras y sexos combinados en el cabezudo.
- Calcular la edad máxima teórica y la mortalidad natural del cabezudo.



## 2. ANTECEDENTES

La distribución geográfica del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) abarca desde el Golfo de California (México) hasta Pisco (Perú), así como en las islas Galápagos (Dooley, 1978). En países como Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Perú la captura del cabezudo se caracteriza por ser de tipo artesanal y además por formar parte de fauna asociada de otros recursos capturados (López & Bussing, 1982; Ramírez & Rodríguez, 1990; Gonzales, 1995; Puentes, Madrid & Zapata, 2007; Coello & Herrera, 2010; Zimmerhackel, Schuhbauer, Usseglio, Heel & Salinas-de-León, 2015).

Son escasos los estudios que se han realizado sobre el cabezudo a lo largo del pacífico oriental y estos abarcan ciertos aspectos biológicos de la especie, principalmente en las costas del Golfo de California, México. Entre los tópicos que más se han analizados tenemos la edad y crecimiento (Elorduy-Garay & Díaz-Uribe, 1994; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998; García-Godos, 2001; Ramírez-Pérez, Melo-Barrera & Ayala-Bobadilla, 2011). Elorduy-Garay y Díaz-Uribe (1994) con muestras del Golfo de California, validaron la edad por medio de la verificación de la formación anual de los anillos de crecimiento en otolitos. Mientras que García-Godos (2001) utilizó los otolitos para analizar sus patrones morfológicos.

Los análisis de edad para el centro y sur de Golfo de California, dan evidencia de la presencia de entre 15 y 19 grupos de edad y una longevidad entre los 15 y 21 años para sexos combinados (Elorduy-Garay & Díaz-Uribe, 1994; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998; Ramírez-Pérez et al., 2011). En base a esto, el cabezudo se caracterizó como de lento crecimiento de acuerdo con las estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy [ $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ]. Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) reportaron valores de  $L_{\infty} = 422.78$  mm,  $k = 0.1327$  mm año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.7106$  años para el sur del Golfo de California. Mientras que, para la región central del Golfo de California Ramírez-Pérez et al. (2011) reportaron valores de  $L_{\infty} = 431.52$  mm,  $k = 0.234$  mm año<sup>-1</sup>,  $t_0 = -0.17$  años.

Durante el primer año de vida, el cabezudo alcanza el 24% de la  $L_{\infty}$  y al finalizar el quinto año alcanza el 71% de esta talla. Después de la edad 12, el incremento en tamaño es menor al 1.5% (Ramírez-Pérez et al., 2011). Por otra parte, el crecimiento relativo del cabezudo ha sido analizado tanto para relaciones corporales, así como de estructuras duras. Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998) reportan una alometría positiva para la relación Longitud Total-Peso Total ( $b = 3.25$ ), lo cual difiere con la alometría negativa ( $b = 2.66$ ) reportada por Ramírez-Pérez et al. (2011). También, se ha establecido la relación Peso Total-Peso Eviscerado ( $PE = 6.4560 + 1.1029 \cdot PT$ ) (Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998). Ramírez-Pérez et al. (2011), por su parte establecieron la relación Radio del otolito-Longitud total ( $LT = 96.039 + 66.80 \cdot RT$ ) para los otolitos del cabezudo.

La morfología de la larva del cabezudo fue descrita por Evseenko y Shtaut (2004) para las costas del pacífico oriental. Para el Golfo de California, se ha reportado casos de hermafroditismo en el cabezudo (Ceballos-Vázquez, Elorduy-Garay & García-Domínguez, 1996). Ceballos-Vázquez & Elorduy-Garay (1998) identificaron 6 estadios de madurez para hembras y 5 para machos, y además que posee un desarrollo asincrónico por lo que presenta desoves continuos durante todo el año, pero su máximo periodo de desove es entre octubre y diciembre. Los machos [M] son ligeramente predominantes a las hembras [H] según lo reportado por Ceballos-Vázquez & Elorduy-Garay [1998 (1.06:1 (M:H))] y Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova [1998 (1.17:1 (M:H))].

En cuanto a sus hábitos alimenticios al cabezudo se lo caracteriza como un depredador generalista, omnívoro y oportunista (Elorduy-Garay & Peláez-Mendoza, 1996). Su dieta se compone principalmente de crustáceos, aunque también se alimenta de moluscos, equinodermos, anélidos y peces de menor tamaño (Elorduy-Garay & Peláez-Mendoza, 1996). Por otra parte, Pérez (1993) identifica por primera vez los distintos parásitos monogeneos y trematodos encontrados en especímenes capturados en el Golfo de California. A su vez, el trabajo realizado en el norte del mar peruano por Faustino (2016) describe

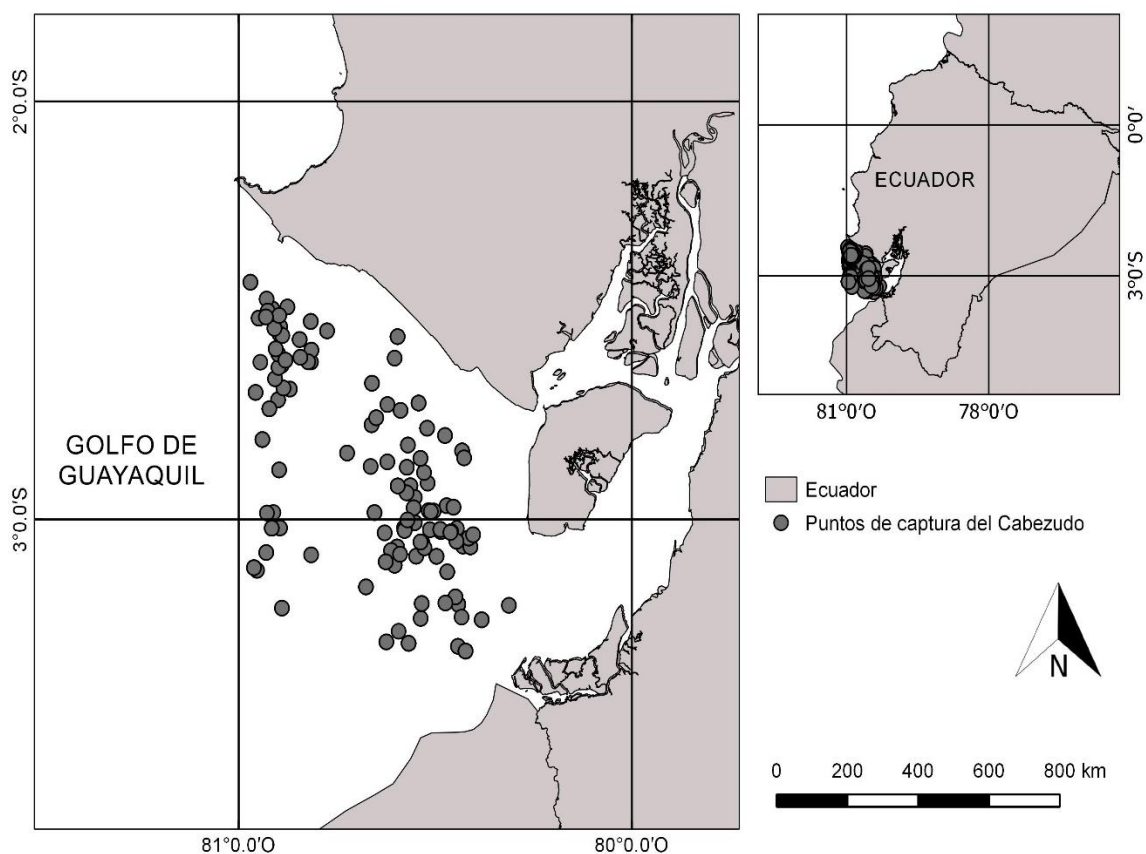
nuevas especies a las ya reportadas aumentando el número de especies de parásitos en el cabezudo.

La tasa de mortalidad natural ( $M = 0.319 \text{ año}^{-1}$ ) para sexos combinados fue estimada por Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) para el Golfo de California.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Fuente de datos

Datos biológicos del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) colectados por el Instituto Nacional de Pesca (INP) (Anexo 1) durante los años 2017 y 2018, y provenientes del monitoreo de fauna acompañante del Programa de pesca polivalente (Figura 1), fueron utilizados para el análisis de la estructura poblacional y parámetros biológicos de la especie. Estos datos corresponden a registros de Longitud total en centímetros [Lt, cm], Peso total en gramos [Pt, gr], sexo y estado de madurez de las gónadas fueron asignados de acuerdo a lo establecido por Perea, Buitrón y Mecklenburg (1998).



**Figura 1.** Ubicación georreferenciada de los puntos de captura del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil para los años 2017-2018.

## 3.2. Análisis de datos

### 3.2.1. Estructura poblacional

#### 3.2.1.1. Composición de tamaños y proporción sexual

La estructura poblacional se analizó por medio de la composición de tamaños y la proporción sexual [Hembras/Machos (H:M)]. Se construyó distribuciones de frecuencias de tamaño (DFT) por sexos y por años. Como paso previo, se determinó el ancho de banda óptimo para cada sexo y año mediante la prueba de multimodalidad de Silverman (1981). Para identificar el número de grupos modales, se utilizó la metodología implementada por Romero-Gallardo (2016) con base en lo propuesto por Benaglia, Chauveau, Hunter & Young (2009) e incluida en la paquetería “Mixtools” (versión 0.4.3) del ambiente de programación estadística R (R Core Team, 2009).

El principal supuesto para identificar los grupos de individuos es que la distribución de tamaños para cada longitud media o moda presenta una distribución normal  $N$ . El procedimiento de ajuste de los parámetros que describen las posibles distribuciones o grupos de organismos dentro de la mezcla de tallas analizada se realiza de forma iterativa al optimizar los parámetros de la distribución mediante un ajuste de máxima verosimilitud, mismo que se lleva a cabo mediante el algoritmo Expectation-Maximization algorithm (EM) (Krishnan & McLachlan, 1997; Benaglia et al., 2009). La función de densidad para cada dato ( $X_i$ ) se describe en la siguiente ecuación (1):

$$g\theta(X_i) = \sum_{j=1}^m \lambda_j \phi_j(X_i), \quad X_i \in \quad (1)$$

$$\theta = (\lambda_1 \dots \lambda_m, \phi_1 \dots \phi_m) \quad (2)$$

En la ecuación 2,  $\theta$  se ejemplifica y denota los parámetros de la función,  $\lambda_m$  es positivo y suma la unidad.

La proporción sexual [Hembras/Machos (H:M)] se obtuvo dividiendo el número total de hembras para el número total de machos por año debido a los bajos tamaños de muestras mensuales. Se evaluó la existencia o no de una desviación significativa de la proporción sexual teórica (1:1) mediante la implementación del estadístico Chi-cuadrado [ $\chi^2$ ] en el ambiente de programación estadística R (R CoreTeam, 2019).

### **3.2.2. Parámetros de historia de vida**

Los análisis se basaron en el uso de metodologías deficientes en datos debido a la cantidad y calidad de información, mediante la aplicación de ecuaciones empíricas (e.g. Froese & Binohlan, 2000). A continuación, se detallan cada uno de los parámetros biológicos estimados y sus respectivos procedimientos.

#### **3.2.2.1. Parámetros del Modelo de Crecimiento de von Bertalanffy (MCVB)**

Los parámetros del MCVB se estimaron a partir de la implementación de ecuaciones establecidas por Pauly (1979), Munro y Pauly (1983), Pauly y Munro, (1984), Pauly y Morgan (1987) y García-Carreras, Jennings y Le Quesne (2016). Para la Longitud asintótica [ $L_\infty$ , cm] se utilizaron la ecuación 3 (Pauly y Morgan, 1987) y la ecuación 4 (García-Carreras *et al.*, 2016), ambas utilizan la Longitud máxima [ $L_{max}$ , cm]. Se consideró usar la Longitud máxima estimada [ $L_{max\_est}$ , cm], que fue obtenida a través del empleo de la rutina de Maximun Length Estimation (MLE) del Fisat II (Gayanilo, Sparre & Pauly, 2005). Para esto, se utilizaron las DFT construidas previamente.

Para la constante de crecimiento [ $k$ , año<sup>-1</sup>] se utilizaron la ecuación 5 (Munro & Pauly, 1983) y la ecuación 6 (García-Carreras *et al.*, 2016), que utiliza los valores

de  $L_{\infty}$  obtenidos previamente. La edad a la talla cero [ $t_0$ ] se estimó implementando la ecuación descrita en Pauly (1979) (ecuación 7), que utiliza los valores de  $L_{\infty}$  y  $k$ . Se estimó el índice de crecimiento Phi prima [ $\Phi'$ ] el cual se usó para comparar el rendimiento del crecimiento debido a que la correlación negativa que existe entre  $k$  y  $L_{\infty}$  invalida su comparación individual (Pauly & Munro, 1984) (ecuación 8).

$$L_{\infty} = L_{\max}/0.95 \quad (3)$$

$$\log_{10} L_{\infty} = 0.068260 (\pm 0.010451) + 0.969112 (\pm 0.006318) \log_{10} L_{\max} \quad (4)$$

$$k = 5.4 (L_{\infty})^{-0.6811} \quad (5)$$

$$k = 2.15 (\pm 0.67) L_{\infty}^{-0.46(\pm 0.09)} \quad (6)$$

$$\log_{10} - t_0 = -0.3922 - 0.2752 * \log_{10} L_{\infty} - 1.038 \log_{10} k \quad (7)$$

$$\Phi' = 2 \log_{10}(L_{\infty}) + \log_{10}(k) \quad (8)$$

Las estimaciones fueron generadas a partir de distintos escenarios de formulación de las ecuaciones empíricas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Escenarios de formulación generados con las ecuaciones empíricas para la estimación de los parámetros de MCVB.

| ESCENARIOS | PARAMETROS   |            |            |            |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
|            | $L_{\infty}$ | $k$        | $t_0$      | $\Phi'$    |
| 1          | Ecuación 3   | Ecuación 5 | Ecuación 7 | Ecuación 8 |
| 2          | Ecuación 3   | Ecuación 6 | Ecuación 7 | Ecuación 8 |
| 3          | Ecuación 4   | Ecuación 5 | Ecuación 7 | Ecuación 8 |
| 4          | Ecuación 4   | Ecuación 6 | Ecuación 7 | Ecuación 8 |

Posteriormente, se utilizó los parámetros estimados de cada escenario para obtener la tasa de crecimiento absoluta (ecuación 9) y relativa (ecuación 10) a la edad mediante lo propuesto por Wang y Milton (2000).

$$g = L_{\infty} k e^{-kt} \quad (9)$$

$$g = \frac{k e^{-kt}}{1 - e^{-kt}} \quad (10)$$

### 3.2.2.2. Tamaño ( $L_{50\%}$ ) y edad ( $T_{50\%}$ ) de madurez

Para el tamaño de madurez [ $L_{50\%}$ ] se obtuvo la frecuencia absoluta por sexos y por años, categorizados en inmaduros (estadios I y II) y maduros (estadios III, IV y V) que corresponden a una naturaleza binomial de la variable madurez (Inmaduros = 0; Maduros = 1), agrupados en intervalos de clase de 2 cm.

La estimación del  $L_{50\%}$  fue realizado mediante la implementación de un modelo de tipo logístico (ecuación 11) a través de una función de máxima verosimilitud con distribución binomial en su versión negativa y logarítmica (Roa et al., 1999) (ecuación 12). El modelo se implementó en Microsoft EXCEL, donde los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  fueron estimados mediante la herramienta de análisis Solver.

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp^{\beta_0 + \beta_1 * Lt_i}} \quad (11)$$

Dónde:  $P_i$  es la proporción de organismos maduros,  $Lt$  es el tamaño en cada clase de tamaño y  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son el intercepto y la pendiente.

$$-L(\beta_0, \beta_1, \theta, a, b) = - \sum_1 [(h_1) \ln(P(l)) + (n_1 - h_1) \ln(l - P(l))] \quad (12)$$



Adicionalmente se estimó el  $L_{50\%}$  utilizando el modelo propuesto en García-Carreras et al., (2016) (ecuación 13) para el cual se utilizó el  $L_{\infty}$  obtenido previamente en los parámetros del MCVB.

$$L_{50\%} = 0.64(\pm 0.15) L_{\infty}^{0.95 (\pm 0.05)} \quad (13)$$

La edad de madurez [ $T_{50\%}$ ] se obtuvo reemplazando el  $L_{50\%}$  en el MCVB y resolviendo para  $t$  (ecuación 14). Los valores de  $k$ ,  $L_{\infty}$  y  $t_0$  son los valores de los parámetros del MCVB.

$$T_{50\%} = t_0 - \frac{1}{k} \ln \left( 1 - \frac{L_{50\%}}{L_{\infty}} \right) \quad (14)$$

### 3.2.2.3. Relación Longitud total (Lt) – Peso total (Pt)

Se estableció la relación Longitud total (Lt) y Peso total (Pt) para machos, hembras y sexos combinados implementando la ecuación 15 en el ambiente de programación estadística R (R CoreTeam, 2019), estimando sus parámetros por medio del método de mínimos cuadrados (Cervantes-Hernández, Flores-Gómez & Sánchez-Meraz, 2005).

$$Pt = aLt^b \quad (15)$$

Dónde “a” es el intercepto y “b” el coeficiente de alometría. El parámetro “b” se evaluó utilizando una prueba  $t$  de Student con el fin de determinar si el crecimiento es isométrico ( $H_0: b = 3$ ) o alométrico ( $H_a: b \neq 3$ ) (Zar, 1999) usando la ecuación 16, en la cual  $t$  es el valor de  $t$  Student,  $d.e.(Lt)$  es la desviación estándar de la Longitud total,  $d.e.(Pt)$  es la desviación estándar del Peso total,  $R^2$  es el coeficiente de determinación y  $n$  el número de observaciones (Pauly, 1984).

$$\hat{t} = \frac{d.e.(Lt)}{d.e.(Pt)} \cdot \frac{|b-3|}{\sqrt{1-R^2}} \cdot \sqrt{n-2} \quad (16)$$

#### 3.2.2.4. Edad máxima teórica ( $T_{max}$ ) y Mortalidad natural ( $M$ )

La edad máxima teórica [ $t_{max}$ ] se calculó mediante la inversa del MCVB (Taylor, 1958) (ecuación 17).

$$t_{max} = \frac{[\ln L_{95\%} - \ln(L_{\infty} - L_{95\%})]}{k} \quad (17)$$

El  $L_{95\%}$  representa el 95% de  $L_{max}$  estimada mediante Fisat II,  $k$  y  $L_{\infty}$  obtenidos previamente de los parámetros del MCVB.

La mortalidad natural [ $M$ ] se estimó a través de la implementación de modelos empíricos que consideren su relación con el tamaño [ $L_t$ ], debido a que se ha documentado y mostrado evidencia de que  $M$  depende también de  $L_t$  (Gislason et al., 2010; Brodziak et al., 2011). Para esto, se utilizó la ecuación implementada por García-Carreras et al. (2016) (ecuación 18) propuesta por Charnov et al. (2013) y adicionalmente se utilizó la ecuación Gislason et al. (2010) (ecuación 19) de forma comparativa.

$$\ln M_t = -0.063(\pm 0.07) + 0.998(\pm 0.06) \ln \left[ K \left( \frac{L_t}{L_{\infty}} \right)^{-1.5} \right] \quad (18)$$

$$\ln M = 0.55(\pm 0.57) - 1.61(\pm 0.27) \ln L + 1.44(\pm 0.23) \ln L_{\infty} + \ln K \quad (19)$$

## **4. RESULTADOS**

Se analizaron los registros de Longitud total ( $L_t$ ), Peso total ( $P_t$ ), sexo y estado de madurez de las gónadas de 303 individuos durante el 2017 y 556 durante el 2018, dando un total de 859 registros.

### **4.1. Estructura poblacional**

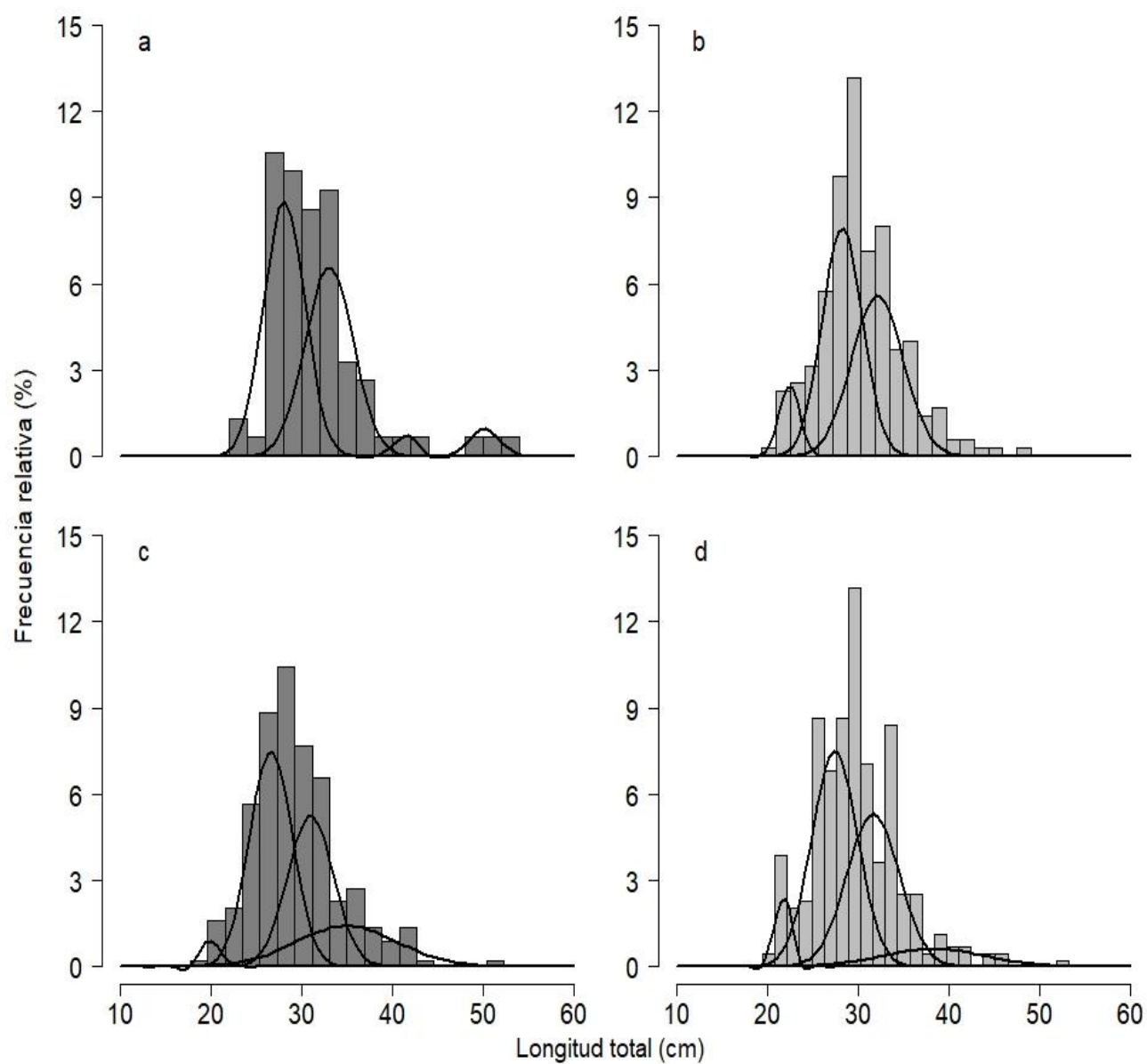
#### **4.1.1. Composición de tamaños**

El ancho de banda óptimo calculado para construir las distribuciones de frecuencias de tamaños (DFT) en el año 2017 en hembras y machos fue de 1.54 y 1.99 cm, respectivamente. Mientras que, en el 2018 fue de 1.35 cm para hembras y 1.92 cm para machos (Figura 2). El rango de tamaños osciló entre 19 y 52 cm de  $L_t$ , mientras que los pesos entre 93 y 1 609 g de  $P_t$ . Durante el 2017 el mayor porcentaje acumulado de individuos machos registrados en las DFT fue entre 27 y 32 cm de  $L_t$  y hembras entre 26 y 34 cm de  $L_t$ . Para el 2018, el mayor porcentaje acumulado de machos fue entre 25 y 32 cm de  $L_t$  y de hembras entre 25 y 34 cm de  $L_t$ .

En la tabla 2, se describen los estadísticos descriptivos de los grupos modales identificados, con sus respectivos intervalos de confianza. En machos y hembras se identificaron 4 modas en los años 2017 y 2018, pero tres modas con mejor ajuste a las DFT observadas (Figura 2).

#### **4.1.2. Proporción sexual**

El número de hembras (H) fue mayor a la de los machos (M) [ $H = 553$  (65%),  $M = 306$  (35%)] durante el periodo de estudio. La proporción sexual (H:M) tanto para el año 2017 [ $2.99:1$  ( $X^2 = 75.25$ ,  $p = < 0.01$ )] como para el año 2018 [ $1.42:1$  ( $X^2 = 16.57$ ,  $p = < 0.01$ )] presentaron diferencias significativas. La proporción sexual tomando en cuenta ambos años fue de  $1.81:1$  ( $X^2 = 71.02$ ,  $p = < 0.01$ ).



**Figura 2.** Composición de frecuencias de tamaños (barras) y grupos modales (líneas) del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil (a: Machos 2017, b: Hembras 2017, c: Machos 2018, d: Hembras 2018).

**Tabla 2.** Número de modas estimadas a partir de la composición de frecuencia de tamaños en machos y hembras del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil para los años 2017 y 2018. Valores de Media, Sigma y Lambda con sus respectivos intervalos de confianza.

| Sexo    | Año  | Número del grupo modal | n  | Media (cm)  | Sigma      | Lambda     |
|---------|------|------------------------|----|-------------|------------|------------|
| MACHOS  | 2017 | 1                      | 10 | 28.00 ±1.22 | 2.25 ±0.67 | 0.50 ±0.22 |
|         |      | 2                      | 9  | 32.94 ±1.69 | 2.63 ±0.84 | 0.43 ±0.22 |
|         |      | 3                      | 1  | 41.14 ±1.75 | 1.00 ±0.59 | 0.02 ±0.03 |
|         |      | 4                      | 1  | 49.99 ±1.56 | 1.63 ±0.53 | 0.03 ±0.01 |
|         | 2018 | 1                      | 5  | 20.33 ±0.60 | 0.63 ±0.36 | 0.02 ±0.02 |
|         |      | 2                      | 20 | 26.71 ±1.14 | 2.37 ±0.68 | 0.49 ±0.21 |
|         |      | 3                      | 22 | 31.16 ±1.67 | 2.42 ±1.04 | 0.27 ±0.21 |
|         |      | 4                      | 18 | 34.91 ±3.87 | 5.59 ±1.60 | 0.20 ±0.10 |
| HEMBRAS | 2017 | 1                      | 8  | 22.22 ±0.76 | 1.12 ±0.43 | 0.06 ±0.04 |
|         |      | 2                      | 26 | 28.30 ±0.88 | 2.29 ±0.68 | 0.55 ±0.21 |
|         |      | 3                      | 18 | 32.66 ±1.81 | 2.37 ±1.04 | 0.25 ±0.21 |
|         |      | 4                      | 14 | 36.42 ±3.74 | 4.82 ±1.56 | 0.12 ±0.09 |
|         | 2018 | 1                      | 17 | 21.67 ±0.54 | 0.82 ±0.34 | 0.05 ±0.03 |
|         |      | 2                      | 38 | 27.39 ±1.02 | 2.52 ±0.70 | 0.47 ±0.22 |
|         |      | 3                      | 58 | 31.62 ±1.76 | 2.89 ±0.94 | 0.38 ±0.21 |
|         |      | 4                      | 37 | 38.28 ±3.71 | 5.62 ±1.75 | 0.08 ±0.05 |

## 4.2. Parámetros de historia de vida

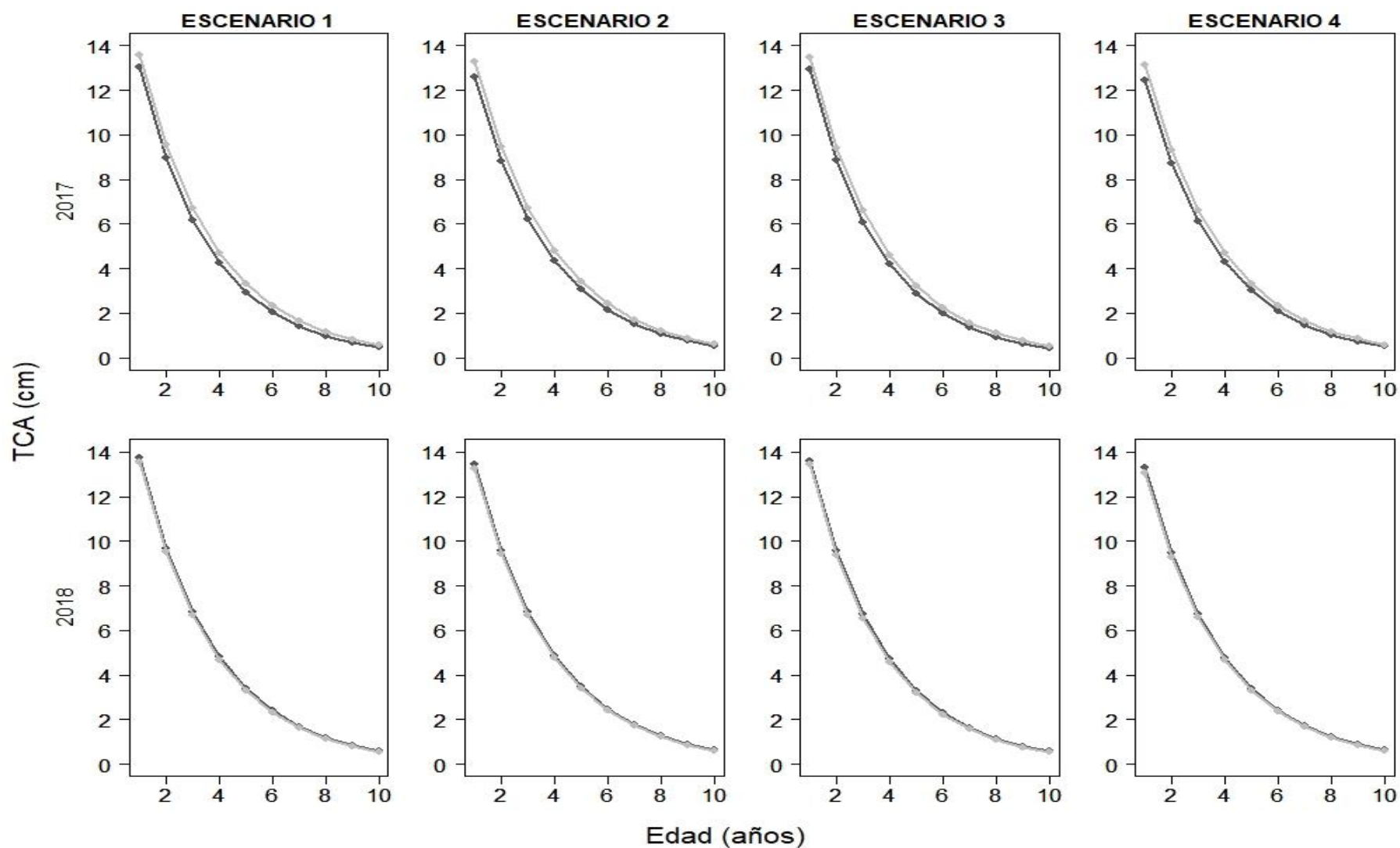
### 4.2.1. Parámetros del Modelo de Crecimiento de von Bertalanffy (MCVB)

En la tabla 3, se describen los valores de las estimaciones puntuales de los parámetros del MCVB [Longitud asintótica ( $L_{\infty}$ , cm), constante de crecimiento ( $k$ , año<sup>-1</sup>), edad a la talla cero ( $t_0$ )] y el índice de crecimiento Phi prima ( $\Phi'$ ) para los escenarios de estimación planteados para hembras y machos en los años 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. En base a estos parámetros, se estima que la

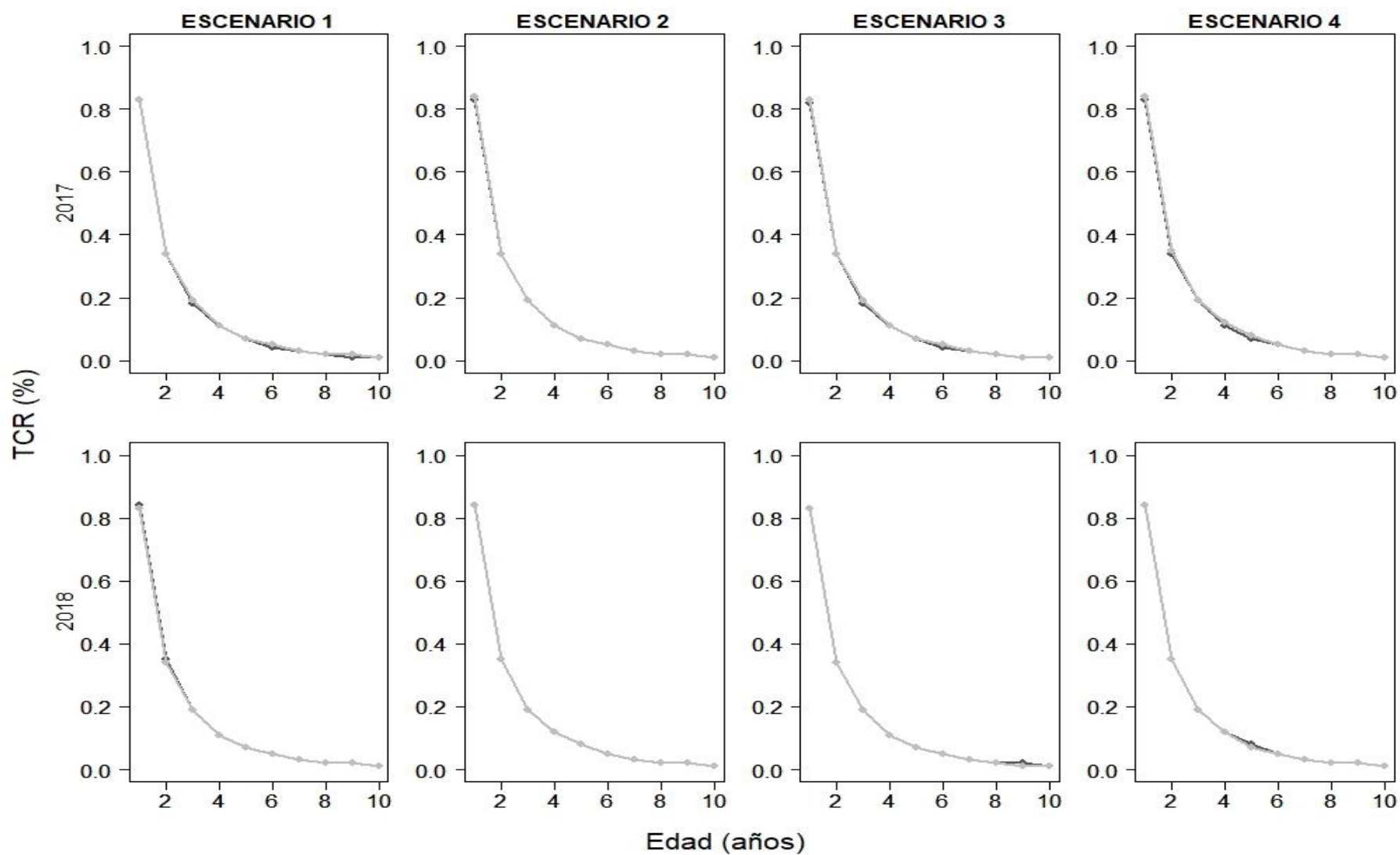
mayor tasa de crecimiento absoluto (TCA) y relativo (TCR) promedio entre los diferentes escenarios de estimación, se registró durante el primer año de vida (12.23 cm. año<sup>-1</sup> de TCA y 84% cm. año<sup>-1</sup> de TCR), los que disminuyen durante los siguientes años. Los valores obtenidos son similares tanto por sexo como por año, independientemente del escenario de estimación (Figura 3 y 4).

**Tabla 3.** Parámetros del MCVB del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) para el Golfo de Guayaquil estimados a partir de las ecuaciones empíricas y utilizando los distintos escenarios de estimación.

| Año  | Sexo    | Parámetro    | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
|------|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2017 | HEMBRAS | $L_{\infty}$ | 50.67       | 50.67       | 49.98       | 49.98       |
|      |         | $k$          | 0.373       | 0.353       | 0.376       | 0.356       |
|      |         | $t_0$        | -0.383      | -0.405      | -0.381      | -0.404      |
|      |         | $\Phi'$      | 2.981       | 2.958       | 2.973       | 2.949       |
|      | MACHOS  | $L_{\infty}$ | 54.69       | 54.69       | 53.82       | 53.82       |
|      |         | $k$          | 0.354       | 0.341       | 0.358       | 0.344       |
|      |         | $t_0$        | -0.396      | -0.411      | -0.394      | -0.410      |
|      |         | $\Phi'$      | 3.025       | 3.009       | 3.015       | 2.998       |
| 2018 | HEMBRAS | $L_{\infty}$ | 55.78       | 55.78       | 54.85       | 54.85       |
|      |         | $k$          | 0.349       | 0.338       | 0.353       | 0.341       |
|      |         | $t_0$        | -0.400      | -0.413      | -0.397      | -0.412      |
|      |         | $\Phi'$      | 3.036       | 3.022       | 3.026       | 3.011       |
|      | MACHOS  | $L_{\infty}$ | 54.46       | 54.46       | 53.60       | 53.60       |
|      |         | $k$          | 0.355       | 0.342       | 0.359       | 0.344       |
|      |         | $t_0$        | -0.396      | -0.411      | -0.393      | -0.410      |
|      |         | $\Phi'$      | 3.022       | 3.006       | 3.013       | 2.995       |



**Figura 3.** Tasa de crecimiento Absoluto (TCA) con los distintos escenarios de estimación para machos (línea gris clara) y hembras (línea gris oscura) del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el 2017 y 2018 para el Golfo de Guayaquil.



**Figura 4.** Tasa de crecimiento Relativo (TCR) con los distintos escenarios de estimación para machos (línea gris clara) y hembras (línea gris oscura) del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) para 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil.



#### 4.2.2. Tamaño ( $L_{50\%}$ ) y edad ( $T_{50\%}$ ) de madurez

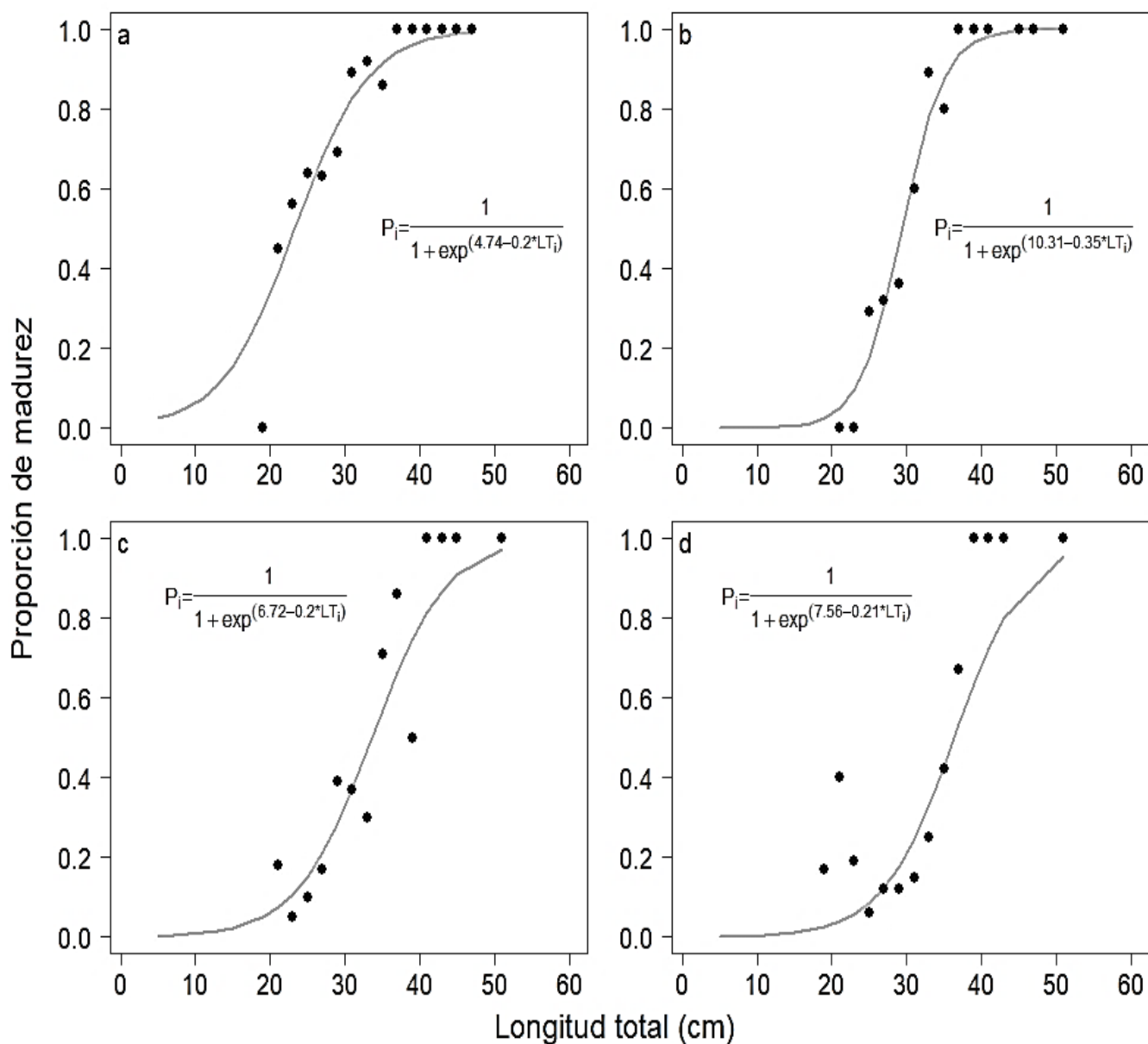
En la figura 5 se observa el ajuste de la curva de madurez del modelo logístico en machos y hembras para el 2017 y 2018, y además los valores de los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$ . Las estimaciones puntuales del  $L_{50\%}$  por medio del modelo logístico y el modelo empírico que considera dos escenarios de estimación de  $L_{\infty}$  ( $L_{\max\_observado}$  y  $L_{\max\_estimado}$ ) se observan en la tabla 4. Los valores de la  $T_{50\%}$  oscilaron entre 1.27 y 2.88 años (tabla 5). La  $T_{50\%}$  de los machos fue mayor a la de las hembras en el 2017, mientras que en el 2018 fue mayor de las hembras en comparación a la de los machos.

**Tabla 4.** Estimaciones puntuales del tamaño de madurez sexual [ $L_{50\%}$ , cm] del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) por medio del modelo logístico y el modelo empírico con dos escenarios de estimación de  $L_{\infty}$  ( $L_{\infty 1}$ :  $L_{\max\_observado}$  y  $L_{\infty 2}$ :  $L_{\max\_estimado}$ ) en machos y hembras para 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil.

| Año  | Sexo    | Modelo logístico | Modelo empírico |                |
|------|---------|------------------|-----------------|----------------|
|      |         |                  | $L_{\infty 1}$  | $L_{\infty 2}$ |
| 2017 | HEMBRAS | 23.28            | 26.65           | 26.30          |
|      | MACHOS  | 29.38            | 28.66           | 28.74          |
| 2018 | HEMBRAS | 33.58            | 29.20           | 28.22          |
|      | MACHOS  | 36.36            | 28.54           | 28.11          |

**Tabla 5.** Estimaciones puntuales de la edad de madurez [ $T_{50\%}$ , años] para hembras y machos del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) para los años 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil. Escenario 1 (ecuación 5, ecuación 7, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 2 (ecuación 5, ecuación 8, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 3 (ecuación 6, ecuación 7, ecuación 9, ecuación 10); Escenario 4 (ecuación 6, ecuación 8, ecuación 9, ecuación 10).

| Año  | Sexo    | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
|------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2017 | HEMBRAS | 1.27        | 1.34        | 1.29        | 1.36        |
|      | MACHOS  | 1.78        | 1.85        | 1.81        | 1.89        |
| 2018 | HEMBRAS | 2.24        | 2.31        | 2.29        | 2.37        |
|      | MACHOS  | 2.71        | 2.81        | 2.77        | 2.88        |



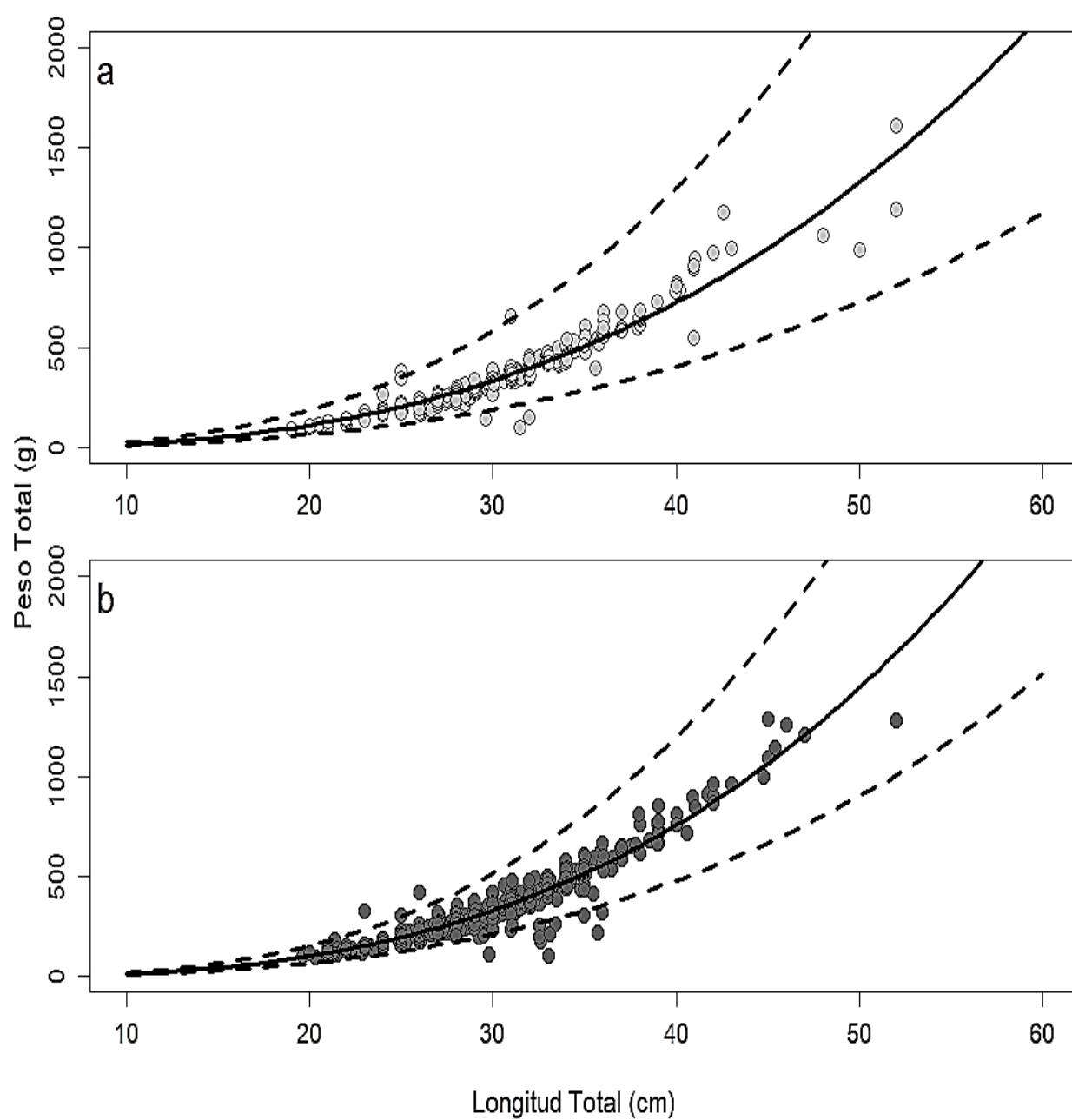
**Figura 5.** Ojiva de madurez de cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil (a: Hembras 2017, b: Machos 2017, c: Hembras 2018, d: Machos 2018) con sus respectivos valores de los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  de la curva de madurez.

#### 4.2.3. Relación Longitud total (Lt) - Peso total (Pt)

Las estimaciones de los parámetros de la relación Lt – Pt del cabezudo (*C. affinis*) con sus respectivos intervalos de confianza al 95 % (IC) se muestran en la Tabla 5. En la figura 6, se observa la relación Lt – Pt para machos y hembras en el Golfo de Guayaquil. Se determinó un tipo de crecimiento alométrico negativo para machos, hembras y sexos combinados en base al intervalo de clase del coeficiente de alometría  $b$  (Tabla 6) y la prueba  $t$  [Machos ( $t = 5.44$ ,  $p < 0.05$ ), Hembras ( $t = 2.59$ ,  $p < 0.05$ ) y sexos combinados ( $t = 20.94$ ,  $p < 0.05$ )].

**Tabla 6.** Parámetros de la relación Lt - Pt de cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en machos, hembras y sexo combinados para el periodo 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil.

| Sexos            | $a$    | $b$   | IC 95% de $a$   | IC 95% de $b$ | N   | Tipo de crecimiento |
|------------------|--------|-------|-----------------|---------------|-----|---------------------|
| HEMBRAS          | 0.0179 | 2.888 | 0.0143 - 0.0224 | 2.824 - 2.950 | 553 | Alométrico negativo |
| MACHOS           | 0.0347 | 2.697 | 0.0260 - 0.0461 | 2.616 - 2.776 | 306 | Alométrico negativo |
| SEXOS COMBINADOS | 0.0217 | 2.828 | 0.0178 - 0.0263 | 2.772 - 2.882 | 859 | Alométrico negativo |



**Figura 6.** Relación Longitud total (Lt) – Peso total (Pt) en gramos para machos (a) y hembras (b) del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en el Golfo de Guayaquil. Se indica la curva de ajuste (línea continua) y los límites de confianza al 95% (líneas sesgadas).

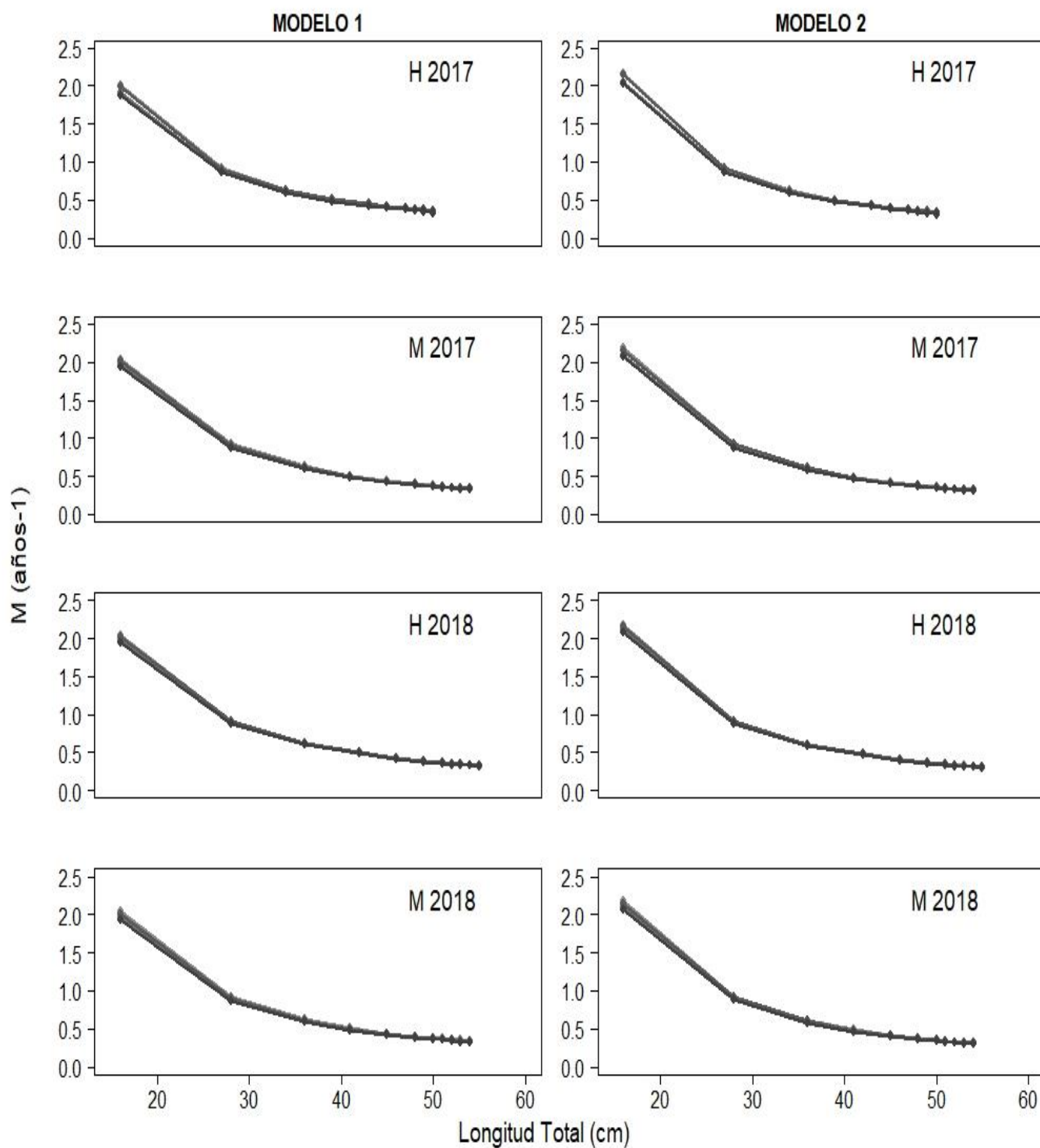
#### 4.2.4. Edad máxima teórica ( $T_{max}$ ) y Mortalidad natural ( $M$ )

Las estimaciones puntuales de la  $T_{max}$  oscilaron entre 5.97 y 7.08 años. En el 2017 los machos presentaron una  $T_{max}$  mayor que las hembras, mientras que en el 2018 las hembras fueron mayores, en cada uno de escenarios de estimación planteados (Tabla 7).

En la figura 7, en cambio se observan las estimaciones de  $M$  dependiente del tamaño para los dos modelos implementados en hembras y machos para el 2017 y 2018. Los valores de  $M$  oscilaron entre 0.30 y 2.2 años<sup>-1</sup>. En el primer año de vida se registraron los mayores valores  $M$ . Hasta los 32 cm de Lt los valores calculados por el modelo 1 fueron mayores a los del modelo 2, lo que cambio a partir de los 33 cm de Lt donde los valores del modelo 2 fueron mayores a los del modelo 1.

**Tabla 7.** Estimaciones puntuales de la edad máxima teórica [ $T_{max}$ , años] en los cuatro escenarios de estimación para hembras y machos del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) para el 2017 y 2018 en el Golfo de Guayaquil.

| Año  | Sexo    | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
|------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2017 | HEMBRAS | 5.97        | 6.30        | 6.32        | 6.68        |
|      | MACHOS  | 6.29        | 6.52        | 6.72        | 7.00        |
| 2018 | HEMBRAS | 6.38        | 6.58        | 6.83        | 7.08        |
|      | MACHOS  | 6.27        | 6.51        | 6.70        | 6.98        |



**Figura 7.** Mortalidad natural ( $M$  años<sup>-1</sup>) del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) en Hembras (H) y Machos (M) el Golfo de Guayaquil durante los años 2017 y 2018.

## 5. DISCUSIÓN

En este estudio, para el Golfo de Guayaquil se registraron individuos de cabezudo (*Caulolatilus affinis*) con rango de tamaños mayores a los valores reportados para la especie por Ceballos-Vázquez y Elorduy-Garay (1998) y Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998) en el Golfo de California, y también a lo reportado por Herrera et al. (2010) en el Golfo de Guayaquil. Por otro lado, el peso total fue menor a lo registrado previamente por Ramírez-Pérez et al. (2011) en el Golfo de California. Estas diferencias pueden estar asociados a factores como a la selectividad del arte de pesca (red de arrastre), los cuales generalmente no capturan todo el rango de tamaños disponibles, teniendo una baja representatividad de organismos pequeños (juveniles) (INP, 2016).

En relación a la proporción sexual de cabezudo, durante el periodo de estudio existió predominancia de hembras 1.81:1 (H:M), lo que difiere a lo reportado por Ceballos-Vázquez y Elorduy-Garay (1998) y Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998) en el Golfo de California, quienes obtuvieron valores cercanos a la proporción teórica 1:1, pero con ligera predominancia de machos. Ceballos et al. (1996) sugiere que la diferencia en la proporción de sexos puede estar probablemente asociada a casos de hermafroditismo o reversión sexual, que ya han sido reportados para la familia Malacanthidae (Ross y Merriner 1983, Erickson y Grossman 1986, Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova 1998) en el Golfo de California, y que también podría estarse dando en el Golfo de Guayaquil.

Los parámetros del MCVB ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ) estimados en este trabajo nos indican que el cabezudo posee un crecimiento lento, lo que es característico de las especies del género *Caulolatilus* (Elorduy-Garay, Ruiz-Córdova y Díaz-Urbe, 2005; Harris et al., 2004). Los valores obtenidos fueron mayores a los reportados por Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998) y Ramírez-Pérez et al. (2011) para la especie en el Golfo de California, por lo que este aumento puede estar asociado en gran medida a las tallas capturadas, al tipo de datos o al método de estimación implementados, ya que Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998) utilizaron métodos

gráficos (Ford-Walford, Tomlinson y Abramson) y Ramírez-Pérez et al. (2011) los obtuvieron a través de una regresión no lineal de mínimos cuadrados.

A pesar de su simplicidad matemática, la relación Longitud total - Peso total representa una interacción compleja de distintos factores, como el hábitat, la disponibilidad de alimentos, tasa de alimentación, desarrollo de gónadas y periodo de desove (Schneider, Laarman, & Gowing, 2000; Zaher, Rahman, Rahman, Alam & Pramanik, 2015; Akter et al., 2019). En el caso del cabezudo se pudo evidenciar que durante el periodo de estudio existieron pequeñas diferencias entre sexos en los valores del parámetro  $b$ , donde machos y hembras de tamaños similares poseían pesos diferentes, siendo más pesadas las hembras que los machos.

De igual manera, se determinó que el cabezudo presenta un crecimiento alométrico negativo ( $b= 2.82$ ), lo que es similar a lo reportado por Ramírez-Pérez et al. (2011) ( $b= 2.66$ ) para el Golfo de California, pero difieren a lo obtenido por Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) que reporta un crecimiento alométrico positivo ( $b= 3.25$ ), lo que no necesariamente implica diferencias biológicas, sino distintos sistemas de muestreo (Schneider et al. 2000). Previamente ya se han reportado variaciones amplias en el parámetro de alometría de otros malacántidos (Frota et al. 2004), por lo que conocer cómo fluctúa el parámetro  $b$  frente a las diferentes condiciones ambientales nos dan una idea de cómo cambia temporalmente el crecimiento en los peces.

Generalmente los parámetros reproductivos nos permiten conocer las características de la población entorno a su madurez la cual es dependiente del tamaño o la edad de los individuos (Cubillos, 2005). Las estimaciones del tamaño de madurez ( $L_{50\%}$ ) presentaron diferencias en los valores obtenidos tanto por el modelo empírico como por el modelo logístico implementados, lo que se debe en gran medida al tipo de datos que utiliza cada modelo, ya que el logístico emplea una función de máxima verosimilitud de distribución binomial a partir de una distribución de frecuencia de tamaños (Roa et al., 1999), mientras que el



empírico utiliza el valor de la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) por lo que es necesario conocer la  $L_{\infty}$  para poder estimarlo.

Independientemente del modelo usado las estimaciones del  $L_{50\%}$  variaron entre sexos y años, se observó que durante el periodo de estudio las hembras maduraron a menor tamaño que los machos. De igual manera, tanto machos como hembras presentaron variaciones interanuales, ya que durante en el 2017 el  $L_{50\%}$  fue menor a comparación con el 2018. Estas variaciones están asociadas principalmente al método de estimación implementado, ya que el uso de un modelo empírico nos limita a estar ligado a los valores de la longitud máxima registrados los que variaron entre los años, siendo mayor durante el 2018.

Las estimaciones de la edad de madurez ( $T_{50\%}$ ) también nos dan evidencia de variaciones interanuales, donde se observa que durante el 2017 tanto machos como hembras alcanzaron su madurez después del primer año de vida, mientras que en el 2018 este fue hasta después del segundo año. Estas variaciones del  $T_{50\%}$  pueden estar ligadas a factores como el hábitat, calidad de alimento y condiciones ambientales las cuales se ha registrado que influyen directamente en el desarrollo reproductivo de los peces (Jonsson et al, 2012). Por otro lado, el uso de un enfoque empírico para su estimación genera valores estadísticamente poco robustos, siendo este el principal motivo por el que generablemente se utilizan técnicas histológicas para su estimación.

La longevidad reportada en este trabajo osciló entre 5.97 y 7.08 años, lo cual es menor a lo reportado por Ramírez-Pérez et al. (2011) con valores de 21 años y lo registrado por Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) con 15 años, ambos para el Golfo de California. Esta marcada diferencia se debe principalmente a las metodologías que se usaron para estimarla, es así que en el Golfo de California se realizó la lectura de anillos de crecimiento en otolitos los que determinaron las edades con mayor precisión, comparando con el enfoque empírico que se utilizó en este trabajo que nos da una primera aproximación válida de sus valores, los cuales deben de validarse mediante el uso de esa técnica.

Las estimaciones de la mortalidad natural ( $M$ ) obtenidas en este trabajo son similares a los valores obtenidos por Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) ( $0.391 \text{ años}^{-1}$ ) para el Golfo de California usando el modelo de Pauly. Las estimaciones de  $M$  obtenidos a través de los dos modelos empíricos presentaron valores similares, esto debido a que ambos modelos consideran su relación con el tamaño (Brodziak et al., 2011). Los valores estimados presentaron similitud entre sexos y entre años por lo que se pudo observar consistencia en el parámetro. De igual manera, se pudo determinar que la mayor tasa de  $M$  se da durante su primer año de vida donde son más vulnerables al efecto de factores como la temperatura, la disponibilidad de alimentos y depredación (Brodziak et al., 2011).

## 6. CONCLUSIONES

El análisis de la estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) estimados a partir de ecuaciones empíricas para el Golfo de Guayaquil durante los años 2017 y 2018, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- El tamaño para ambos sexos osciló entre 19 y 52 cm de Lt y los pesos entre 93 y 1609 g de Pt, donde la mayor proporción de individuos machos se encontró en el rango de tamaños entre 25 y 32 cm, mientras que en las hembras entre 25 y 34 cm.
- Se identificó un total de 4 grupos modales en machos y hembras dentro del rango de tamaños registrado, observándose tres modas más marcadas en ambos sexos.
- La proporción sexual (H:M) del periodo analizado fue significativamente distinta a la proporción teórica (1:1), siendo favorable a las hembras y existiendo la posibilidad de presentar casos de hermafroditismo en el Golfo de Guayaquil.
- En base a los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy se caracteriza a *C. affinis* como una especie de lento crecimiento, teniendo su mayor tasa de crecimiento absoluto y relativo durante el primer año de vida.
- Se infiere que las hembras maduran a menor tamaño (23.28 a 33.58 cm) y edad (1.27 a 2.37 años) en comparación a los machos tanto en tamaño (29.38 a 36.36 cm) como en edad (1.78 a 2.88).
- En base al tamaño de madurez, se registró que el mayor porcentaje de machos eran juveniles, mientras que las hembras eran maduras.

- La relación Longitud total–Peso total para sexos separados y combinados dio evidencia que *C. affinis* presenta un crecimiento alométrico negativo.
- Se caracterizó a *C. affinis* como una especie de longevidad media, con un valor promedio aproximado de 7 años.
- La mortalidad natural osciló entre 0.30 y 2.2 años<sup>-1</sup>, donde los modelos implementados mostraron diferencias entre los valores estimados por sexo y años.

## 7. RECOMENDACIONES

En base a lo analizado de la estructura poblacional y parámetros de historia de vida del cabezudo (*Caulolatilus affinis*) estimados a partir de ecuaciones empíricas en el área de estudio, se sugiere tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diseñar e implementar un programa de muestreo independiente y dependiente de la pesquería para *C. affinis*, que permita obtener información biológica y pesquera en los principales puertos de desembarque con la finalidad de evaluar su estado poblacional y de explotación.
- Identificar las potenciales unidades de stocks de *C. affinis* presentes a lo largo de la costa ecuatoriana.
- Determinar la estructura dura más adecuada que genere datos confiables de edad para *C. affinis* y con ello validar la estimación de los parámetros biológicos [crecimiento, mortalidad natural, longevidad] generados en este estudio.
- Analizar el desarrollo gonadal de *C. affinis* mediante el uso de técnicas histológicas, con el propósito de elaborar una tabla de madurez específica para la especie que permita una mejor asignación de los estadios de madurez y así reducir la incertidumbre en los análisis reproductivos.
- Evaluar los cambios temporales en el desarrollo gonadal de *C. affinis*, para establecer el ciclo y estación reproductiva de la especie.
- Validar las estimaciones de tamaño y edad de madurez de *C. affinis* obtenidas en este trabajo, por medio de información basada en técnicas histológicas.

- Estimar la mortalidad natural del *C. affinis* a través de la implementación de métodos directos como el marcaje y recaptura, con la finalidad de validar las estimaciones obtenidas.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akter, Y., Hosen, H., Miah, I., Ahmed, Z., Chhanda, M & Istiak, S. (2019). Impact of gonad weight on the length-weight relationships of river catfish (*Clupisoma garua*) in Bangladesh. The Egyptian Journal of Aquatic Research. 45: 375–379.
- Bearez, P. (1996). Lista de los peces marinos del Ecuador continental. Revista Biología Tropical, 44(2): 73 1-74.
- Benaglia, T., Chauveau, D., Hunter, D., y Young, D. (2009). mixtools: An R package for analyzing finite mixture models. Journal of Statistical Software, 32(6), 1-29.
- Brodziak, J., Ianelli, J., Lorenzen, K., and Methot, R. (2011). Estimating natural mortality in stock assessment applications. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. 119, 38 p.
- Canales, C., Peralta, M., & Jurado, V. (2013). Evaluación de la población de pinchagua (*Opisthonema spp.*) en aguas ecuatorianas. Boletín Especial Año 4 No. 3 Del Instituto Nacional de Pesca.
- Ceballos-Vázquez, B., Elorduy-Garay, J. & García-Domínguez, F. (1996). First record of hermaphroditic specimens and sex ratio of *Caulolatilus affinis* from the Gulf of California. Revista Biología Tropical 44: 689–690.
- Ceballos-Vázquez, B.P. & J.F. Elorduy-Garay. (1998). Gonadal development and spawning of *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) in the Gulf of California. Bulletin of Marine Science 63: 469-479.
- Charnov, E., Gislason, H., & Pope, J. (2013). Evolutionary assembly rules for fish life histories. Fish and Fisheries, 14: 213–224.
- Coello, D y Herrera, M. (2010). Diversidad de peces demersales en la plataforma continental del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Revista Ciencias del Mar y Limnología. Vol. IV, N° 1: 54-64.

- Cope, J. & Punt, A. (2009). Length-based reference points for data-limited situations: applications and restrictions. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 1:169–186.
- Cruz, M., Gabor, N., Mora, E., Jiménez, R., and Mair, J. (2003). The known and unknown about Marine Biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). *Gayana (Concepción)*, 67(2), 232-260.
- Cubillos, L. (2005). *Biología pesquera & evaluación de stock. Laboratorio Evaluación de Poblaciones Marinas & Análisis de Pesquerías, Departamento de Oceanografía, UDEC, Concepción*, 198 p.
- Dooley, JK. (1978). Systematic and biology of tilefishes (Perciformes: Branchiostegidae and Malacanthidae), with description of two new species. NOAA Technical Report NMFS Circ. 411:1–79.
- Elorduy-Garay, J., & Díaz-Urbe, J. (1994). Age validation of *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) from the Gulf of California using otoliths. *Scientia Marina*. 58: 277–287.
- Elorduy-Garay, J., & Peláez-Mendoza, A. (1996). Hábitos alimentarios de *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Perciformes: Branchiostegidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista Biología Tropical*. 44: 241–249.
- Elorduy-Garay, J., & Ruiz-Córdova, S. (1998). Age, growth, and mortality of *Caulolatilus affinis* (Osteichthyes: Branchiostegidae) from the southern Gulf of California. *Pacific Science*. 52: 259–272.
- Erickson, D. & Grossman, G. (1986). Reproductive demography of tilefish from the South Atlantic Bight with a test for the presence of protogynous hermaphroditism. *Transactions of the American Fisheries Society*. 114: 837–846.
- Faustino, K. (2016). *Platelmintos parásitos en Caulolatilus affinis (Malacanthidae) “peje blanco” procedentes de Puerto Cabo Blanco, Perú. Tesis de Biología. Universidad nacional mayor de San Marcos. Perú.*



- Froese, R., and Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758–773.
- Frota, L., Costa, P. & Braga, A. (2004). Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA* 27: 20–26.
- García-Carreras, B., Jennings, S., & LeQuesne, W. J. F. (2016). Predicting reference points and associated uncertainty from life histories for risk and status assessment. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 483–493.
- García-Godos, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Instituto del Mar del Perú. Vol. 20 (1-2).
- Gayanilo, F. C. Jr., Sparre, P., & Pauly, D. (2005). *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II). Revised version. User's guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No 8. Rome: FAO.
- Gislason, H., Daan, N., Rice, J., & Pope, J. (2010). Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11: 149–158.
- Gonzales, A. (1995). Información Biológico-Pesquera de los principales recursos demersales en el Perú. Instituto del Mar del Perú. 106-108 pp.
- Herdson, D., Rodríguez, W & Martínez, J. (1985). Los recursos de peces demersal de la plataforma continental del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico. Vol. VIII, Nº 5: 1-44.
- Herrera, M., Peralta, M., Coello, D., Cajas, J., Elías, E., León, J., y De la Cuadra, T. (2010). Estimación de la biomasa de los recursos demersales en el Golfo de Guayaquil (junio 2007). Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico. Vol. XX, Nº 9: 1-27.
- Honey, k., Moxley, J., & Fujita, R. (2010). From Rags to Fishes: Data-Poor Methods for Fishery Managers. *Managing Data-Poor Fisheries: Case Studies, Models & Solutions* 1:159–184.

- Hordyk, A., Ono, K., Sainsbury, K., Loneragan, N., & Prince, J. (2015). Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. – ICES Journal of Marine Science, 72: 204–216.
- INP. (2016). Determinación del estado actual de la biomasa del recurso camarón rojo y café, mediante prospección biológica pesquera, fuera de las 8 (ocho) millas náuticas del perfil costero ecuatoriano. Informe Técnico. 1 - 47.
- Jonsson, B., Finstad, A., & Jonsson, N. (2012). Winter temperature and food quality affect age at maturity: an experimental test with Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69, 1817–1826.
- Little, M. & M. Herrera. (1992). Checklist and catalogue of recorded in the By-Catch of the Ecuadorian shrimp fleet. Convenio Overseas Development Administration of the UK. Government – Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.
- López, M & Bussing, W. (1982). Lista provisional de los peces marinos de la Costa Rica., Revista de Biología Tropical, 30(1):5-26.
- Marín de López, C., Ormaza, G., & Arriaga, L. (1999). Estadísticas de los desembarques pesqueros en Ecuador. 1985-1997.
- Martínez, J. (2010). Manual de pesca blanca. 45 Especies de Interés Comercial. Tercera edición. ASOEXPEBLA. Ecuador.
- McLachlan, G. & Krishnan, T. (1997). The EM Algorithm and Extensions. Wiley, New York.
- Molina, L., Danulat, E., Oviedo, M y González, J. (2004). Guía de especies de interés pesquero en la Reserva Marina de Galápagos. Fundación Charles Darwin.
- Munro, J. & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 1(1): 5-6.

- Pauly, D & Morgan, G. (1987). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings, 13: 468 pp.
- Pauly, D. & Munro, J. (1984). Once more on growth comparison of fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 2(1): 21.
- Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks. A review with emphasis on the southeast Asian demersal fisheries. ICLARM studies and reviews Vol. 1, Manila, ICLARM, 35 pp.
- Perea A, Buitrón B & Mecklenburg E. (1998). Condición reproductiva y maduración temprana de la merluza *Merluccius gayi peruanus*. Crucero BIC José Olaya Balandra. 9806-07. Informe Instituto Mar Perú: 138: 56-62.
- Pérez, J. (1993). Monogeneos y Trematodos (Platyhelminthes) parasitos de *Caulolatilus affinis* Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) del canal Cerralvo B C S Mexico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma de Baja California Sur. Mexico.
- Prince, J., Dowling, N., Davies, C., Campbell, R., & Kolody, D. (2011). A simple cost-effective and scale-less empirical approach to harvest strategies. ICES Journal of Marine Science, 68: 947–960.
- Prince, J., Hordyk, A., Valencia, S., Loneragan, N., & Sainsbury, K. (2015). Revisiting the concept of Beverton–Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. ICES Journal of Marine Science, 72: 194–203.
- Puentes, V., Madrid, N., & Zapata, L. (2007). Catch composition of the deep sea shrimp fishery (*solenocera agassizi* faxon, 1893; *farfantepenaeus californiensis* holmes, 1900 and *farfantepenaeus brevirostris* kingsley, 1878) in the Colombian pacific ocean. Gayana 71(1):84-95.
- Quijije, P. (2018). Fauna acompañante de pesca industrial polivalente dirigida a camarones rojo (*Penaeus brevirostris*) y café (*Penaeus californiensis*) en la costa ecuatoriana. (Tesis de Pregrado), Universidad de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador.

- R CoreTeam. (2019). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ramírez, M & Rodríguez, C. (1990). Composición específica de la captura artesanal de peces en Isla Cerralvo, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*, vol. 5(2): 137-141.
- Ramírez-Pérez, J., Melo-Barrera, F., & Ayala-Bobadilla, L. (2011). Age and growth of Pacific golden-eye tilefish (*Caulolatilus affinis*) in the central region of the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, Vol. 37, No. 1. 71–85.
- Revelo, W. (1995). Distribución y abundancia de los recursos demersales en la plataforma continental del Ecuador durante junio de 1995. Instituto Nacional de Pesca. *Bol. Cient. Téc.* Vol. XIII, Nº 3: 1-47.
- Roa, R., Ernst, B. & Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 97 (3), 570–580.
- Romero-Gallardo, S. (2016). Modelos de crecimiento, y Mortalidad natural durante el ciclo de vida del pepino de mar *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867). Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Yucatan. Mexico.
- Ross, J. & Merriner, J. (1983). Reproductive biology of the blueline tilefish *Caulolatilus microps* off North Carolina and South Carolina. *NMFS Fish. Bull.* 81: 553–56.
- Schneider, J., Laarman, P. & Gowing, H. (2000). Length-weight relationships. Chapter 17. In: Schneider, J. C. (Ed.), *Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates*, Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor; 2000. pp. 1–18.
- Silverman, B. (1981). Using kernel density estimates to investigate multimodality. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 43(1): 97–99.
- Taylor, C. (1958). Cod growth and temperature. *Journal du Conseil Permanent International pour l' Exploration de la Mer*, 23, 366-370.

- Thorson, J., Cope, J., & Patrick, W. (2014). Assessing the quality of life history information in publicly available databases. *Ecological Applications* 24:217–226.
- Thorson, J., Munch, S., Cope, J., & Gao, J. (2017). Predicting life history parameters for all fishes worldwide. *Ecological Applications*, 27, 2262–2276.
- Wan, Y. & Milton, D. A. (2000). On comparison of growth curves: How do we test whether growth rates differ? *Fisheries Bulletin*, 98, 874-880.
- Zar, J. (1999). *Biostatistical analysis*. 4a ed. Prentice- Hall, Nueva Jersey.
- Zaher, F., Rahman, B., Rahman, M., Alam, M., & Pramanik, M. (2015). Length-weight relationship and GSI of hilsa, *Tenualosa ilisha* (hamilton, 1822) fishes in Meghna river, Bangladesh. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 2(3): 82-88.
- Zimmerhackel, J., Schuhbauer, A., Usseglio, P., Heel, L., & Salinas-de-León, P. (2015). Catch, bycatch and discards of the Galapagos Marine Reserve small-scale handline fishery. *PeerJ* 3:e995.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Autorización de uso de base de datos por parte del Instituto Nacional de Pesca (INP).

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA



**Memorando Nro. INP-GCT-2019-0016-M**

**Guayaquil, 13 de mayo de 2019**

**PARA:** Mgs. Dialhy Maria Coello Salazar

**ASUNTO:** Autorización para desarrollo de proyecto de titulación- Sr. Zhicay Alcivar.

De mi consideración:

En referencia a su Oficio N° UG-FCN-EB-2019-0004-O de fecha 25 de abril de 2019, informo que una vez realizadas las respectivas coordinaciones internas, se AUTORIZA que el Sr. Victor Zhicay Alcivar con CC 1205845959, estudiante egresado de la carrera de Biología de la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Naturales, desarrolle su proyecto de titulación sobre: "Estructura poblacional y tamaño de madurez del cabezudo (Caulatilus affinis)". Una vez culminado su proyecto de titulación, deberá dejar un ejemplar en la Biblioteca Lucia Solórzano Constantine del Instituto Nacional de Pesca.

Las actividades correspondientes al desarrollo de su proyecto las realizarán en la Unidad de Recursos Demersales Bentónicos y Agua Dulce/Embalses bajo la supervisión del Blgo. Jorge Correa, Investigador Pesquero del INP.

El estudiante Sr. Victor Zhicay Alcivar, deberá acercarse al Subproceso de Gestión de Recursos Humanos, a fin de tramitar su estadia en la Institución durante el tiempo que tome desarrollar su proyecto.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

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

Referencias:  
- INP-DO-2019-0180-E

Anexos:  
- idad\_de\_guayaquil\_solicitud\_de uso de datos para desarrollo de tesis del sr\_zhicay\_alcivar.pdf

Copia:

Sra. Mgs. Maria del Pilar Solis Coello  
**Directora General (e)**

Sr. Mgs. David Edmundo Chicaiza Veloz  
**Coordinador de Recurso Demersales Bentónicos y Agua/Embalses - INP**

Blgo. Jorge Augusto Correa Cárdenas  
**Investigador Pesquero - INP**

Sra. Ing. Johanna Mariella Garrido Muyulema  
**Lider de Gestión de Talento Humano - INP**

Téc. Rosa Seminario Sotomayor  
**Secretaria de Dirección General - INP**

Sra. Ing. Marilyn Victoria Barrera Ruiz  
**Asistente de Talento Humano - INP**