



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

“SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE CLADÓCEROS Y SU  
RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS COSTA  
AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
Previa a la obtención del Título de  
BIÓLOGA**

**AUTOR:**

POZO ALVARADO CAROL NICOLE

**TUTOR:**

BLGO. CARLOS ANDRADE RUÍZ MS.c.

LA LIBERTAD – ECUADOR

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE CLADÓCEROS Y SU  
RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS COSTA  
AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**Bióloga**

**AUTOR:**

**POZO ALVARADO CAROL NICOLE**

**TUTOR:**

**BLGO. CARLOS ANDRADE RUÍZ. M.Sc.**

**Libertad – Ecuador**

**2024**

### **DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR**

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE CLADÓCEROS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS COSTA AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por **POZO ALVARADO CAROL NICOLE** estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



**Blgo. Carlos Andrade Ruíz M.Sc.**  
**DOCENTE TUTOR**  
**C.I. 0910798750**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA**

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE CLADÓCEROS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS COSTA AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, elaborado por **POZO ALVARADO CAROL NICOLE**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente

  
**Blgo. William Santos Sánchez, M. Sc.**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**C.I. 2400216459**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar, a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesaria, además, guiarme por el sendero correcto.

A mis padres, Carlos Pozo y Marjorie Alvarado quienes, con su sacrificio, amor incondicional y apoyo constante, me han brindado siempre las mejores oportunidades. Este logro es tanto de ustedes como mío; sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis padres del corazón, Miguel Pozo y especialmente a mi madre, Sra. María Angela Flores (†), por criarme, amarme, y por inculcarme los valores fundamentales que me han sostenido y guiado en cada paso.

A mis hermanos, por su inquebrantable apoyo y ánimo constante. Sus palabras de aliento han sido una fuente vital de motivación y fortaleza para mí. Los quiero mucho.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme por el sendero correcto.

A las autoridades, personal docente y administrativo de la Universidad Península de Santa Elena por guiar el proceso de formación profesional.

A los docentes y personal directivo de la Facultad de Ciencias Del Mar, especialmente al Blgo. Carlos Andrade Ruíz, M.Sc. tutor de tesis por el apoyo, la paciencia y valiosas contribuciones científicas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

A mis padres, Carlos Pozo y Marjorie Alvarado por su incondicional apoyo moral y económico durante el periodo de estudio. Sus consejos, amor y sacrificios son los cimientos sobre los cuales se ha construido este logro.

A mi madre de corazón, Sra. María Angela Flores Tomalá (†), por criarme, amarme y enseñarme a ser valiente y no rendirme ante las adversidades. Gracias por todo el apoyo y las enseñanzas que me brindó en mis primeros años de estudio.

A mis hermanos, a mi familia en general, por ser parte esencial de mi formación académica y personal. Gracias por sus consejos y por su apoyo económico.

A mis amigos de facultad, especialmente a Lisbeth Rodríguez y Miriam Beltrán, por su ayuda incondicional durante todo el proceso de titulación. Su amistad ha sido invaluable.

A mi mejor amiga, Angie González, por estar presente, ofreciéndome palabras de aliento y apoyo en cada momento.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **POZO ALVARADO CAROL NICOLE** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 16 de julio de 2024



---

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



---

**Blgo. William Santos Sánchez, M. Sc.  
DOCENTE DE ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc.  
DOCENTE TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Blgo. Richard Duque Marín Mgtr.  
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

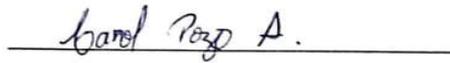


---

**Lic. Pascual Roca Silvestre. Mgtr.  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

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



Carol Nicole Pozo Alvarado

C.I. 2400036535

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
JUSTIFICACIÓN .....	5
OBJETIVOS .....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
HIPÓTESIS.....	7
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO .....	8
1.1. ANTECEDENTES .....	8
1.2. ZOOPLANCTON .....	10
1.3. GENERALIDADES DE CLADÓCEROS .....	10
1.3.1. MORFOLOGÍA DE CLADÓCEROS .....	11
1.3.2. REPRODUCCIÓN .....	12
1.3.3. ALIMENTACIÓN .....	13
1.3.4. DISTRIBUCIÓN .....	14
1.3.4.1. DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL.....	14
1.3.4.2. DISTRIBUCIÓN VERTICAL.....	15
1.3.5. SISTEMÁTICA DE CLADÓCEROS ENCONTRADOS.....	15
1.3.5.1. FAMILIA SIDIDAE.....	16
1.3.5.2. FAMILIA POLYPHEMIDAE.....	17
1.3.6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	17
1.4. VARIABLES ABIÓTICAS EN LA COSTA ECUATORIANA .....	18
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO .....	19
2.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	19

2.2.	FASE DE CAMPO .....	20
2.3.	FASE DE LABORATORIO .....	21
2.3.1.	DETERMINACIÓN DE LA ABUNDANCIA .....	21
2.3.2.	AISLAMIENTO DE CLADÓCEROS .....	22
2.3.3.	IDENTIFICACIÓN DE CLADÓCEROS.....	22
2.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
2.4.1.	CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA FILTRADA .....	23
2.4.2.	CÁLCULO DE BIOMASA .....	24
2.4.3.	RELACIÓN DE LAS ESPECIES CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS... .....	25
CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....		26
3.1.	IDENTIFICACIÓN DE CLADÓCEROS EN LA ZONA DE MUESTREO ...	26
3.1.1.	<i>Penilia avirostris</i> (Dana, 1849).....	26
3.1.2.	<i>Evadne tergestina</i> (Claus, 1864).....	28
3.2.	ABUNDANCIA DEL ORDEN CLADOCERA .....	29
3.3.	DISTRIBUCIÓN ESPACIO - TEMPORAL DE CLADÓCEROS A NIVEL SUPERFICIAL Y VERTICAL.....	30
3.3.1.	DISTRIBUCIÓN A NIVEL SUPERFICIAL .....	30
3.3.1.1.	VARIACIONES TEMPORALES DE LAS ESPECIES DE CLADÓCEROS .....	34
3.3.1.1.1.	DISTRIBUCIÓN DE <i>Penilia avirostris</i> .....	34
3.3.1.1.2.	DISTRIBUCIÓN DE <i>Evadne tergestina</i> .....	34
3.3.2.	DISTRIBUCIÓN A NIVEL VERTICAL (0 – 25 m) .....	35
3.3.2.1.	VARIACIONES TEMPORALES DE LAS ESPECIES DE CLADÓCEROS A NIVEL VERTICAL .....	39
3.3.2.1.1.	DISTRIBUCIÓN DE <i>Penilia avirostris</i> .....	39
3.3.2.1.2.	DISTRIBUCIÓN DE <i>Evadne tergestina</i> .....	39
3.4.	VARIABLES ABIÓTICAS REGISTRADAS .....	40

3.5. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS), ANOSIM, SIMPER .....	43
3.6. RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES <i>Penilia</i> <i>avirostris</i> Y <i>Evadne tergestina</i> VS. LAS VARIABLES FÍSICO -QUÍMICAS.....	45
DISCUSIÓN .....	47
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍAS .....	52
ANEXOS .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> A. Mapa del Ecuador. B. Ubicación del área de estudio a con las tres estaciones (1, 5 y 2 millas).....	19
<b>Figura 2.</b> Morfología de <i>Penilia avirostris</i> .....	27
<b>Figura 3.</b> Morfología de <i>Evadne tergestina</i> . .....	28
<b>Figura 4.</b> Distribución de cladóceros en el mes de marzo a nivel superficial. ....	31
<b>Figura 5.</b> Densidad de cladóceros en el mes de abril a nivel superficial. ....	32
<b>Figura 6.</b> Densidad de cladóceros en el mes de mayo a nivel superficial. ....	33
<b>Figura 7.</b> Distribución temporal de <i>Penilia avirostris</i> y <i>Evadne tergestina</i> durante los tres meses de muestreo a nivel superficial. ....	35
<b>Figura 8.</b> Distribución de Cladóceros en el mes de marzo a nivel vertical. ....	36
<b>Figura 9.</b> Densidad de cladóceros a nivel vertical del mes de abril. ....	37
<b>Figura 10.</b> Densidades correspondientes al mes de mayo a nivel vertical. ....	38

<b>Figura 11.</b> <i>Distribución temporal de Penilia avirostris y Evadne tergestina durante los tres meses de muestreo a nivel vertical.</i> .....	40
<b>Figura 12.</b> <i>Variaciones de los parámetros abióticos en las tres estaciones (1, 5 y 2 millas)</i> .....	42
<b>Figura 13.</b> <i>Variaciones de nutrientes en las tres estaciones fijas del área de estudio.</i> .....	43
<b>Figura 14.</b> <i>Ordenamiento estacional MDS de la densidad de cladóceros en las tres estaciones fijas (1,5 y 2 millas) a nivel superficial (a) y vertical (b).</i> .....	44
<b>Figura 15.</b> <i>Análisis de Correspondencia Canónica a nivel superficial y vertical</i> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Ubicación de las estaciones a 1, 5 y 2 millas.</i> .....	19
<b>Tabla 2.</b> <i>Meses de muestreos, estaciones, número de muestras y fechas de recolección</i> .....	20
<b>Tabla 3.</b> <i>Densidad ind. <math>(100m^3)^{-1}</math> y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel superficial.</i> .....	30
<b>Tabla 4.</b> <i>Densidad ind. <math>(100m^3)^{-1}</math> y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel vertical.</i> .....	36
<b>Tabla 5.</b> <i>Densidad ind. <math>(100m^3)^{-1}</math> y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel superficial desde marzo - mayo del 2024 a 1,5y 2 millas</i> .....	63
<b>Tabla 6.</b> <i>Distribución ind. <math>(100m^3)^{-1}</math> y Ab. Relativa (%) de cladóceros a nivel vertical durante marzo -mayo de 2024</i> .....	63
<b>Tabla 7.</b> <i>Contenido de variables físico-químico registrado en los tres meses de estudio (marzo, abril, mayo 2024)</i> .....	64

**Tabla 8.** *Porcentaje de contribución de las especies de cladóceros en las tres estaciones fijas (Superficial).* ..... 64

**Tabla 9.** *Porcentaje de contribución de las especies de cladóceros en las tres estaciones fijas (Vertical).*..... 65

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1.** *Clave taxonómica para la identificación de cladóceros* ..... 58

**Anexo 2.** *Vista de tres especies de cladóceros marinos. Penilia avirostris, Evadne tergestina y Evadne spinifera.*..... 59

**Anexo 3.** *Especímenes de Evadne tergestina* ..... 60

**Anexo 4.** *Especímenes de Penilia avirostris* ..... 60

**Anexo 5.** *Equipos utilizados para la identificación de las especies.*..... 61

**Anexo 6.** *Estereomicroscopio y Cámara de Bogorov para el conteo del zooplancton*  
..... 61

**Anexo 7.** *Observación mediante el estereomicroscopio y el uso de la cámara de Bogorov*..... 61

**Anexo 8.** *Toma de datos del disco Secchi*..... 61

**Anexo 9.** *Fijación de la muestra de zooplancton.* ..... 62

**Anexo 10.** *Red de zooplancton en la recolección de muestras a nivel superficial.*  
..... 62

**Anexo 11.** *Multiparámetro YSI para el registro de las variables abióticas*..... 62

## GLOSARIO

**Arrastres superficiales:** Hace referencia a la recolección de organismos con el uso de redes de arrastre en la superficie del agua.

**Arrastres verticales:** Hace referencia a la recolección de organismos mediante el uso de redes de arrastre que se desplazan o bajan hasta una cierta profundidad.

**Birrámico:** describe a una estructura que tiene dos ramas principales o también apéndices.

**Cosmopolita:** Hace alusión a diversos organismos que se encuentran distribuidas en diferentes regiones geográficas.

**Densidad:** Se refiere a la concentración de organismos en una unidad de volumen de agua.

**Efipio:** Corresponde a una capsula o envoltura que contiene los huevos de resistencia o huevos de reposos de ciertas especies de cladóceros.

**Exopoditos:** Es la parte externa de un apéndice birrámeo de crustáceos y artrópodos.

**Variables abióticas:** Son factores inertes del medio ambiente que afectan a ciertos organismos vivos y al ecosistema

**Zooplankton:** Corresponde a un grupo de organismos marinos que tienen roles importantes en el ecosistema acuático.

## **ABREVIATURAS**

**°C:** Grados Celsius o Grados centígrados

**m<sup>3</sup>:** Metro cúbico

**ind:** Individuos

**ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>:** Individuos por cada 100 m<sup>3</sup>

**UPS:** Unidades Prácticas de Salinidad

**mg/L:** Miligramos por litro

**mg/LDO:** Miligramo por litro de Oxígeno disuelto

**Temp.:** Temperatura

**pH:** Potencial de Hidrógeno

**KW:** Kruskal-Wallis

**ATS:** Aguas Tropicales Superficiales

**AES:** Aguas Ecuatoriales Superficiales

**TSM:** Temperatura superficial del mar

**ACC:** Análisis de Correspondencia Canónica

**Vf:** Volumen filtrado

## RESUMEN

Los cladóceros son un grupo de microcrustáceos pertenecientes a la clase Branchiopoda, que desempeñan un papel importante en la transferencia de energía dentro de las cadenas tróficas, y al mismo tiempo, están influenciadas con las variables abióticas. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la sistemática y distribución de los cladóceros y la relación con las variables abióticas en la provincia de Santa Elena, donde se realizaron muestreos durante marzo, abril y mayo en tres estaciones fijas situadas a 1, 5 y 2 millas de la costa respectivamente, con un total de 15 muestras recolectadas mediante arrastres verticales y superficiales utilizando una red cónica de 335 $\mu$ m. Se identificaron dos especies de cladóceros *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina*, siendo la primera especie más abundante, representando el 60% del total de la población. En los arrastres superficiales, *E. tergestina* fue la especie predominante, mientras que en los arrastres verticales se registró una mayor densidad de *P. avirostris*. Abril fue el mes con mayor densidad de individuos en comparación al mes de marzo donde se registraron densidades inferiores. En general, los arrastres verticales registraron una mayor densidad de individuos que los arrastres superficiales. En cuanto al análisis de correspondencia canónica (ACC), reveló que la varianza porcentual acumulada de las especies y las variables abióticas es de 76%, y, además, que la mayor parte de las especies se relacionaron de manera débil con las variables a nivel vertical y superficial, lo que llevó a aceptar la hipótesis nula planteada en este estudio.

**Palabras claves:** *Cladóceros, P. avirostris, E. tergestina, Densidad, Variables abióticas, ACC.*

## ABSTRACT

Cladocerans are a group of microcrustaceans belonging to the class Branchiopoda, which play an important role in the transfer of energy within food chains, and at the same time, are influenced by abiotic variables. Therefore, this research aimed to determine the systematics and distribution of cladocerans and the relationship with abiotic variables in the province of Santa Elena, where sampling was conducted during March, April and May at three fixed stations located 1, 5 and 2 miles from the coast respectively, with a total of 15 samples collected by vertical and surface trawls using a 335 $\mu$ m conical net. Two species of cladocerans *Penilia avirostris* and *Evadne tergestina* were identified, the former species being more abundant, representing 60% of the total population. In surface trawls, *E. tergestina* was the predominant species, while in vertical trawls a higher density of *P. avirostris* was recorded. April was the month with the highest density of individuals compared to March where lower densities were recorded. In general, vertical trawls recorded a higher density of individuals than surface trawls. As for the Canonical Correspondence Analysis (CCA), it indicates that the accumulated percentage variance of the species and abiotic variables is 76%, and, that most of the species were weakly related to the variables at the vertical and surface levels, which led to the acceptance of the null hypothesis proposed in this study.

**Key words:** *Cladocerans, P. avirostris, E. tergestina, Density, Abiotic variables, CCA.*

## INTRODUCCIÓN

El zooplancton incluye una gran abundancia y diversidad de organismos que son esenciales para las cadenas alimenticias del ecosistema marino, alimentándose principalmente de fitoplancton (Fernández, 2020). Entre los organismos que conforman el zooplancton, se encuentran los cladóceros, un subgrupo de crustáceos dentro de la clase Branchiopoda. Clasificados de esta forma debido a sus branquias están ubicadas en la base de los apéndices. Cabe indicar que la mayoría de las especies de cladóceros se encuentran en cuerpos de agua dulce (Lira, 2023).

En las zonas costeras, el registro de estas especies ha sido limitado; con pocas especies identificadas, siendo un total de 8, correspondientes a las familias Sididae y Polyphemidae. La primera familia es considerada como monoespecífica, dicho término hace alusión a la conformación de una sola especie, *Penilia avirostris* (Mejillón, 2008). Mientras que en la familia Polyphemidae podemos encontrar a especies como: *Evadne nordmanni*, *E. spinifera*, *E. tergestina*, *Pleopis polyphemoide*, *Pl. schmackeri*, *Podon leuckartii* y *Po. intermedius*, las cuales se distribuyen ampliamente desde zonas estuarinas hasta mar abierto (Kodama et al., 2021).

Dentro de América latina, se han realizado investigaciones sobre cladóceros en agua dulce, principalmente en charcas, embalses, ríos, en países como México,

Colombia, Uruguay. En los cuales se han analizado las variables físico-químicas, para comprender si las comunidades de fitoplancton y zooplancton se ven influenciadas por los cambios de la calidad de agua (Villabona et al., 2020).

En Ecuador, se han realizado diversas investigaciones sobre el zooplancton en distintos cuerpos de agua (Castillo, 2019; Terneus et al., 2013), sin embargo, los estudios relacionados con este subgrupo han sido muy limitados en zonas costeras. En la provincia de Santa Elena la cual se caracteriza por una amplia diversidad marina, se han llevado investigaciones sobre cladóceros en distintos sitios (Mejillón, 2008; Tomalá, 2015), no obstante, en el área escogida para el desarrollo de esta investigación, existen muy pocos estudios sobre otros tipos de especies correspondiente al zooplancton relacionados a variables ambientales.

Por lo que la presente, pretende determinar la relación que tiene la presencia de cladóceros en distintos puntos específicos (1,5 y 2 millas) con las variables abióticas, se espera determinar si se relacionan directamente o no en la distribución, abundancia de estos organismos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los cladóceros juegan un rol crucial en los ecosistemas acuáticos, ya sea en ambientes de agua dulce o marinos. Los cuales actúan como intermediarios en la cadena alimentaria, facilitando la transferencia de energía del fitoplancton a niveles tróficos superiores, como peces juveniles y otros invertebrados.

La distribución y abundancia de cladóceros están influenciadas por diversas variables abióticas, tales como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes. Estas variables juegan un papel importante en la determinación de las condiciones ambientales que pueden favorecer o limitar la presencia de cladóceros en diferentes cuerpos de agua (Villabona et al., 2020). Sin embargo, a pesar de la importancia de estas variables, existe una notable falta de estudios detallados que indaguen sobre la relación específica entre los cladóceros y las variables abióticas en el ecosistema marino.

El área de estudio seleccionada para esta investigación presenta diversos factores adicionales que pueden influir en la distribución de los cladóceros, tales como la pesca, la descarga de hidrocarburos y el turismo. Estos factores antropogénicos pueden alterar significativamente el entorno abiótico, teniendo un gran impacto en la abundancia de los cladóceros.

## JUSTIFICACIÓN

Los cladóceros son organismos microscópicos importantes dentro del ecosistema marino desempeñando diversas funciones como alimento para diversos organismos acuáticos, reguladores de la calidad de agua, indicadores ambientales, entre otros. Cabe señalar que los estudios específicos sobre cladóceros en territorio ecuatoriano, son escasos. Por lo tanto, el propósito que tiene la presente es dar a conocer sobre la relación entre los cladóceros y las variables abióticas en la bahía de Santa Elena (La Libertad – Salinas) específicamente a distancias de 1, 5 y 2 millas.

Los datos obtenidos contribuirán a determinar la distribución de estos organismos en ambientes marinos, dado que la mayoría de los estudios de este grupo de cladóceros se han llevado a cabo en ambientes dulceacuícolas, por lo que existe una necesidad de investigaciones en ambientes costeros.

La provincia de Santa Elena constituye un lugar óptimo para realizar estudios sobre organismos planctónicos puesto que se caracteriza por una mayor biodiversidad marina, lo que otorga una mayor importancia a este estudio. Del mismo modo, los resultados contribuirán al conocimiento en general sobre la distribución y relación de los cladóceros con las variables ambientales, beneficiando a la comunidad científica.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la sistemática y distribución de los cladóceros a 1, 5 y 2 millas mediante arrastres superficiales y verticales obteniendo su relación con las variables abióticas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las especies de cladóceros observadas considerando sus características morfológicas para su clasificación.
- Determinar la distribución de los cladóceros mediante el análisis de muestras recolectadas a nivel superficial y vertical.
- Relacionar las variables físico – químicas con la distribución de cladóceros mediante el análisis de correspondencia canónica (ACC).

## **HIPÓTESIS**

La distribución de las especies de cladóceros está relacionada con las variables abióticas en las tres estaciones específicas del área del estudio.

## CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES

Andrade (2007) y Mejillón (2008) realizaron investigaciones independientes sobre los cladóceros en la Bahía de Santa Elena, durante un año, específicamente de 2004 a 2005. Andrade se enfocó en un análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton, con énfasis en *P. avirostris* y *E. tergestina*, durante los meses de diciembre y noviembre. Por otro lado, Mejillón estudió sobre la composición, abundancia y variación espacio- temporal de los cladóceros, donde reportó una mayor abundancia de organismos en los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril, ambos coincidieron que la especie *Penilia avirostris* fue la más abundante durante el tiempo de estudio.

Tomalá (2015), investigó la distribución, espacio - temporal de cladóceros de *P. avirostris* y *E. tergestina* a 10 millas costa afuera de La Libertad, recolectando 120 muestras entre marzo de 2008 y marzo de 2012. Sus resultados destacaron una predominancia significativa de *P. avirostris* representando el 81.71% de las especies observadas, en comparación con el 18.29% de *E. tergestina*.

En Chile, Parra (2014) estudió la distribución y diversidad de cladóceros de las familias Sididae, Daphniidae, Bosminidae y Chydoridae en lagos y lagunas de la región de la Araucanía (38°- 39°S), registrando una alta abundancia de especies de

la familia Daphnidae en cuerpos de agua dulce, lo cual permitió un incremento de información relevante sobre las especies encontradas y distribución en Chile.

Bernal; Márquez; Troccoli & Morales (2023), llevaron a cabo una investigación en el Golfo de Cariaco, en el Mar Caribe Suroriental, donde estudiaron la distribución temporal y espacial de cuatro especies de cladóceros marinos: *P. avirostris*, *E. tergestina*, *E. spinifera* y *Pleopis polyphemoides*, registrando la mayor población en el mes de abril tanto en el 2012 como en el 2015 a nivel superficial, mientras que la menor abundancia se observó en octubre de 2012.

En Japón, Kodama et al. (2021), realizaron un estudio que se llevó a cabo durante dos décadas sobre la abundancia y hábitats de cladóceros marinos en el mar de esta localidad, observando siete de ocho especies conocidas, incluyendo *P. avirostris* y *E. tergestina*. Destacaron que esta última mostró una mayor abundancia durante las épocas cálidas y estaba ampliamente distribuida en el mar de dicha región.

## **1.1.ZOOPLANCTON**

El zooplancton hace alusión a un grupo de organismos que se encuentran presentes en la columna de agua, lo cual presentan la capacidad de nadar, además, se dejan llevar de la corriente voluntaria o involuntariamente para alimentarse o protegerse de los depredadores. Son lo suficientemente fuertes como para resistir a las corrientes. Muchos de ellos presentan cilios, flagelos, pseudópodos u otras estructuras que les proporcionada una capacidad limitada. La abundancia y composición de este grupo es muy diverso, ya que están influenciadas ambas variables por migraciones verticales, desplazamientos de masas de agua, épocas climáticas y factores ambientales como la salinidad, temperatura, oxígeno, entre otros (Lagos et al., 2014). Además, los procesos de origen antrópico también ejercen influencia sobre las comunidades de zooplancton (Cristancho, 2023).

## **1.2.GENERALIDADES DE CLADÓCEROS**

Los cladóceros son microcrustáceos que pertenecen a la clase Branchiopoda, los cuales alcanzan un tamaño aproximado entre 3 mm a 6 mm (Smirnov, 2017. pp. 6). Son organismos que se encuentran mayoritariamente en cuerpos de agua dulce, siendo importantes para el zooplancton debido a su papel fundamental en las redes tróficas de las comunidades en las que viven (Lira, 2023).

Estas especies se caracterizan por su alta sensibilidad a las condiciones ambientales, lo que significa que su distribución está influenciada por variables abióticas, como temperatura, salinidad, niveles de oxígeno disuelto, los nutrientes entre otros, determinando la localización de estas especies (Tomalá, 2015), de tal forma que, se presenten alteraciones en la abundancia, distribución de las poblaciones de este grupo pueden ser afectadas. Cabe indicar que su sensibilidad a las condiciones ambientales los convierte en indicadores necesarios para evaluar la salud y calidad de los ecosistemas.

### **1.2.1. MORFOLOGÍA DE CLADÓCEROS**

Los cladóceros son organismos cuyo cuerpo se encuentra parcialmente cubierto por un caparazón bivalvo sin articulación dorsal, lo que deja al descubierto la porción cefálica. Este caparazón protege su estructura corporal, lo cual es característico de este grupo de organismos (Ramírez, 1981).

Ramírez (1981), en su estudio indica que, en la familia Sididae, el caparazón cubre por completo el tronco, lo cual incluye sus 5 o 6 pares de patas y el abdomen, a diferencia de la familia Polyphemidae, su caparazón se encuentra reducido en una bolsa dorsal. El género *Penilia*, presentan un pequeño ojo naupliar, a diferencia del género *Podon* que posee un gran ojo compuesto por numerosas omatidas. Tienen un par de anténulas reducidas, que se encuentran ubicadas ventralmente, con

sensitivas aplicales y un par de anténulas birramosas muy desarrolladas, son móviles y provistas de largas sedas plumosas que les permiten una detección sensorial. En la boca se encuentra un seno ventral, la cual está conformadas por apéndices masticatorios.

### **1.2.2. REPRODUCCIÓN**

Poseen reproducción tanto partenogenética (asexual) como gamogenética (sexual). En la parte asexual, las especies tienen tiempos de generación corto, es decir, varios días, lo que pueden aumentar el número de individuos de manera rápida en un área de estudio (Egloff et al., 1997 citado en Kodama et al., 2021). La reproducción sexual en condiciones desfavorables, como la superpoblación, la falta de alimento o cambios de temperaturas, las hembras partenogenéticas pueden producir machos sexuales y llevar a cabo la reproducción sexual (Bernal, 2021) (Marazzo & Valentin, 2004 citado en Rosa et al., 2021).

Donde la producción de hembras disminuye y empieza una producción de machos por partenogénesis. Los machos poseen un apéndice abdominal que se especializa para el apareamiento y fertilización de los huevos (Núñez et al., 2005 citado en Estrada, 2022). En las hembras, el ovario se conecta al compartimiento incubador mediante un conducto denominado oviducto. Esta cámara incubadora se localiza en la parte trasera interna del caparazón, cerca del corazón y antes del intestino. Los

huevos provenientes de los oviductos, se colocan en esta cámara y se mantienen ahí hasta que completan su ciclo embrionario (Góngora et al., 2010) o hasta que el ambiente vuelva hacer favorable (Estrada, 2022).

### **1.2.3. ALIMENTACIÓN**

Tomalá, (2015), indica que los cladóceros actúan como filtradores macrófagos, de igual forma, pueden capturar a sus presas de manera selectiva. El termino macrófago, lo aplica *P. avirostris*, de la familia Sididae, ya que, debido a su caparazón, al abrirse, funciona como cámara de succión. Además, las patas foliáceas con sedas plumosas que retienen las partículas de organismos suspendidos, lo que permite filtrar partículas menores a 10 micrones de diámetro.

En el caso de la familia Polyphemidae, las patas cilíndricas, presentan cerdas rígidas de tipo raptorial que están asociadas a la macrofagia, puesto que, una vez capturada la presa, es trituradas antes de ser ingerida al estómago (Palma & Kaiser, 1993 citado en Mejillón, 2008). La información existente sobre la alimentación de estos organismos se debe principalmente al análisis de las partículas que quedan retenidas por las cerdas del segundo y tercer par de patas.

#### **1.2.4.DISTRIBUCIÓN**

Los cladóceros son organismos que se encuentran en todo el mundo, regularmente localizadas en aguas cálidas y templadas, sin embargo, existen algunas especies registradas en el océano (Tomalá, 2015).

Fuentes et al., (2019), realizaron una investigación en Colombia, indicando que la población de cladóceros está compuesta principalmente por especies de amplia distribución, comúnmente localizadas en la región Neotropical. Sin embargo, estudios realizados con anterioridad se menciona que la especie *P. avirostris* presenta condiciones óptimas entre 16 y 37 UPS (salinidad), siendo este su límite mínimo, y el máximo se encuentra ente 10 y 49 UPS, en lo que respecta a temperatura puede encontrarse a 9°C, hasta 20°C, siendo este último su temperatura optima, igual a la familia Polyphemidae. Estas especies *P. avirostris*, *E. tergestina* y *E. espinifera*, predominan en aguas tropicales y subtropicales, por las que se las consideran como termófilas, ya que no sobresalen de los 40°C de latitud en ambos hemisferios (Ramírez, 1981).

##### **1.2.4.1.DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL**

La distribución horizontal se encuentra relacionada con corrientes oceánicas lo que pueden ocupar amplias zonas biogeográficas, es decir, que se pueden encontrar en

diversos lugares donde se tome en cuenta la condición ambiental, esta debe ser adecuada para que se puedan alimentar y reproducir (Ramírez, 1981).

#### **1.2.4.2.DISTRIBUCIÓN VERTICAL**

Los cladóceros habitan principalmente en la capa superficial de los cuerpos de agua. Sin embargo, pueden encontrarse en zonas con mayor profundidad, aunque en menor proporción.

Algunas especies de cladóceros realizan migraciones nictimerales, es decir, se desplazan verticalmente en la columna de agua durante el día y la noche. Además, se ha observado que algunas especies, como *Evadne nordmanni*, la cuales presentan una fotoperiodicidad inversa, es decir, se mueven hacia aguas más superficiales durante la noche y hacia aguas más profundas durante el día (Rosenberg & Palma, 2003).

#### **1.2.5.SISTEMÁTICA DE CLADÓCEROS ENCONTRADOS**

A diferencia de los cladóceros dulceacuícolas, que sobrepasan una población de aproximadamente 400 especies, indicando una mayor diversidad en el grupo (Mejillón, 2008). Los cladóceros marinos comprenden unas 8 especies que se dividen en dos familias, Sididae y Polyphemidae, las cuales representan grupos

distintos de cladóceros marinos, cada uno con características morfológicas externas únicas (Kodama et al., 2021).

Estas características, como la forma del cuerpo, los apéndices y otras estructuras especializadas, permiten la diferenciación y clasificación precisa de estos organismos en géneros y especies específicos. Esta clasificación es esencial para comprender la diversidad y la evolución de los cladóceros marinos y su papel en los ecosistemas acuáticos (Tomalá, 2015).

#### **1.2.5.1. FAMILIA SIDIDAE**

La especie de este género tiene una cabeza relativamente pequeña en comparación con su cuerpo, el cual está cubierto por un exoesqueleto compuesto de dos valvas o conchas, dándole una apariencia bivalva. Esta estructura externa proporciona protección.

Cuenta con solo una especie, el tamaño va entre 0.7 a 1.4 mm para hembras y 0.6 a 1.3 mm para machos, el cuerpo tiene una forma ovalada y el caparazón termina en una espina larga. Es notoria la separación de la anténula con la parte inferior de la cabeza, además, las patas son cortas (IMAS, 2011).

### **1.2.5.2. FAMILIA POLYPHEMIDAE**

Las especies de esta familia poseen cuatro pares de patas de apéndices torácicos, el exoesqueleto es reducido, por lo que no existe una separación clara entre la cabeza con el resto del cuerpo, siendo mayoritariamente de forma redondeada alargada, como es el caso de la *E. tergestina*.

El tamaño varía entre 0.3 a 1.3 mm en hembras y en machos entre 0.5 a 0.8 mm, entre las características que podemos indicar sobre esta especie, es que posee un cuerpo robusto y ovalado, es redondeado en la parte externa posterior del caparazón, sin espinas, además, que varía en forma, pueden encontrarse de manera ovalada alargada hasta semiesférica (IMAS, 2013).

### **1.2.6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Sub Phylum: Crustacea

Superclase: Allotriocarida

Clase: Branchiopoda

Subclase: Phyllopoda

Superorden: Diplostraca

Orden: Cladóceros (Latreille 1829)

Suborden: Onychopoda

Familia: Polyphemidae

Género: Evadne (Lovem, 1835)

Especie: *Evadne tergestina* (Claus, 1864)

Suborden: Ctenopoda

Familia: Sididae

Género: Penilia

Especie: *Penilia avirostris* (Dana, 1849)

### **1.3. VARIABLES ABIÓTICAS EN LA COSTA ECUATORIANA**

En la región del pacífico oriental, las aguas superficiales cerca de las costas ecuatorianas experimentan cambios físicos debido a la interacción de dos importantes sistemas marinos: el Pacífico Central y la Corriente de Humboldt. En la parte central y zona norte del Ecuador, han generado rasgos tropicales con la incidencia de aguas cálidas, provenientes de la corriente de Panamá, de las temperaturas oscilan entre 23 y 27 °C. Por otro lado la zona sur está dominada por aguas frías procedentes de una parte de la corriente de Humboldt, con temperaturas que varían entre 20 y 25 °C (Andrade et al., 2014).

Otro de los parámetros para tomar en cuenta, es la salinidad, puesto que influye en las actividades biológicas dentro del océano. En Febrero, según datos de Bustos et al. (2024) registro una disminución en la salinidad superficial, con un promedio de 32.829 UPS. En contraste, en las provincias de Santa Elena y Manabí experimentaron una disminución de -0.670 y -0.021 UPS aproximadamente en el mes de diciembre.

## CAPÍTULO II:

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Las estaciones fijas costeras, se localizaron a 1, 5 y 2 millas náuticas, en la provincia de Santa Elena, entre los cantones La Libertad – Salinas, (coordenadas en la tabla 1). El cual constituye uno de los lugares de mayor recurso y de importancia económica. (Figura 1).

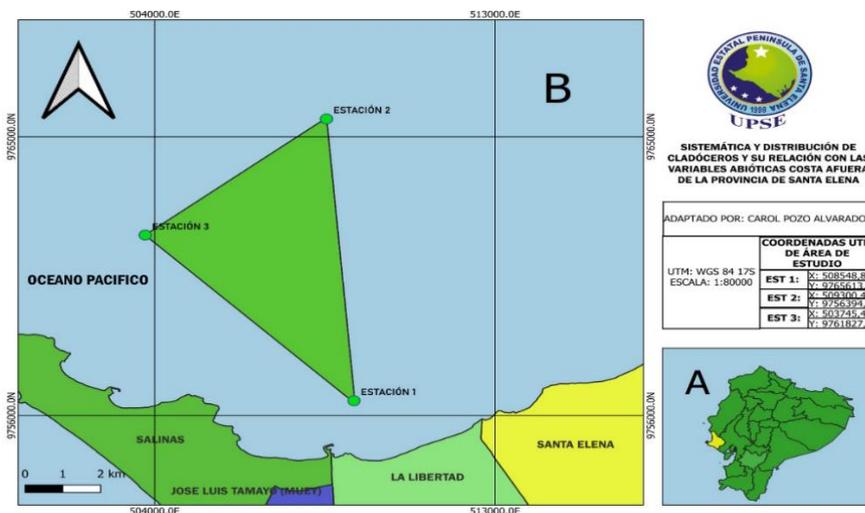
**Tabla 1.**

*Ubicación de las estaciones a 1, 5 y 2 millas.*

ESTACIÓN	MILLAS	LATITUD	LONGITUD
1	1	- 2. 203964 S	- 80. 916358 O
2	5	- 2.120558 S	- 80. 923122 O
3	2	- 2. 154811 S	- 80. 966317 O

**Figura 1.**

**A.** Mapa del Ecuador. **B.** Ubicación del área de estudio con las tres estaciones (1, 5 y 2 millas)



## 2.2.FASE DE CAMPO

En la presente investigación se realizaron muestreos mensuales, desde marzo hasta mayo de 2024, en horarios diurnos, donde se recolectaron un total de 15 muestras a nivel superficial y vertical en tres estaciones (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Meses de muestreos, estaciones, número de muestras y fechas de recolección*

<b>MESES DE MUESTREO</b>	<b>ESTACIONES</b>	<b>Nº DE MUESTRAS</b>	<b>FECHAS DE RECOLECCIÓN</b>
<b>MARZO</b>	1	1	24 marzo
	2	2	
	3	2	
<b>ABRIL</b>	1	1	22 abril
	2	2	
	3	2	
<b>MAYO</b>	1	1	18 mayo
	2	2	
	3	2	
<b>Total: 15</b>			

Dentro de la fase campo, los arrastres superficiales y verticales se realizaron con una red cónica de 335 $\mu$  con un diámetro de la boca de red de 30 cm y 100 cm de longitud, en una embarcación de fibra con motor fuera de borda (75HP) durante 10 min a una velocidad de 2 nudos, a nivel superficial y a nivel vertical de 1 minuto, haciendo uso también del depresor de plomo, el cual sujetó a la base de las bridas de la red y el copo, permitiendo que la red descienda a profundidad deseada.

Las muestras recolectadas se colocaron en frascos de plásticos de 500 ml de capacidad, rotulados y fijados con formalina al 4% neutralizada con bórax (Tetraborato de sodio) siguiendo la metodología de Boltovsky (1981) y posteriormente trasladados al laboratorio en UPSE para su análisis correspondiente.

Para el registro de las variables ambientales, se utilizó una sonda paramétrica YSI, marca HANNA modelo HI 9829, para la obtención de datos como salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, durante el desarrollo de los arrastres. Para la evaluación de la transparencia del mar, se utilizó un disco Secchi.

### **2.3. FASE DE LABORATORIO**

Dentro del laboratorio de Plancton en UPSE, se realizaron diferentes procedimientos para lograr la identificación de las especies de cladóceros encontrados en el área de estudio.

#### **2.3.1. DETERMINACIÓN DE LA ABUNDANCIA**

Para determinar la abundancia total del zooplancton se utilizó el método numérico, utilizado por Mejillón (2008). Este método consiste en contar todos los organismos que se encuentren en la muestra. La abundancia de organismos presentes en una

muestra dificulta el contaje, lo cual, se utilizó el separador de Folsom, dividiendo las muestras obteniendo alícuotas de 50 ml.

Para el contaje de las muestras del material biológico (Zooplankton y cladóceros), se utilizó la cámara de Bogorov (Boltovskoy, 1981), además, del uso del estereomicroscopio Euromex – EduBlue ED. 1402-S.

La densidad de los organismos, se expresó en términos numéricos de *ind.*  $(100m^3)^{-1}$ .

### **2.3.2. AISLAMIENTO DE CLADÓCEROS**

Utilizando pipetas Pasteur, los cladóceros fueron separados del resto de las muestras del zooplankton y colocados en frascos de 25 ml, debidamente rotulados con la fecha y estación de muestreo, para su posterior identificación.

### **2.3.3. IDENTIFICACIÓN DE CLADÓCEROS**

Para la observación de las características taxonómicas de las especies de cladóceros, se utilizó el microscopio marca Euromex trinocular, con aumento de 4x y 10x. Además, utilizando la cámara del microscopio y una portátil Lenovo, para las respectivas fotografías. El análisis sistemático de los cladóceros, se realizó,

mediante las claves taxonómicas de Ramírez, 1981; Ramírez, 1996; Rose et al., 2004. Posterior a la identificación se tomaron fotos de los diferentes organismos a nivel de especie.

## **2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **2.4.1. CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA FILTRADA**

Para realizar el cálculo del volumen de agua filtrada en arrastres superficiales se utilizó la siguiente fórmula, utilizada por Andrade (2007), en su estudio.

- a) El área superficial de la red mediante la formula del círculo.

$$\pi (r^2)$$

**Donde:**

r= radio de la boca de red cónica simple

$\pi$ = valor de 3,1416

- b) Volumen de agua filtrada

$V_f$ = Superficie de boca de red \* Distancia de arrastre (m) \* coeficiente de filtración.

- c) Utilizando un coeficiente de filtración de 0.9 para calcular el error de volumen de agua filtrada

Para calcular el volumen de agua filtrada a nivel vertical a una profundidad de 25m, con un ángulo de inclinación de 20°, se emplearon las fórmulas desarrolladas por Tomalá (2015) en su estudio.

a) Volumen de agua filtrada (vertical)

$$h = z * \text{Cos } a$$

$$V_f = \pi * r^2 * h$$

**Donde:**

$V_f$  = Volumen de agua filtrada

$r^2$  = Radio al cuadrado

$h$  = Profundidad real de arrastre en metro

$Z$  = Longitud del cable utilizada en el arrastre en metro

$\text{Cos } a$  = Coseno del ángulo de la cuerda

#### **2.4.2. CÁLCULO DE BIOMASA**

Para la estimación de la abundancia se realizó, a través de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{n(100)}{v_f}$$

**Donde:**

$N$  = No. Organismos estandarizados en 100 m<sup>3</sup>

$n$  = No. Organismos en la muestra

$V_f$  = volumen de agua filtrada por la red en el arrastre

### **2.4.3. RELACIÓN DE LAS ESPECIES CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS.**

Se aplicó el análisis de escala multidimensional MDS, el cual corresponde una técnica estadística empleada frecuentemente en la visualización de datos y en investigaciones en ciencias para representar la estructura de datos permitiendo explorar la similitud y diferencias de los mismos (Hassan, 2024).

De igual manera, se utilizó SIMPER para determinar que especie presentaba una diferencia significativa en las estructuras comunitarias y estaciones, dado que este análisis se emplea para comparar distintos niveles de una variable, utilizando una matriz de respuesta que se expresa como una matriz de distancias, especialmente con la medida de disimilitud de Bray-Curtis (Bakker, 2024). Se realizó el análisis de similitud ANOSIM para conocer las diferencias entre la distribución de especies y estaciones dado que es una prueba no paramétrica.

Para determinar la relación que tienen las variables físico químicas con la densidad y distribución de cladóceros registrados durante el estudio se aplicó el análisis de correspondencia canónica (ACC), haciendo uso del software CANOCO, estableciendo un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% para las pruebas estadísticas (Ayala, 2023).

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Durante los meses de marzo, abril y mayo del 2024, se realizaron un total de tres muestreos en 3 estaciones localizadas en la provincia de Santa Elena entre La Libertad y Salinas (Figura 1), obteniendo un total de 15 muestras de zooplancton recolectadas a nivel vertical y superficial. Los datos recolectados de las variables abióticas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, turbidez) de cada estación fueron analizados para la relación con los cladóceros. A continuación, se presentan los siguientes resultados obtenidos.

#### 3.1. IDENTIFICACIÓN DE CLADÓCEROS EN LA ZONA DE MUESTREO

En las muestras analizadas a nivel superficial y vertical, se identificaron dos especies de cladóceros *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina*, debido a los factores abióticos presentes en las costas ecuatorianas, puesto que estas les permiten un ambiente adecuado para su desarrollo y reproducción. A continuación, se presentan imágenes de las especies identificadas.

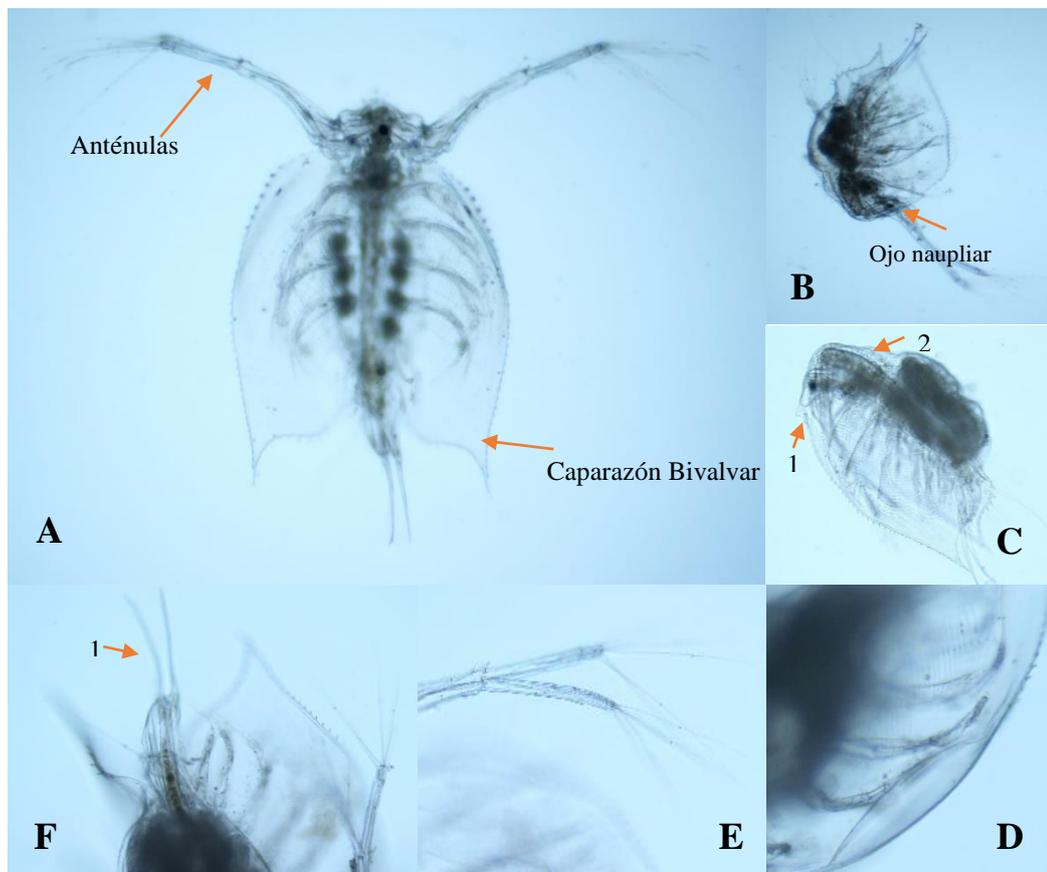
##### 3.1.1. *Penilia avirostris* (Dana, 1849).

Para la identificación de la especie se utilizaron las claves taxonómicas Ramírez, 1981; Ramírez, 1996; Rose et al., 2004 utilizadas por Mejillón en 2008. Una de las

especies identificadas en este estudio fue *Penilia avirostris*, perteneciente a la familia Sididae (Figura 2).

**Figura 2.**

*Morfología de Penilia avirostris*



**Nota:** A. Estructura completa de la especie. B. Ojo naupliar, vista dorsal. C. *Penilia avirostris*. C1 Rostrum, C2. Inicio de la parte intestinal. D. caparazón acerrado. E. Terminación de anténulas (Setas). F. Terminación de la estructura de la especie. F1 Garra terminal.

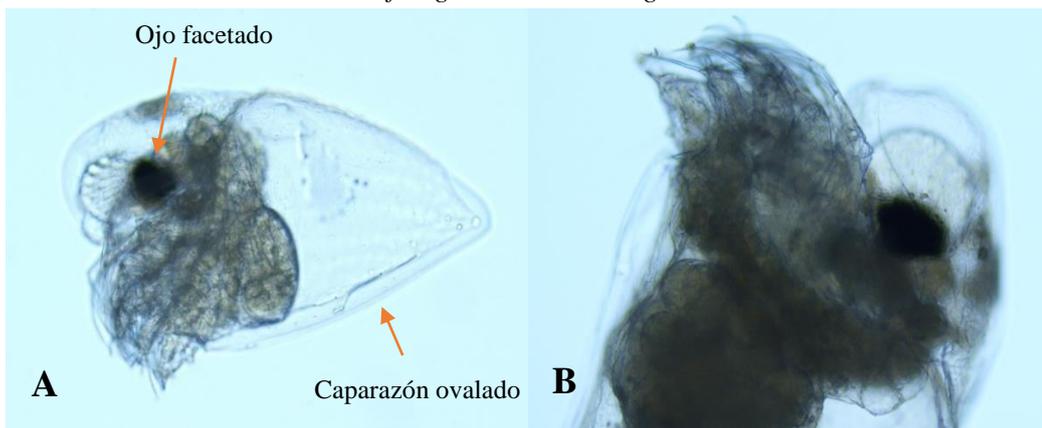
El cuerpo de esta especie es comprimido y ovalado, con una longitud que varía entre 0.5 mm - 1mm de longitud, lo que les permite desplazarse por el medio marino. Presenta un caparazón bivalvo que abre hacia la parte inferior, permitiendo la movilidad de las patas y anténulas. Posee un ojo naupliar y anténulas largas y birramosas, terminadas en setas o pelos que facilitan la captura de alimento. Una característica distintiva de esta especie es una protuberancia en forma de pico en el rostrum, como se observa en la figura 2C1, lo que permite su identificación de manera rápida y eficaz.

### 3.1.2. *Evadne tergestina* (Claus, 1864).

La especie *E. tergestina* perteneciente a la familia Polyphemidae, cuyas características se muestran en la figura 3.

**Figura 3.**

*Morfología de Evadne tergestina.*



**Nota:** **A.** Estructura de la especie, se muestra el ojo facetado, y el caparazón ovalado. **B.** Exopoditos de las patas 1a a 4a.

El cuerpo de esta especie es comprimido lateralmente, lo que le da una apariencia ovalada y alargada, aunque en ocasiones puede presentar una apariencia ligeramente diferente. Presenta una cabeza bien desarrollada con un único ojo facetado y grande, protegida por un caparazón cefálico.

El caparazón es transparente que cubre parcialmente el cuerpo, dejando expuestos los exopoditos. Los Exopoditos de las patas de 1a a 4a, con 2, 3, 3, y 1 setas, respectivamente, lo que facilita la movilidad y la captura de sus presas.

### **3.2.ABUNDANCIA DEL ORDEN CLADOCERA**

El análisis de las muestras de zooplancton realizado en el área de estudio a nivel superficial como vertical, permitió identificar dos especies de cladóceros: *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina*. La primera especie *Penilia avirostris* registró una abundancia de 170 798 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , lo que representa el 60% de la biomasa total de cladóceros, mientras *Evadne tergestina* se obtuvo una abundancia de 114 350 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando el 40% de la población de cladóceros respectivamente.

### 3.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIO - TEMPORAL DE CLADÓCEROS A NIVEL SUPERFICIAL Y VERTICAL

#### 3.3.1. DISTRIBUCIÓN A NIVEL SUPERFICIAL

A nivel superficial, considerando los tres meses de muestreos (marzo, abril y mayo), se recolectó un total 33 770 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  divididas en dos especies de cladóceros, siendo *Evadne tergestina* la más abundante durante el tiempo de muestreo con un total de 29 945 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando el 89% (Tabla 3).

**Tabla 3.**

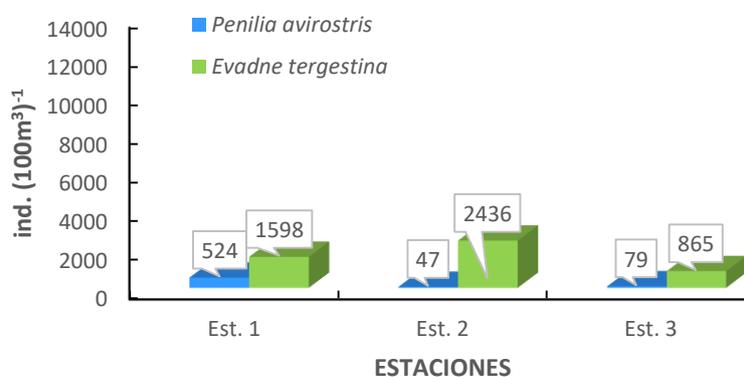
*Densidad ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel superficial.*

CLADOCEROS	SUPERFICIAL	
	ind. $(100\text{m}^3)^{-1}$	%
<i>Penilia avirostris</i>	3825	11
<i>Evadne tergestina</i>	29945	89
	33770	100

Durante el primer mes de muestreo (marzo), se determinó las distintas densidades en las tres estaciones (Figura 4), asimismo, la especie con mayor abundancia, donde *E. tergestina* predominó con una densidad de 4 899 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando el 88%, a diferencia de *P. avirostris* con 650 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando el 12% de la población (ver Anexo Tabla 5).

**Figura 4.**

*Distribución de cladóceros en el mes de marzo a nivel superficial.*



Se determinó la abundancia de las dos especies en cada una de las estaciones ubicadas en la provincia de Santa Elena a nivel superficial. En la estación 1, la especie predominante fue *E. tergestina* con una densidad de 1 598 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, a diferencia de *P. avirostris* con un total de 524 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. En la segunda estación se registró a *E. tergestina* con una densidad de 2436 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, *P. avirostris* con 47 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. En lo que respecta a la última estación, al igual que las estaciones anteriores, la especie predominante fue *E. tergestina* con una densidad de 865 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, a diferencia de *P. avirostris* con 79 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> a nivel superficial.

En abril, se registraron las diferentes densidades en las tres estaciones (Figura 5), además, se determinó la especie más abundante, siendo *E. tergestina* con una densidad de 19 308 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> representando el 87 % de la población, a

diferencia de *P. avirostris* con 2835 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando el 13% de la población mensual (ver Anexo Tabla 5).

**Figura 5.**

*Densidad de cladóceros en el mes de abril a nivel superficial.*



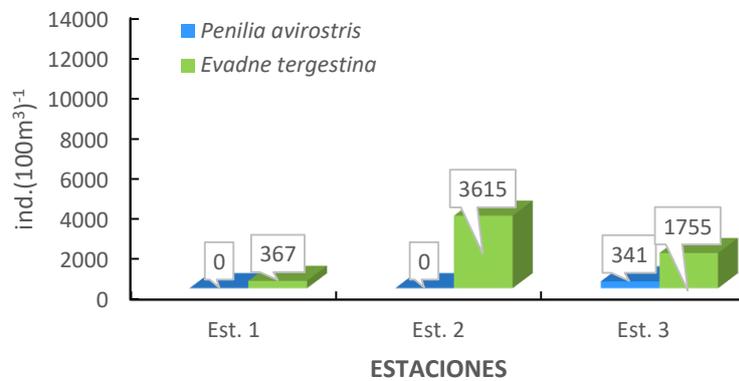
Para la primera estación en el mes de abril, se determinó a nivel superficial a *E. tergestina* con una densidad de 6 078 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , a diferencia de *P. avirostris* con una densidad de 73 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ . En la estación 2, disminuyeron las densidades para las dos especies, *E. tergestina* con 812 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  y *P. avirostris* con 37 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ . En la última estación, se obtuvo para *E. tergestina* una densidad de 12 418 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  a diferencia de *P. avirostris* con 2 725 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ .

En el mes de mayo, se determinaron las densidades en las tres estaciones de muestreo (Figura 6), además, se identificó que la especie más común fue, *Evadne*

*tergestina* con una densidad de 5 737 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> representando el 94%, a diferencia de *Penilia avirostris* con 341 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, lo que indica el 6 % de la población (ver Anexo Tabla 5).

**Figura 6.**

*Densidad de cladóceros en el mes de mayo a nivel superficial.*



En el último muestreo correspondiente al mes de mayo se presenta densidades inferiores en comparación a los dos meses anteriores. Para *E. tergestina* en la primera y segunda estación se registraron densidades de 367 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y 3 615 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que *P. avirostris* en la primera y segunda estación, no se registraron individuos. En la tercera estación se obtuvo una mayor densidad para *E. tergestina* con 1 755 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> a diferencia de *P. avirostris* con 341 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.

### **3.3.1.1. VARIACIONES TEMPORALES DE LAS ESPECIES DE CLADÓCEROS**

#### **3.3.1.1.1. DISTRIBUCIÓN DE *Penilia avirostris***

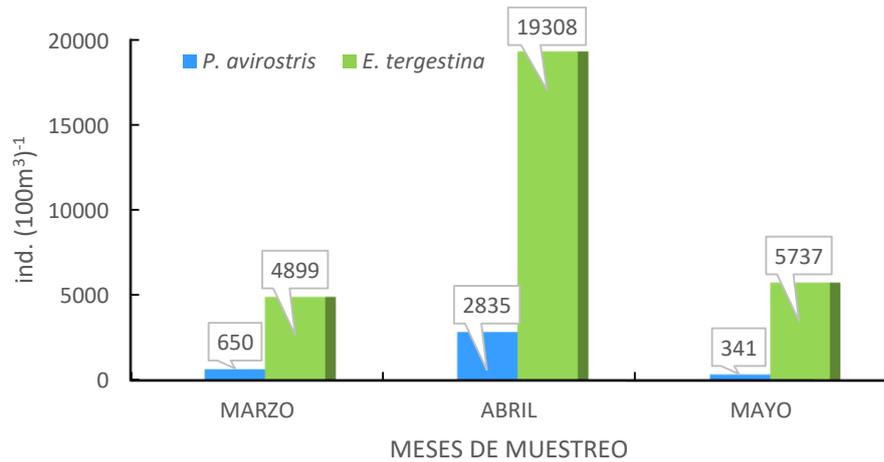
La mayor densidad se evidenció en el mes de abril en la estación 3 con un total de 2 725 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  con temperaturas de 27.95 °C, Salinidad de 32.01 UPS y visibilidad promedio de 7 metros, sin embargo, en el mes de mayo redujo su abundancia en la estación 1 y 2 con 0 individuos registrados a temperaturas promedio de 24.29 °C, una salinidad de 32.27 ups y una transparencia de 6 metros. (Figura 7).

#### **3.3.1.1.2. DISTRIBUCIÓN DE *Evadne tergestina***

*Evadne tergestina* registró una mayor abundancia de individuos en el mes de abril en la estación 3 con un total de 12 418 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  con una temperatura superficial del mar de 27.95 °C, Salinidad de 32.01 UPS y visibilidad promedio de 7 m. A diferencia del mes de marzo, donde reportó una menor abundancia de individuos en la estación 3 con un total de 865 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  a una temperatura de 23.62 °C, salinidad de 32.18 ups y una visibilidad de 8 metros (Figura 7).

**Figura 7.**

*Distribución temporal de Penilia avirostris y Evadne tergestina durante los tres meses de muestreo a nivel superficial.*



### **3.3.2. DISTRIBUCIÓN A NIVEL VERTICAL (0 – 25 m)**

A nivel vertical, se tomaron en cuenta la estación 2 (5 millas) y la estación 3 (2 millas), debido a la profundidad que presentan (0-25 m). Durante los meses de muestreo (marzo, abril y mayo), a nivel vertical se pudo visualizar un mayor número de individuos a diferencia de los arrastres superficiales.

Considerando los tres meses de muestreos, se recolectó un total 251 379 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> divididas en dos especies de cladóceros, siendo *Penilia avirostris* la más abundante durante el tiempo de muestreo con un total de 166 973 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> representando el 66% (Tabla 4).

**Tabla 4.**

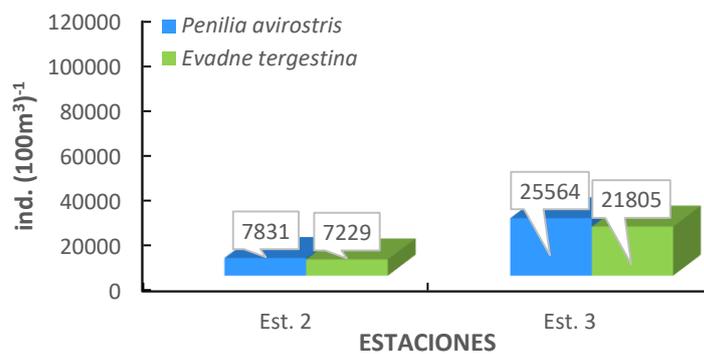
*Densidad ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel vertical.*

CLADOCEROS	VERTICAL	
	ind. (100m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	%
<i>Penilia avirostris</i>	166 973	66
<i>Evadne tergestina</i>	84 405	34
	251 379	100

En el mes de marzo, se determinaron las diferentes densidades en cada estación de muestreo (Figura 8), además, se registró a *P. avirostris* con una densidad de 33 395 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> representando el 53 %, a diferencia de *E. tergestina* con 29 033 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> lo que representa el 47 % de la población (ver Anexo Tabla 6).

**Figura 8.**

*Distribución de Cladóceros en el mes de marzo a nivel vertical.*



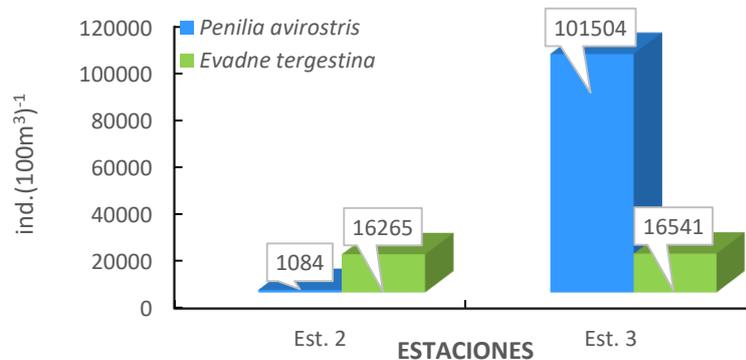
Para la estación 2 a nivel vertical, se registró a *P. avirostris* con una densidad de 7831 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, diferencia de *E. tergestina* con una densidad de 7 229 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, en contraste a la estación 3, evidenció un mayor número de densidades,

para *P. avirostris* con 2 5564 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , mientras *E. tergestina* obtuvo un 21805 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  de toda la población.

Para el segundo mes de muestreo, se determinaron las densidades en las tres estaciones de muestreo (Figura 9). Además, se identificó que la especie más común fue *P. avirostris* con una densidad de 102 588 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  representando un 76%, a diferencia de *E. tergestina* con 32 806 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  con un 24 %, tal como se muestra en el anexo tabla 6.

**Figura 9.**

*Densidad de cladóceros a nivel vertical del mes de abril.*



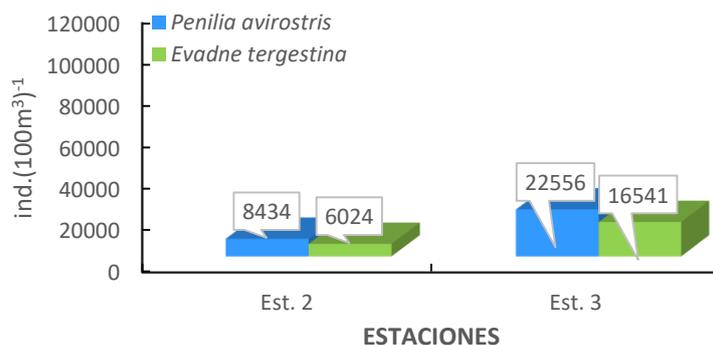
Se presentan los datos sobre las densidades de las distintas especies en las tres estaciones a nivel vertical. En la estación 2, se observaron densidades inferiores de *E. tergestina* con 16 265 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  y *P. avirostris* con 1 084 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , a

diferencia de la estación 3, la especie *P. avirostris* alcanzó una mayor densidad de 10 1504 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  en contraste a *E. tergestina* con 16 641 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ .

Para el último mes de muestreo correspondiente al mes de mayo, se recopilaron datos como se observa en la Figura 10, revelando las densidades de las especies. Además, se identificó que la especie predominante a nivel vertical, fue *P. avirostris* con una densidad de 30 990 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , equivalente al 58 %, a diferencia de *E. tergestina* representó el 42%, con una densidad de 22 565 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  de la población (ver Anexo Tabla 6).

**Figura 10.**

*Densidades correspondientes al mes de mayo a nivel vertical.*



Se muestra la variación de las densidades a nivel vertical. En la estación 2, se observa que *P. avirostris* fue la especie más abundante, con una densidad de 8434 ind.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , mientras que *E. tergestina* presentó una densidad de 6 024 ind.

(100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Por el contrario, en la estación 3, se registró una mayor densidad total, con 22 556 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> para *P. avirostris* y 16 541 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> para *E. tergestina* respectivamente.

### **3.3.2.1.VARIACIONES TEMPORALES DE LAS ESPECIES DE CLADÓCEROS A NIVEL VERTICAL**

#### **3.3.2.1.1. DISTRIBUCIÓN DE *Penilia avirostris***

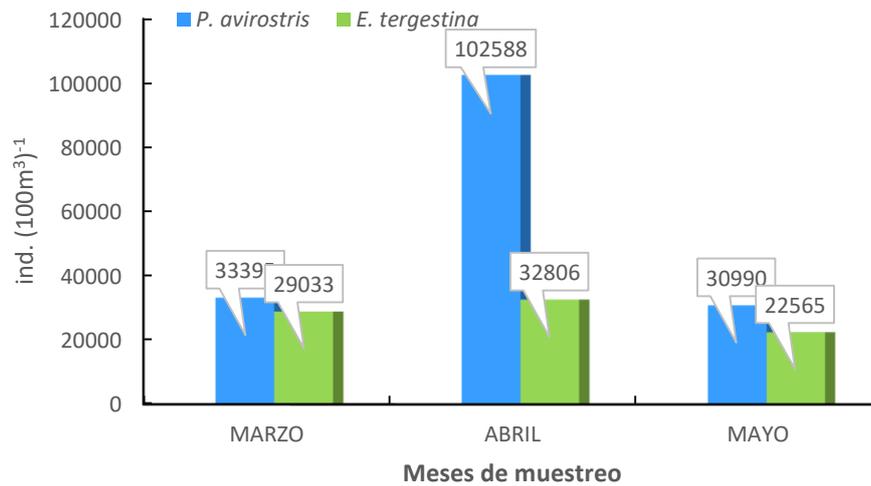
A nivel vertical, se reportó una mayor densidad de individuos en el mes de abril en la estación 3 con un total de 101 504 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> con variables abióticas registradas como temperatura de 27.95 °C, Salinidad de 32.01 UPS y visibilidad promedio de 7 metros, sin embargo, se evidenció una baja densidad en el mes de mayo con un total de 30 990 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, siendo la mínima en la estación 2 (Figura 11).

#### **3.3.2.1.2. DISTRIBUCIÓN DE *Evadne tergestina***

Esta especie obtuvo una mayor densidad en el mes de abril en la estación 3 con una densidad de 16 541 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> a temperaturas de 27.95 °C, Salinidad de 32.01 ups y visibilidad promedio de 7 metros, sin embargo, este valor de densidad se redujo a un total de 22 565 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> en el mes de mayo (Figura 11), además, indicar que en la estación 2 del último mes se obtuvo una densidad de 6 024 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.

**Figura 11.**

*Distribución temporal de Penilia avirostris y Evadne tergestina durante los tres meses de muestreo a nivel vertical.*



### 3.4. VARIABLES ABIÓTICAS REGISTRADAS

Durante el periodo de estudio se obtuvieron datos de variables ambientales como: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y transparencia, además, de nutrientes como: nitrito, nitrato y fosfato de los distintos meses de muestreo.

Las temperaturas superficiales del mar fluctuaron entre 23.09 °C a 27.95 °C, con una media de 26.47°C (Tabla 7). No se observaron diferencias significativas en el área de estudio (KW= 0.90, razón - F = 0.11; valor -P =0.90; Figura 12a).

La salinidad del mar registró valores de mínimos de 31.05 ups y máximos de 32.30 ups, con una media de 31.83 ups (Tabla 7). Las concentraciones de salinidad se distribuyeron de manera equilibrada (KW=0.95; razón - F=0.07; valor - P=0.92; Figura 12b).

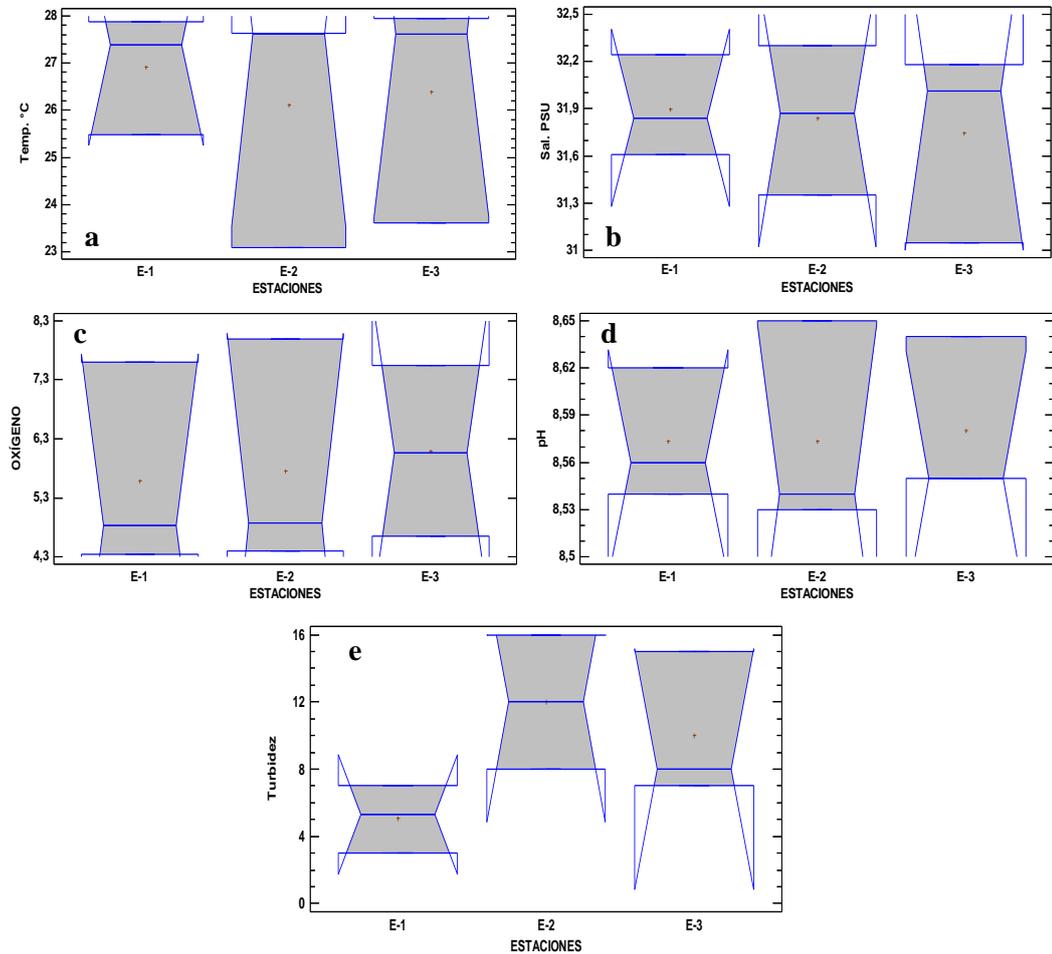
Las concentraciones de oxígeno disuelto se registraron datos que oscilaron entre 4.35 mg/LDO y 8 mg/LDO, con una media de 5.81 mg/L (Tabla 7). Esta variable no mostró variaciones significativas entre los meses y estaciones muestreadas (razón - F= 0.06; valor-P= 0.93; KW=0.87; Figura 12c).

El potencial de hidrógeno (pH) se mantuvo entre 8.53 y 8.65, con una media de 8.58 (Tabla 7). El análisis de varianza de una vía indicó una razón -F=0.02 y valor -P=0.98, además, de KW=0.78 (Figura 12d).

La turbidez registró valores de 3 m a 16 m, con una media de 8.65 m (Tabla 7). No se encontraron diferencias significativas entre las estaciones muestreadas (razón F=2.91; valor P= 0.13; KW=0.06 (Figura 16).

**Figura 12.**

*Variaciones de los parámetros abióticos en las tres estaciones fijas (1,5 y 2 millas)*



**Nota:** Variables abióticas registradas; **a)** temperatura, **b)** salinidad, **c)** Oxígeno disuelto, **d)** pH y **e)** turbidez.

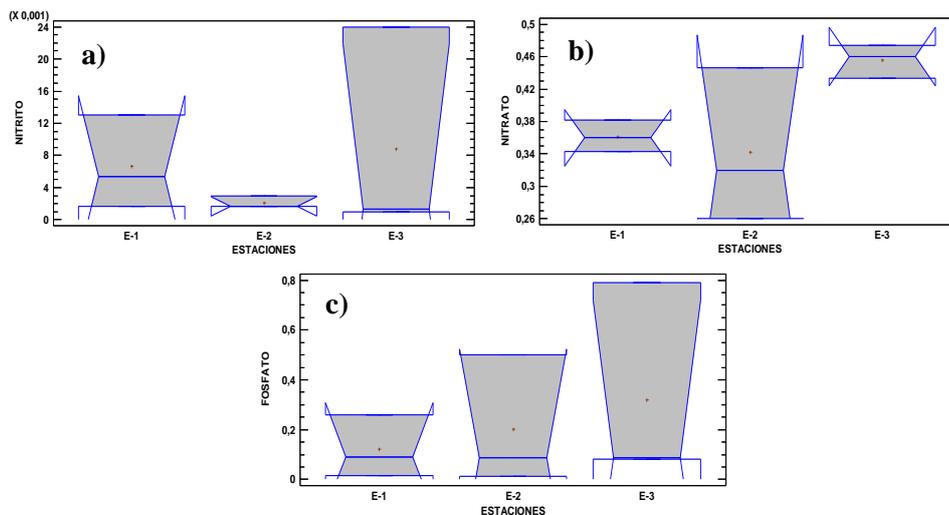
En relación con los nutrientes, se analizaron tres: Nitrito, Nitrato y Fosfato. Los valores de nitrito oscilaron entre 0.001 mg/L y 0.024 mg/L, con una media de 0.006 mg/L (Tabla 7). No se observaron diferencias significativas ( $F=0.50$ ;  $P=0.62$ ;  $KW=0.42$ ; Figura 13a).

Para el nitrato, los valores variaron entre 0.26 mg/L, y 0.47 mg/L, con una media de 0.39 mg/L (Tabla 7). El análisis de varianza de una vía registró una razón-F=3.38 y valor- P=0.10, además, KW=0.11 (Figura 13b).

En cuanto al fosfato, valores fluctuaron entre 0.014 mg/L y 0.79 mg/L, con una media de 0.21 mg/L (Tabla 7). No se registraron diferencias en el área de estudio (F=0.36; P=0.71; KW=0.90; Figura 13c).

**Figura 13.**

*Variaciones de nutrientes en las tres estaciones fijas del área de estudio*



**Nota:** Nutrientes registrados en las tres estaciones; **a)** nitrito, **b)** nitrato y **c)** fosfato.

### 3.5. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS), ANOSIM, SIMPER

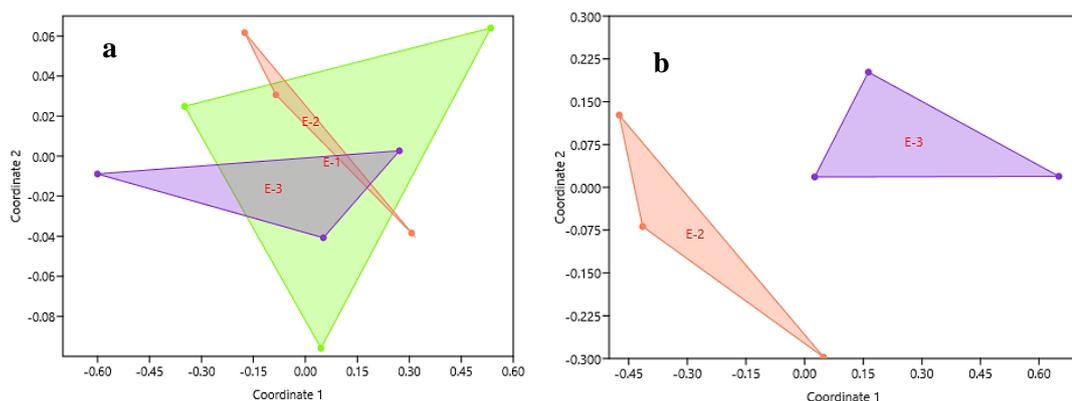
A nivel superficial, se aplicó el análisis de escala multidimensional no paramétrico registrando un valor de Stress equivalente a 0 (Figura 14a), indicando que no existen

diferencias significativas, de igual forma se realizó la prueba de similitud ANOSIM, el cual reveló un alcance de R- global de  $-0.21$  y un valor p de  $0.91$ , demostrando que no existe diferencias en las estaciones. El análisis SIMPER señaló que la especie *Evadne tergestina* contribuyó significativamente con  $85.61\%$  (ver Anexo Tabla 8).

En lo que corresponde al nivel vertical, se ejecutó el MDS registrando un valor de Stress=0 (Figura 14b) indicando que no existen diferencias, sin embargo, la prueba ANOSIM, señaló un R- global de  $0.33$  y un valor p de  $0.2$ , evidenciando diferencias en las estaciones. En lo que respecta al análisis SIMPER, la especie que contribuyó significativamente con un  $78.46\%$  fue *Penilia avirostris* (ver Anexo Tabla 9).

**Figura 14.**

*Ordenamiento estacional MDS de la densidad de cladóceros en las tres estaciones fijas (1,5 y2 millas) a nivel superficial (a) y vertical (b).*

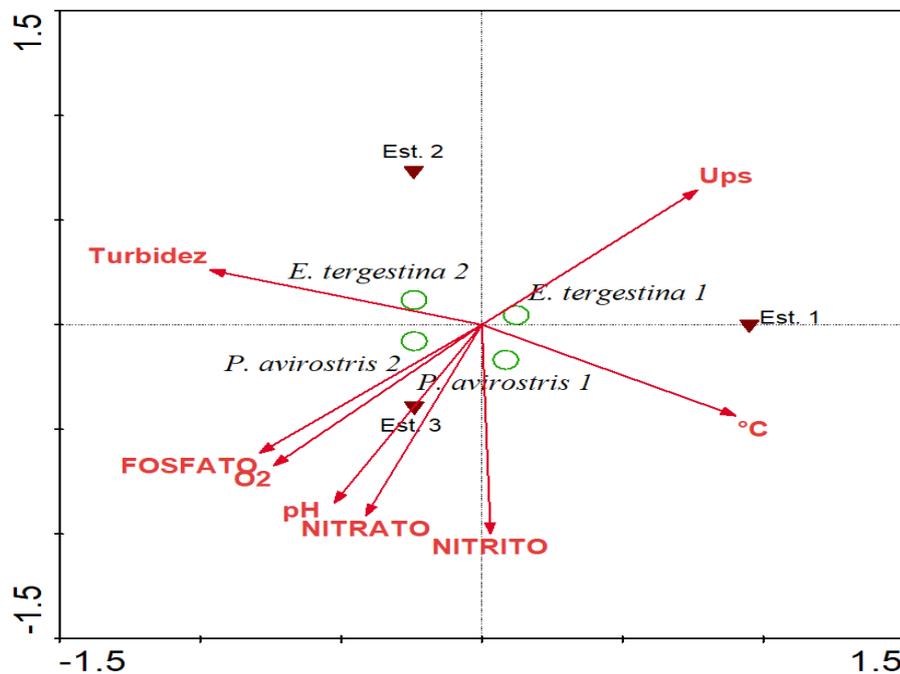


### 3.6. RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES *Penilia avirostris* Y *Evadne tergestina* VS. LAS VARIABLES FÍSICO - QUÍMICAS.

Con el fin de determinar la relación de las variables abióticas y la distribución de los cladóceros (*Evadne tergestina* y *Penilia avirostris*), se implementó el análisis de correspondencia canónica (ACC), lo que permitió reconocer las conexiones de las variables con las especies, tal como se observa en la Figura 15.

**Figura 15.**

*Análisis de Correspondencia Canónica a nivel superficial y vertical*



**Nota:** Proyección octogonal del ACC a 1, 5 y 2 millas de la provincia de Santa Elena (La Libertad- Salinas) a nivel superficial y vertical entre las variables abióticas y las especies de cladóceros.

Según el análisis de correspondencia canónica (ACC) se puede indicar que la varianza porcentual acumulada de las especies de cladóceros y las variables abióticas es de 76%. En la estación 1, se ve influenciada por la salinidad y temperatura, en la estación 2 con la turbidez, mientras que en la estación 3 se relaciona fuertemente con el resto de las variables (Oxígeno disuelto, pH y nutrientes). A nivel de arrastre, la mayor parte de las especies se correlacionaron de manera débil con las variables. La especie *E. tergestina*, es inversamente proporcional a la temperatura a nivel vertical. Es importante señalar que las especies *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina* son típicas de aguas cálidas ya que se registraron temperaturas superiores a 25°C.

## DISCUSIÓN

En este estudio, se ha determinado la distribución y la relación de los cladóceros y las variables abióticas en la Bahía de Santa Elena (La Libertad – Salinas) en los meses de marzo - mayo de 2024. Donde los resultados obtenidos proporcionan una visión detallada sobre la dinámica de las poblaciones de cladóceros.

En el presente trabajo de investigación se identificaron 2 tipos de especies (*Evadne tergestina* y *Penilia avirostris*) los cuales coinciden con los trabajos realizados por Andrade (2007), Mejillón (2008) en la bahía de Santa Elena (La Libertad) y por Tomalá (2015), a 10 millas costa afuera de La Libertad, lo cual puede atribuirse al tiempo de muestreo y al área de estudio.

Mejillón (2008) señaló que *P. avirostris* mostró una mayor abundancia en 2 estaciones (3 y 4) ubicadas en la Bahía de Santa Elena (La Libertad), ya que estos sitios estaban ubicados en las aguas circundantes del área de estudio, representando una densidad correspondiente al 60 %. Teniendo en cuenta la misma área de estudio con diferencia de 3 estaciones menos, en esta investigación se presenció una densidad abundante para *P. avirostris* representando el 60% de la población, mayormente se registró una mayor abundancia en la estación 2 a nivel vertical.

En el estudio de Andrade (2007), se llevaron a cabo muestreos matutinos y vespertinos en la Bahía de Santa Elena, encontrándose mayores densidades de especies en las mañanas. En cuanto a la distribución de especies, se observó una mayor abundancia de *P. avirostris* en abril, con una disminución notable en mayo, mientras que *E. tergestina* mostró valores máximos en abril y menores densidades en marzo. Al comparar estos resultados con el presente estudio, se encuentra una concordancia en los meses de mayor y menor abundancia para ambas especies.

Bernal en 2021, en su estudio realizado en el Golfo de Cariaco, ubicado en el estado de Sucre, Venezuela, durante el periodo comprendido entre abril de 2012 y abril de 2013, observó que la mayor abundancia de cladóceros a nivel superficial ocurrió en abril, predominando la especie *E. tergestina*. No obstante, en el presente estudio, la mayor abundancia de cladóceros se registró a nivel vertical, con *P. avirostris* como especie predominante, también en abril.

León en 2013, en su estudio realizado en 16 estaciones de la costa ecuatoriana, donde una estación estuvo ubicada en la provincia de Santa Elena, observó que la especie *P. avirostris* alcanzó mayores densidades a temperaturas de 24.4 °C, mientras que *E. tergestina* se registró principalmente a 25 °C. En contraste, en el presente estudio, las especies fueron encontradas a temperaturas variando entre 23.09 °C y 27.95 °C, destacándose una mayor densidad de *Penilia avirostris*.

En el análisis de correspondencia canónica para la correlación entre especies y variables, determinó que la especie *E. tergestina* a nivel vertical es inversamente proporcional a la temperatura, mientras que *P. avirostris* es a la salinidad y con una correlación débil con las demás variables, cabe indicar que la TSM promedio osciló entre 23.09 °C y 27, 95 °C (Tabla 7), a diferencia de Bucheli (2021) en su estudio realizado en las estaciones de Esmeraldas, Puerto López y Salinas, señaló que la TSM se situó entre 22.5 °C y 24.7 °C, además, el análisis de correspondencia canónica indicó que *P. avirostris* se encuentra inversamente proporcional al oxígeno disuelto, destacando la TSM como la variable con mayor coeficiente en este estudio.

## CONCLUSIONES

Se identificó dos especies de cladóceros: *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina* o también conocida como *Pseudoevadne tergestina* siguiendo su estructura taxonómica.

En relación a la abundancia de las especies de cladóceros, se identificó que la especie *Penilia avirostris* fue la más predominante en el área de estudio, con una densidad total de 170 798 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, lo que equivale al 60% de la biomasa total.

A nivel de arrastre, *Evadne tergestina* fue la especie predominante a nivel superficial, alcanzado su abundancia máxima en la estación 3 durante el mes de abril. Por el contrario, en el arrastre vertical, *Penilia avirostris* fue la especie dominante, registrando su mayor abundancia también en la estación 3 en el mismo mes. De los tres meses de muestreo, abril registró una mayor densidad de especies, a diferencia del mes de mayo donde se reportó densidades inferiores.

En lo que respecta a la relación de las variables abióticas con la distribución de las especies de cladóceros (*Penilia avirostris* y *Evadne tergestina*) en la provincia de Santa Elena, según los resultados obtenidos presentaron una relación baja, lo cual indica que, si se presentaron relación entre ambos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula planteada en este estudio.

## RECOMENDACIONES

Realizar estudios sobre estas especies en diferentes estaciones con un periodo de estudio más extenso con el fin de corroborar su comportamiento en distintos eventos meteorológicos como de “El Niño”, ya que, de igual manera, se comprenderá la relación que poseen estas especies con las condiciones ambientales, además, de comprender de manera eficaz las tendencias y cambios en las poblaciones de cladóceros.

Desarrollar más investigaciones sobre este grupo en zonas costeras, en diferentes sitios de la provincia y del país donde permita comparar resultados en distintas áreas de estudio para identificar patrones comunes o diferencias.

Es fundamental tener en cuenta el método de conservación y revisión de las muestras para preservar su calidad, dado que el formaldehído se acidifica con el tiempo y es crucial asegurarse de que no ocurra ningún deterioro con la muestra recolectada para que pueda ser usada en otras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍAS

- Andrade, C. (2007). Cambio de la densidad de los cladóceros *P. avirostris* y *E. tergestina* durante las épocas cálidas y frías (Dic. 2004 y Nov. 2005) en la Bahía de Santa Elena (La Libertad—Ecuador). *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 14(1).  
[https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta14/OCE1401\\_12.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta14/OCE1401_12.pdf)
- Andrade, H., Guitiérrez, S., & Andrade, H. (2014). *Estado del Medio Ambiente Marino y Costero del Pacífico Sudeste*. Comisión Permanente del Pacífico Sur. <http://hdl.handle.net/1834/8311>
- Ayala, J. (2023). *Análisis de Correlación Canónica*. RPubs.  
<https://rpubs.com/JairoAyala/CCA>
- Bakker, J. (2024). *SIMPER*.  
<https://uw.pressbooks.pub/appliedmultivariatestatistics/chapter/simper/>
- Bernal, W. (2021). *Cambios Estacionales En La Distribución Vertical De Los Cladóceros (Crustácea: Branchiopoda) En La Depresión De Guaracayal, Golfo De Cariaco, Estado Sucre, Venezuela* [Tesis de Grado, Universidad De Oriente]. <http://ri2.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/5172/1/Tesis-BernalA%2CWendyA.pdf>
- Bernal, W., Márquez, B., Troccoli, L., & Morales, J. (2023). Distribución Temporal Y Espacial De Especies De Cladóceros Marinos En Una Zona Hipóxica Del

- Golfo De Cariaco (Mar Caribe Suroriental). *Ciencia e Ingeniería*, 10, 1–20.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10370189>
- Boltovskoy, D. (1981). *Atlas de Zooplancton del Atlántico sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino*. Mar de la plata. Argentina: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Bucheli, R. (2021). Comportamiento temporal del plancton ante factores oceanográficos en las estaciones de Esmeraldas, Puerto López y Salinas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 3(1), 1–19.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.54140/raop.v3i1.31>
- Bustos, A., Ponce, E., Cárdenas, J., & Ormaza, J. (2024). Condiciones Oceanográficas costeras durante febrero 2024. *Análisis De Pesquerías Y Condiciones Oceanográficas*. <https://camaradepesqueria.ec/condiciones-oceanograficas-costeras-durante-febrero-2024/>
- Castillo, P. (2019). *Estructura poblacional del zooplancton gelatinosos en el mar ecuatoriano* [De Grado]. Universidad de Guayaquil.
- Cristancho, M. (2023). *Contaminación por microplásticos en el zooplancton en el caribe colombiano* [Informe Técnico, Universidad Jorge Tadeo Lozano].  
[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/33899/Pasantia\\_Cristancho\\_Villegas\\_Dic\\_1\\_%282023%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/33899/Pasantia_Cristancho_Villegas_Dic_1_%282023%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Estrada, A. (2022). *Evaluación De La Sensibilidad De Daphnia pulicaria A Dicromato De Potasio Como Modelo Toxicológico De Alta Montaña* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/137856>
- Fernández, L. (2020). *¿Qué es el zooplancton?* *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-zooplancton-2666.html>
- Fuentes, J., Eslava, P., & Elmoor, L. (2019). Cladóceras (Crustácea, Branchiopoda) de una charca temporal poco profunda al norte de Colombia. *Revista Peruana de Biología*, 26(3), 351–366. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16779>
- Góngora, E., Uría, E., Martínez, F., & López, E. (2010). Descripción Histológica de la Cámara Incubatriz de *Moina hutchinsoni* (Brem, 1937). *International Journal of Morphology*, 28(4), 1025–1030. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000400007>
- Hassan, M. (2024). Multidimensional Scaling—Types, Formulas and Examples. *Research Method*. <https://researchmethod.net/multidimensional-scaling/>
- IMAS. (2011). *Penilia avirostris—Zooplankton*. The University of Tasmania. <https://www.imas.utas.edu.au/zooplankton/image-key/cladocera/penilia-sp>

- IMAS. (2013). *Pseudoevadne tergestina*—Zooplankton. The University of Tasmania. <https://www.imas.utas.edu.au/zooplankton/image-key/cladocera/pseudoevadne-tergestina>
- Kodama, T., Ohshimo, S., Tanaka, H., Ashida, H., Kameda, T., Tanabe, T., Okazaki, M., Ono, T., & Tanaka, Y. (2021). Abundance and habitats of marine cladocerans in the Sea of Japan over two decades. *Progress in Oceanography*, 194, 102561. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102561>
- Lagos, A., Angulo, A., Daza, A., Toro, D., González, J., León, Ma. V., Naar, O., Polanco, P., Londoño, R., & Quiroga, S. (2014). ZOOPLANCTON. *Boletín de Zoología INFOZOA*, 3, 24.
- León, B. (2013). *Composición, Abundancia y Distribución del Zooplancton con Énfasis En El Grupo Cladóceras En La Costa Ecuatoriana Durante el Crucero Demersal De Noviembre 2005* [De Grado, Universidad de Guayaquil]. <https://pdfslide.tips/documents/universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-naturales-escuela-composicion.html>
- Lira, C. (2023). *Cladóceros: Qué son, características, hábitat, clasificación*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/cladoceros/>
- Mejillón, Y. (2008). “*Estudio Sobre La Composición, Abundancia Y Variación Espacio-Temporal Del Orden Cladóceras, Presentes En La Bahía De Santa Elena – La Libertad, Durante Octubre 2004 A Octubre 2005.*” [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/836/1/MEJILL%C3%93N%20DEL%20PEZO%20JENNY-2008.pdf>

Parra, L. (2014). Distribución Y Diversidad De Cladóceros (Sididae, Daphniidae, Bosminidae Y Chydoridae) En La Región De La Araucanía (38°-39°S). *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 2(4), 323126. <https://doi.org/10.7770/safer-V2N4-art867>

Ramírez, F. (1981). *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*. (D. Boltovskoy). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

Rosa, J., Batista, L., & Monteiro, W. (2021). Spatio-temporal variability in the Cladocera assemblage of a subtropical hypersaline lagoon. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e236354. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.236354>

Rose, K., Roff, J. C., & Hopcroft, R. R. (2004). Production of *Penilia avirostris* in Kingston Harbour, Jamaica. *Journal of Plankton Research*, 26(6), 605–615. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh059>

Rosenberg, P., & Palma, S. (2003). Cladóceros de los fiordos y canales patagónicos localizados entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes. *Investigaciones marinas*, 31(1), 15–24. <https://doi.org/10.4067/S0717-71782003000100003>

- Scott, J. (2011). *Estructura Poblacional De Las Especies Planctónicas De Ostrácodos Y Cladóceros (Crustácea) En La Costa Noroeste De Paraguaná (Falcón, Venezuela)* [De Grado]. Universidad Central de Venezuela.
- Smirnov, N. (2017). *Physiology of the cladocera* (2nd ed.). Elsevier.
- Terneus, E., Escobar, M., & Yáñez, P. (2013). *El Plancton Como Bioindicador De La Calidad Del Agua en Zonas Agrícolas Andinas: Análisis De Caso*.  
[https://www.academia.edu/70723776/El\\_Plancton\\_Como\\_Bioindicador\\_De\\_La\\_Calidad\\_Del\\_Agua\\_en\\_Zonas\\_Agr%C3%ADcolas\\_Andinas\\_An%C3%A1lisis\\_De\\_Caso](https://www.academia.edu/70723776/El_Plancton_Como_Bioindicador_De_La_Calidad_Del_Agua_en_Zonas_Agr%C3%ADcolas_Andinas_An%C3%A1lisis_De_Caso)
- Tomalá, J. (2015). “*Distribución espacio-temporal de cladóceros Penilia avirostris y Evadne tergestina a 10 millas costa afuera la libertad*” durante marzo del 2008 a marzo del 2012 [Trabajo de Titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2201/1/UPSE-TBM-2015-028.pdf>
- Villabona, S., Benjumea, C., Gutiérrez, J., López, M., & González, E. (2020). Variables fisicoquímicas y biológicas de mayor influencia en el estado trófico de cinco embalses andinos colombianos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 344–359.  
<https://doi.org/10.18257/raccefy.1051>

## ANEXOS

### Anexo 1. CLAVE TAXONÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CLADÓCEROS (Ramírez, 1981)

El caparazón, bivalvo y transparente, recubre el cuerpo y las patas foliáceas. Ojo pequeño de tipo naupliar ..... *Penilia avirostris* (Figura 2).

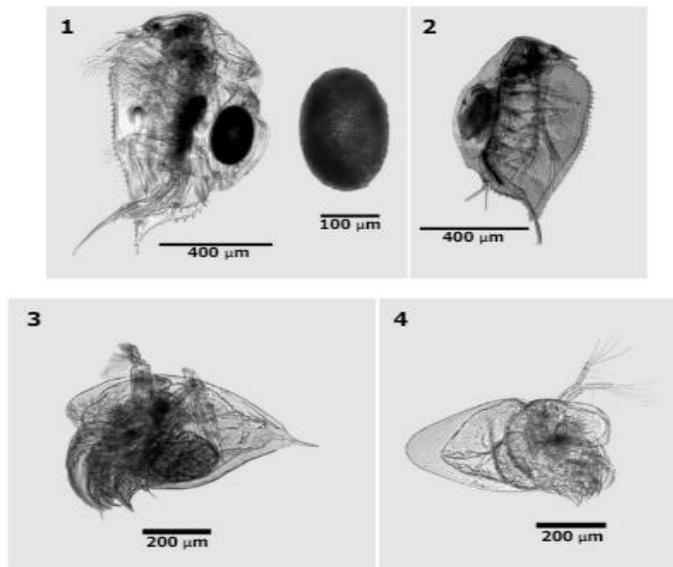
1 A) El caparazón no cubre completamente el cuerpo y los apéndices, protegiendo solo la región abdominal. Cuerpo corto y ancho, con una cabeza grande y globosa donde el ojo ocupa la mayor parte de la superficie ..... 2)

Cabeza inmóvil, cuyo contorno se fusiona dorsalmente con el cuerpo. Los músculos elevadores del segundo par de antenas están separados ..... 3)

Borde posterior del abdomen no afilado. Exopoditos de las patas I a IV con 2, 3, 3 y 1 setas, respectivamente..... *Evadne tergestina* (Figura 3)

**Anexo 2.**

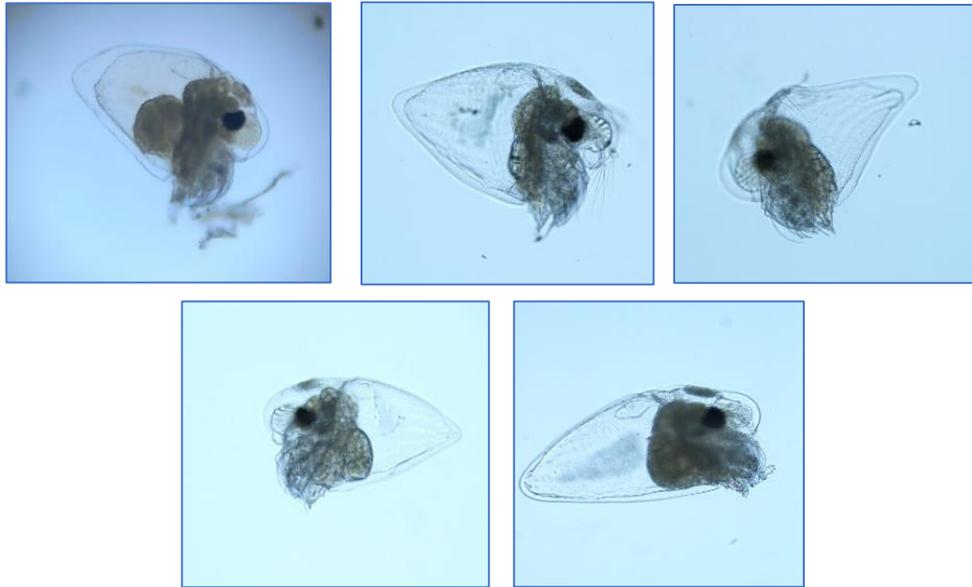
*Vista de tres especies de cladóceros marinos. Penilia avirostris, Evadne tergestina y Evadne spinifera.*



**Nota:** 1. Vista de *Penilia avirostris* hembra gamogenética con efipio. 2. *Penilia avirostris* hembra partenogénica. 3. *Evadne spinifera* 4. *Evadne tergestina*. Tomado de *Estructura Poblacional De Las Especies Planctónicas De Ostrácodos Y Cladóceros (Crustácea) En La Costa Noroeste De Paraguaná (Falcón, Venezuela)* por Scott, 2011.

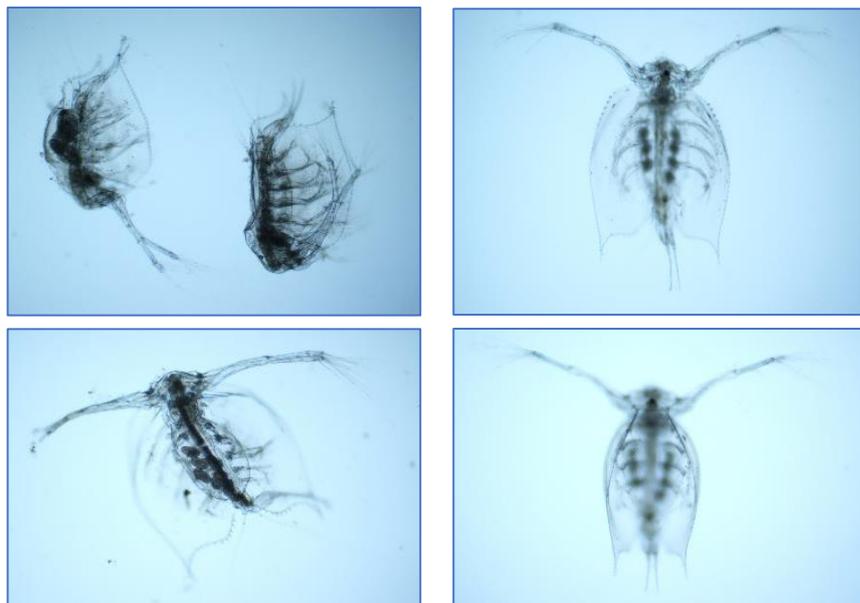
**Anexo 3.**

*Especímenes de Evadne tergestina*



**Anexo 4.**

*Especímenes de Penilia avirostris*



**Anexo 5.**

*Equipos utilizados para la identificación de las especies.*



**Anexo 6.**

*Estereomicroscopio y Cámara de Bogorov para el conteo del zooplancton*



**Anexo 7.**

*Observación mediante el estereomicroscopio y el uso de la cámara de Bogorov*



**Anexo 8.**

*Toma de datos del disco Secchi*



**Anexo 9.**

*Fijación de la muestra de zooplancton.*



**Anexo 10.**

*Red de zooplancton en la recolección de muestras a nivel superficial.*



**Anexo 11.**

*Multiparámetro YSI para el registro de las variables abióticas*



**Tabla 5.**

*Densidad ind. ( $100m^3$ )<sup>-1</sup> y abundancia relativa (%) de cladóceros a nivel superficial desde marzo - mayo del 2024 a 1,5y 2 millas*

<b>1 MES DE MUESTREO - MARZO</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 1</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>
<i>Penilia avirostris</i>	524	47	79	650	12
<i>Evadne tergestina</i>	1598	2436	865	4899	88
	2122	2484	943	5549	100
<b>2 MES DE MUESTREO - ABRIL</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 1</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>
<i>Penilia avirostris</i>	73	37	2725	2835	13
<i>Evadne tergestina</i>	6078	812	12418	19308	87
	6151	849	15143	22143	100
<b>3 MES DE MUESTREO - MAYO</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 1</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>
<i>Penilia avirostris</i>	0	0	341	341	6
<i>Evadne tergestina</i>	367	3615	1755	5737	94
	367	3615	2096	6078	100

**Tabla 6.**

*Distribución ind. ( $100m^3$ )<sup>-1</sup> y Ab. Relativa (%) de cladóceros a nivel vertical durante marzo -mayo de 2024*

<b>1 MES DE MUESTREO - MARZO</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>	
<i>Penilia avirostris</i>	7 831	25 564	33 395	53	
<i>Evadne tergestina</i>	7 229	21 805	29 033	47	
	15 060	47 368	62 429	100	
<b>2 MES DE MUESTREO - ABRIL</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>	
<i>Penilia avirostris</i>	1 084	101 504	102 588	76	
<i>Evadne tergestina</i>	16 265	16 541	32 806	24	
	17 349	118 045	135 395	100	
<b>3 MES DE MUESTREO - MAYO</b>					
<b>CLADOCEROS</b>	<b>Est. 2</b>	<b>Est. 3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB. RELATIVA %</b>	
<i>Penilia avirostris</i>	8 434	22 556	30 990	58	
<i>Evadne tergestina</i>	6 024	16 541	22 565	42	
	14 458	39 098	53 556	100	

**Tabla 7.**

*Contenido de variables físico-químicas registradas en los tres meses de estudio (marzo, abril, mayo 2024)*

Mes – Est.	Masas De Agua	Temp. °C	Salinidad psu	Oxígeno	pH	Turbidez	Nitrito Mg/L	Nitrato Mg/L	Fosfato Mg/L
<b>MARZO E-1</b>	ATS	25.49	32.24	7.6	8.56	3	0.01	0.34	0.02
<b>MARZO E-2</b>	AES	23.09	32.3	7.99	8.54	8	0.002	0.45	0.01
<b>MARZO E-3</b>	AES	23.62	32.18	7.54	8.55	8	0.001	0.47	0.09
<b>ABRIL E-1</b>	ATS	27.88	31.84	4.35	8.54	5,3	0.002	0.38	0.09
<b>ABRIL E-2</b>	ATS	27.61	31.87	4.4	8.53	12	0.002	0.26	0.09
<b>ABRIL E-3</b>	ATS	27.95	32.01	4.66	8.55	7	0.001	0.43	0.08
<b>MAYO E-1</b>	ATS	27.39	31.61	4.83	8.62	7	0.01	0.36	0.26
<b>MAYO E-2</b>	ATS	27.63	31.35	4.88	8.65	16	0.003	0.32	0.50
<b>MAYO E-3</b>	ATS	27.61	31.05	6.06	8.64	15	0.02	0.46	0.79
<b>MEDIA</b>		26.47	31.83	5.81	8.58	9.03	0.006	0.39	0.21
<b>MÍNIMO</b>		23.09	31.05	4.35	8.53	3	0.001	0.26	0.014
<b>MÁXIMO</b>		27.95	32.3	8	8.65	16	0.024	0.47	0.79

**Tabla 8.**

*Porcentaje de contribución de las especies de cladóceros en las tres estaciones fijas (Superficial).*

<b>SUPERFICIAL</b>						
<b>ESPECIES</b>	<b>Av. dissim</b>	<b>Porcentaje</b>		<b>EST. 1</b>	<b>EST. 2</b>	<b>EST. 3</b>
		<b>Contrib. %</b>	<b>Cumulative %</b>			
<i>E. tergestina</i>	44.3	85.61	85.61	2.68E+03	2.29E+03	5.01E+03
<i>P. avirostris</i>	7.449	14.39	100	199	27.9	1.05E+03

**Tabla 9.**

*Porcentaje de contribución de las especies de cladóceros en las tres estaciones fijas  
(Vertical).*

<b>VERTICAL</b>					
<b>ESPECIES</b>	Av. dissim	Porcentaje		EST. 2	EST. 3
		Contrib. %	Cumulative %		
<i>P. avirostris</i>	44.48	78.46	78.46	5.78E+03	4.99E+04
<i>E. tergestina</i>	12.21	21.54	100	9.84E+03	1.83E+04



**Santa Elena 16 de julio 2024**

El suscrito **Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruiz., M.Sc.**, especialista en el campo de la Oceanografía Biológica y en calidad de Investigador-Oceanográfico, especialista en Cnidarios y Plancton en General, a petición de la Señorita

### **CERTIFICA:**

Que la señorita **Pozo Alvarado Carol Nicole** con **C.I. 2400036535** realizó su periodo de investigación desde el mes de marzo hasta mayo 2024, con base al proyecto de Trabajo de Titulación propuesto cuyo tema de tesis es **“Sistemática y Distribución de Cladóceros y su relación con las variables abióticas costa afuera de la Provincia de Santa Elena”**, el cual fue acogido por la señorita **Pozo Alvarado Carol Nicole**.

Que la señorita **Pozo Alvarado**, solicitó la colaboración del suscrito en calidad de TUTOR y ASESOR DE INVESTIGACIÓN, para validar la determinación de este grupo de **Cladóceros** en particular.

Para el estudio de los Cladóceros, el suscrito validó la corroboración taxonómica de forma voluntaria, de las especies que fueron observadas por la señorita **Pozo Alvarado** en forma presencial, contándose 2 especímenes diferentes, encontradas en la zona Marino Costera de la Bahía La Libertad. Este conocimiento es de gran valor ecológico para el sector.

Por lo que doy fé y testimonio de lo antes mencionado por solicitud de la interesada.



Firmado electrónicamente por:  
**EUFREDO CARLOS  
ANDRADE RUIZ**

**M.Sc. Eufredo Carlos Andrade Ruiz.**

**Investigador – Oceanografía Biológica**