



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

“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON EN  
RELACIÓN CON PARÁMETROS FÍSICOS PRESENTE EN EL  
RÍO JAVITA, SANTA ELENA- ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGA**

Autor

**LEONELA NICOLE VERA MENCE**

Tutor

**BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M. Sc.**

LIBERTAD- ECUADOR

2023.

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON EN  
RELACIÓN CON PARÁMETROS FÍSICOS PRESENTE EN EL  
RÍO JAVITA, SANTA ELENA- ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGA**

Autor

**LEONELA NICOLE VERA MENCE**

Tutor

**BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M. Sc.**

**LIBERTAD- ECUADOR**

**2023.**

**UPSE**

## DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico a las personas que han estado conmigo en todo este proceso para la obtención de mi título, sobre todo a mi madre Jenny Mence y a mi padre Homero Vera que me han apoyado en mis momentos más difíciles, siendo pilar para no desistir en mis estudios, a mi hermano Alexis Vera y hermana Gloria Tigrero por siempre motivarme y darme la mano en los momentos más difíciles mi vida.

Cada situación, problema y vivencia me ha llevado hasta este punto sin ellos no habría aprendido a sobre la fortaleza, el esfuerzo y la valentía que implica mejorar como persona y ser fiel a las metas que quiero lograr con la convicción de que cada decisión que tome me llevara a donde debo estar.

A mi enamorado Kenneth por coincidir en esta etapa de mi vida y brindarme su tiempo.

Los pequeños milagros son los que te llevan a conocer lugares y el significado de amistad por eso agradezco a Fabricio, Otton, Melissa, Steven, porque han sido una parte importante en mi vida, por todo el apoyo, amor e impulso que me han brindado, siendo un refugio en situaciones que han marcado mi vida y en las que guardo cada risa, consejo y palabras en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional.

En particular al tutor de tesis Blgo. Carlos Andrade Ruíz MSc. porque con sus ideas científicas profesionales oriento mi trabajo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

**DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS DEL MAR**



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc,

**DIRECTOR DE LA CARRERA  
DE BIOLOGÍA**




Blgo. Carlos Andrade Ruíz MSc

**DOCENTE TUTOR**



Blga. María Herminia Cornjejo Ph.D

**DOCENTE DE ÁREA**



Ab. María Rivera González, Mgtr.

**SECRETARIA GENERAL- PROCURADOR**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Leonela Nicole Vera Mence**, me hago responsable por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan en esta tesis.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo de integración curricular a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



---

Leonela Nicole Vera Mence

C.I. 0928210244

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. OBJETIVOS	23
4.1 Objetivo general	23
4.2 Objetivos específicos	23
5. HIPÓTESIS	24
6. MARCO TEÓRICO	25
6.1. Generalidades del fitoplancton	25
6.2. Características morfológicas del fitoplancton	26
6.3. Nutrición	27
6.3.1. Autotrófica	27
6.3.2. Heterotrofia	27
6.3.3. Mixitrofia	28
6.4. Reproducción	28
6.4.1 Asexual	29

6.4.2. En ciernes	30
6.4.3. Sexual	30
6.5. Importancia del Fitoplancton	31
6.6. Diversidad de fitoplancton	32
6.7. Papel del fitoplancton en el medio ambiente	32
6.8. Distribución y hábitat	34
6.9. Ecotoxicidad	35
6.10. Valor del indicador de fitoplancton	36
6.11. Biomasa fitoplanctónica	37
6.12. Composición y abundancia	37
7. METODOLOGÍA	38
7.1. ÁREA DE ESTUDIO	38
7.2. METODOLOGÍA DE CAMPO	39
7.2.1 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	39
7.2.2 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS	40
7.3 METODOLOGÍA DEL LABORATORIO	40
7.3.1 ANÁLISIS MICROSCÓPICO	40
7.4 IDENTIFICACIÓN DEL FITOPLANCTON	42
8. RESULTADOS	46



8.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES FITOPLANCTÓNICAS ENCONTRADAS EN EL RÍO JAVITA.	46
8.2 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE ABRIL- JULIO.	53
8.2.1 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LA TEMPERATURA	53
8.2.2 VARIACIÓN SUPERFICIAL DEL pH	54
8.2.3 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LA TRANSPARENCIA.	55
8.3 DENSIDAD POBLACIONAL ABRIL- JULIO (TOTAL)	56
8.3.1 DENSIDAD TOTAL DEL MES DE ABRIL	57
8.3.2 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES MAYO	58
8.3.3 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES JUNIO	59
8.3.4 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES JULIO	60
8.4 ANÁLISIS ECOLÓGICOS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD	61
8.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE SHAPIRO- WILK	63
8.6 CORRELACIÓN DE PEARSON CON LAS ESPECIES MAS ABUNTANTES CON LOS PARÁMETROS FÍSICOS.	66
8.6.1 CORRELACIÓN DE PEARSON CON LA ESPECIE <i>PLANKTOTHRIX</i> SP Y LA TEMPERATURA	66
8.6.2 CORRELACIÓN DE PEARSON CON LA ESPECIE <i>PLANKTOTHRIX</i> SP Y pH	67

8.6.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>PLANKTOTHRIX</i> SP Y TRANSPARENCIA	68
8.7.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CHAETOCEROS</i> <i>COARCTATUS</i> Y TEMPERATURA	69
8.7.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CHAETOCEROS</i> <i>COARCTATUS</i> Y pH	69
8.7.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CHAETOCEROS</i> <i>COARCTATUS</i> Y TRANSPARENCIA	70
8.8.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>HEMIAULUS</i> <i>INDICUS</i> Y TEMPERATURA	71
8.8.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>HEMIAULUS</i> <i>INDICUS</i> Y pH	72
8.8.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>HEMIAULUS</i> <i>INDICUS</i> Y TRANSPARENCIA	73
8.9.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CERATIUM</i> <i>FURCA</i> Y TEMPERATURA	74
8.9.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CERATIUM</i> <i>FURCA</i> Y pH	75
8.9.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CERATIUM</i> <i>FURCA</i> Y TRANSPARENCIA	76

8.10.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CERATIUM</i> <i>FUSUS</i> Y pH	78
8.10.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE <i>CERATIUM</i> <i>FUSUS</i> Y TRANSPARENCIA	79
9. DISCUSIÓN	81
10. CONCLUSIÓN	86
11. RECOMENDACIONES	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de las tres estaciones de muestreo del río javita	38
Tabla 2	Densidad de especies fitoplanctónicas de todos los meses con su porcentaje	98
Tabla 3	Densidades poblacionales con sus porcentajes de las especies fitoplanctónicas descrita en los meses (abril- julio)	103
Tabla 4	Promedios de los parámetros físicos de temperatura, pH y transparencia de cada mes de muestreo.	104
Tabla 5	Densidades Fitoplanctónicas totales relacionadas con los parámetros físicos como la temperatura, pH y transparencia.	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio Fuente National Geospatial- Intelligence Agency, (2022) .....	42
Figura 2 Zona del rio Javita Fuente Google maps, 2022. Modificado por Vera (2023).....	42
Figura 3 Variación superficial de la temperatura en los meses de abril a julio en el Río Javita.....	59
Figura 4 Variación superficial del pH en los meses de abril a julio en el río Javita. .....	60
Figura 5 Variación superficial de la transparencia en los meses de abril a julio en el río Javita.....	61
Figura 6 Densidad porcentual de fitoplancton en el río Javita desde abril a julio 2023.....	62
Figura 7 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes abril.....	63
Figura 8 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de mayo.....	64
Figura 9 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de junio .....	65
Figura 10 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de julio .....	66
Figura 11 Índices de diversidad de los meses abril hasta julio.....	67
Figura 12 <i>Planktothrix sp</i> correlación con la temperatura .....	70
Figura 13 <i>Planktothrix sp</i> correlación de pH .....	71
Figura 14 <i>Planktothrix sp</i> correlación con la transparencia .....	72
Figura 15 <i>Chaetoceros coarctatus</i> correlación con la temperatura.....	73

Figura 16 <i>Chaetoceros coarctatus</i> correlación con el pH.....	74
Figura 17 <i>Chaetoceros coarctatus</i> correlación con la transparencia.....	75
Figura 18 <i>Hemiaulus indicus</i> correlación con la temperatura.....	76
Figura 19 <i>Hemiaulus indicus</i> correlación con el pH.....	77
Figura 20 <i>Hemiaulus indicus</i> correlación con disco secchi .....	78
Figura 21 <i>Ceratium furca</i> correlación con la temperatura .....	79
Figura 22 <i>Ceratium furca</i> correlación con el pH .....	80
Figura 23 <i>Ceratium fusus</i> correlación con la transparencia .....	81
Figura 24 <i>Ceratium fusus</i> correlación con la temperatura .....	82
Figura 25 <i>Ceratium fusus</i> correlación con pH .....	83
Figura 26 <i>Ceratium fusus</i> correlación con la transparencia .....	84
Figura 27 <i>Amphipora alata</i> .....	85
Figura 28 <i>Stephanophysis palmeriana</i> .....	85
Figura 29 <i>Leptocylindrus danicus</i> .....	85
Figura 30 <i>Guinardia flaccida</i> .....	85
Figura 31 <i>Rhizosolenia alata</i> .....	85
Figura 32 <i>Rhizosolenia hebetata</i> .....	85
Figura 33 <i>Bacteriastrum elongatum</i> .....	85
Figura 34 <i>Chaetoceros curvisetus</i> .....	85
Figura 35 <i>Chaetoceros coartatus</i> .....	85
Figura 36 <i>Chaetoceros peruvianus</i> .....	85
Figura 37 <i>Climacodium frauenfeldianum</i> .....	85

Figura 38 <i>Nitzschia longissima</i> .....	85
Figura 39 <i>Ceratium furca</i> .....	85
Figura 40 <i>Ceratium fusus</i> .....	85
Figura 41 <i>Protoperidium depressum</i> .....	85
Figura 42 <i>Pyrophacus steinni</i> .....	85
Figura 43 Toma de parámetros como la temperatura y pH en el río javita .....	85
Figura 44 Medición de la transparencia en el disco secchi .....	85
Figura 45 Malla de fitoplancton a manera superficial en el río javita.....	85
Figura 46 Recolección de la malla de fitoplancton en una estación .....	85
Figura 47 Salpiqueo del restante de agua en la recolección de la muestra .....	85
Figura 48 Recolección de la muestra de agua en el frasco de 150 ml.....	85
Figura 49 Colocación de formaldehído del 4% en la muestra .....	85
Figura 50 Conservación de las muestras de fitoplancton.....	85

## GLOSARIO

Solutos: sustancias disueltas en un líquido, como sales, minerales o compuestos orgánicos.

Lénticos: ecosistemas acuáticos de aguas tranquilas o estancadas, como lagos, lagunas o embalses.

Lóticos: Hace referencia a ecosistemas acuáticos con corrientes o flujos constantes, como ríos y arroyos.

Resuspensión: proceso en el cual partículas sedimentadas en el fondo de un cuerpo de agua se vuelven a mezclar y suspender en la columna de agua.

Floración: crecimiento masivo y repentino de algas o cianobacterias en el agua, creando una apariencia de "flor".

Superficial: se refiere a todo lo que está en la capa más externa o superior de un cuerpo de agua, como la superficie de un lago o el océano.



Zona eufótica: Es la capa de agua en un cuerpo acuático donde la luz solar puede penetrar lo suficiente para permitir la fotosíntesis.

Coexistencia: existencia simultánea de diferentes organismos o especies en un mismo hábitat o ambiente acuático, donde comparten recursos y se relacionan entre sí.

## ABREVIATURAS

**m:** micrómetro

**ADN:** Ácido desoxirribonucleico

**sp:** especie sin identificar

**ml:** mililitros

**mm:** milímetros

**l:** litros

**m<sup>3</sup>:** metros cúbicos

**V:** volumen

**°C:** grados Celsius

**n=** número de células por especies en cada estación

**v=** volumen/ alícuota del cubreobjeto

**η=** eficiencia de filtración.

**Cel:** células

**bits:** dígito binario

## RESUMEN

El fitoplancton está compuesto por organismos microscópicos unicelulares con capacidad fotosintética que viven en suspensión en la columna de agua y pueden ser solitarios o coloniales. El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Río Javita que tiene una ubicación geográfica cerca de Jambelí y Palmar en el Cantón Santa Elena, en el cual en los meses de abril hasta julio han tenido cambios, en la disponibilidad de temperatura pH y transparencia, las variaciones del medio ambiente que afectan directamente en las cantidades de fitoplancton en ambiente acuático. El objetivo principal del estudio de investigación es el análisis cuali-cuantitativos con las variables físicas de la diversidad y abundancia del fitoplancton, demostrando la variabilidad de las especies a nivel superficial, aplicando una metodología de campo recolectando 18 muestras y en laboratorio la identificación taxonómica, conteo y cálculo de biovolúmenes de organismos fitoplanctónicos. Entre los resultados se encontraron la identificación de especies Fitoplanctónicas en el que se recolecto especies dominantes como *Plankthotrix* sp, *Chaetoceros coartatus*, *Ceratius furca*, además, reflejando la densidad poblacional de los organismos fitoplanctónicos más abundante en julio, alcanzando 4839 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, en el cual el mes de tipos característicos de la zona responden a las alteraciones en el medio acuático por medio de la correlación entre los factores físicos y las variables de la investigación. El fitoplancton sigue jugando un papel importante en lo que respecta a la contaminación. Estos organismos responden a las más variadas modificaciones, por lo que a menudo se utilizan como bioindicadores.

**Palabras claves:** fitoplancton, densidad poblacional, diversidad, temperatura.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los ambientes costeros ocurren procesos hidrodinámicos complejos como resultado de las corrientes, la acción del viento, las altas precipitaciones y una gran descarga de agua solutos y material particulado principalmente del río Javita. Estos procesos están visiblemente activos en la costa de la provincia de Santa Elena, ubicada en la parroquia Colonche, influyendo en la dinámica y distribución de la biota en la región, y en particular de los productores primarios, ya que son organismos sensibles a alteraciones físicas y químicas ambientales (Rubio, 2011).

El fitoplancton es el principal productor primario en los ambientes costeros, siendo el responsable de iniciar el flujo de materia y energía en la red trófica de estos ambientes, contribuyendo a su fertilización, sustentando directamente a los herbívoros e indirectamente sustentando a los animales de niveles tróficos superiores, incluidas especies de importancia económica (Orvay, 1993).

Se desarrolla en ambientes lénticos que incluyen aguas estancadas como lagos, lagunas y embalses y en ambientes lóticos de agua corriente unidireccional, como los manantiales, ríos, arroyos, cascadas y canales, además, está conformado por varios grupos de microalgas, principalmente cianofitas, clorofitas, dinoflagelados y

diatomeas, estos grupos se dividen según su tamaño, siendo las diatomeas y dinoflagelados los más importantes (Lorencio, 1996).

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los acuatorios, y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas (Briceño, 2023).

En las zonas de oleaje de las playas de alta energía, existe una alta concentración de productores primarios (fitoplancton y fitobentos), que constituyen un suministro básico de alimentos para varios consumidores primarios de los ecosistemas costeros y marinos adyacentes. En estas zonas, los procesos de resuspensión provocados por los vientos, el rompimiento de las olas y las corrientes costeras son los responsables del intercambio de recursos en la interfase sedimento/agua en la que las microalgas pasan a formar parte del plancton, alterando así la estructura de la comunidad fitoplanctónica local.

(Lanza & Pulido, 2000), señalan que el estudio de organismos autótrofos ha aumentado en los últimos años, principalmente por la necesidad de establecer organismos o grupos planctónicos como “indicadores biológicos”, su importancia radica en la capacidad de desplazarse junto con determinadas masas de agua; y también debido a que son capaces de reflejar cambios de las complejas modificaciones de variables ambientales.

La provincia de Santa Elena se encuentra ubicada en el perfil costero más sobresaliente del país, posee distintos tipos de ambiente lo cual ayuda a tener una mayor diversidad de especies, Aunque son extremadamente importantes para comprender los patrones espaciales y temporales de la composición y la biomasa del fitoplancton de los ambientes costeros, los estudios en la zona aún son incipientes, por ello, la investigación se da con la finalidad de conocer la diversidad y abundancia de fitoplancton que se encuentran presentes en el río Javita de la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, donde se describirá las especies de fitoplancton mediante análisis cuali-cuantitativos su relación con factores físicos tales como temperatura del agua, pH y transparencia, constituyendo un paso inicial hacia la comprensión de la estructura y dinámica de la comunidad de fitoplancton en esta área ambiental.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad, muchos países de América Latina tienen como principal problema la contaminación del agua que representa un grave problema que causa alteraciones en procesos naturales de los ecosistemas, provocando contaminación en el agua, pérdida de biodiversidad, afectando a los seres humanos y a las especies de fitoplancton a corto, mediano y largo plazo.

La cantidad de fitoplancton varía según algunos factores, como la disponibilidad de nutrientes, la cantidad de luz y la temperatura. Así, las variaciones en el medio ambiente pueden provocar una disminución de la cantidad de fitoplancton o un aumento de estos organismos. A veces, el fitoplancton aumenta en grandes cantidades, lo que provoca las denominadas floraciones algales. Esta proliferación ocurre cuando el ambiente acuático se vuelve rico en nutrientes como resultado, por ejemplo, de la disposición de fertilizantes y aguas residuales domésticas e industriales sin el tratamiento adecuado.

Dependiendo de la especie, la floración puede ser extremadamente peligrosa. Es común, por ejemplo, el florecimiento de cianobacterias, organismos que producen potentes toxinas. Si esta floración se produce en un medio acuático utilizado para el abastecimiento, podría causar graves daños a la salud de la población. Además de la salud humana, los organismos que viven en este ecosistema también pueden

morir a causa de las toxinas. También cabe mencionar que el aumento de la cantidad de fitoplancton en el ambiente puede formar una especie de cubierta, impidiendo el paso de la luz solar. Con esto, la fotosíntesis es imposible, provocando una reducción en la cantidad de oxígeno en el agua.

El aumento en la concentración de nutrientes los cuáles son causados por la descarga de aguas residuales en zonas costeras o ríos que provoca cambios en la composición del fitoplancton y en la frecuencia, intensidad y duración de las floraciones, por ello, es vital conocer la importancia sobre el fitoplancton estudiar los impactos negativos o positivos, de manera que los cambios biológicos, físicos o químicos que se den en el ecosistema, se verán reflejados en la composición, distribución y abundancia de este mismo (Quijije , 2019).

En Ecuador, en la Provincia de Santa Elena, se encuentra ubicado el río Javita, el mismo que presenta comunidades fitoplanctónicas asociadas posiblemente a variables físicas y que podrían provocar alteraciones en el medio acuático, afectando la distribución de las especies de fitoplancton en general, que es considerado productor primario dentro de la cadena trófica en ecosistemas marinos.



### **3. JUSTIFICACIÓN**

La importancia del fitoplancton ha sido destacada en diversas obras en todo el mundo, porque es responsable de más de 45% de la producción primaria neta del planeta, desempeña varias funciones en los ecosistemas. Sin embargo, su principal función es la canalización de la energía y materia en la cadena alimenticia, además, pueden servir como indicadores biológicos de las condiciones de los sistemas lóticos.

Las comunidades fitoplanctónicas son organismos fotosintéticos, por lo tanto, son organismos productores, estos organismos constituyen el primer paso de la cadena alimentaria acuática. Además, debido a que realizan la fotosíntesis, garantizan la oxigenación del agua y de la atmósfera terrestre. Se estima que el fitoplancton es responsable de alrededor del 95% del oxígeno presente en la atmósfera.

Asimismo, ha demostrado ser un importante indicador de la contaminación de un cuerpo de agua, debido a su rápida capacidad de cambio ante cualquier perturbación, siendo además la unidad básica de producción de materia orgánica, la cual garantiza el flujo de energía hacia los niveles superiores y regula el régimen gaseoso en los sistemas acuático (Salamanca, 2005). Otro factor importante es su ciclo de vida corto el cual permite considerar al fitoplancton un bioindicador ante cambios producidos en el ecosistema.

Comparar los parámetros físicos junto con la densidad de fitoplancton es considerado esencial para determinar el estado de salud del ecosistema. El presente trabajo de investigación será una contribución al conocimiento de la diversidad de fitoplancton en el río Javita y su relación con las variables físicas, las mismas que servirán como línea base para futuras investigaciones en este tipo de ecosistema. Además, será de gran importancia evaluar la población presente ya que existe influencia de actividades antropogénicas.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

- Analizar la diversidad y abundancia del fitoplancton mediante análisis cuali-cuantitativos con las variables físicas, demostrando la variabilidad de las especies a nivel superficial.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Identificar el fitoplancton presente en aguas superficiales del río Javita, mediante claves de identificación.
- Determinar la densidad poblacional del fitoplancton presente en el río javita mediante el método cuali- cuantitativo de Semina y su correlación con las variables físicas.
- Establecer la diversidad del fitoplancton presente en el río Javita aplicando los índices de Shannon Weaver, Pielou y Simpson.

## **5. HIPÓTESIS**

Ho: Las variables físicas del agua influyen en la diversidad y abundancia del fitoplancton en el río Javita, Colonche.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Generalidades del fitoplancton**

El fitoplancton está compuesto por organismos microscópicos unicelulares con capacidad fotosintética que viven en suspensión en la columna de agua y pueden ser solitarios o coloniales, desde tamaños menores a 1  $\mu\text{m}$  hasta colonias mayores a 500  $\mu\text{m}$ . Debido a su dependencia de la luz solar, habitan la zona eufótica, optimizando su tiempo de residencia en los estratos superiores de la columna de agua a través de diversas estructuras o mecanismos (por ejemplo, flagelos, vacuolas de gas, aumento de la relación superficie/volumen) (Urdiales et al., 2014).

Según Meraz (2000), consideran que el fitoplancton comprende un conjunto taxonómico, morfométrica y fisiológicamente diverso de algas y cianobacterias, que tienen diferentes requerimientos y respuestas a parámetros físicos y químicos, como luz, temperatura, alcalinidad y concentración de nutrientes. Esta multiplicidad fisiológica del fitoplancton permite la coexistencia de varias especies en interacción continua en un mismo volumen de agua y una distribución espacial y sucesión estacional de la comunidad en respuesta a variaciones en los parámetros ambientales.

El fitoplancton es una colección de organismos fotosintéticos microscópicos que están adaptados para pasar gran parte de su vida flotando en aguas oceánicas o continentales abiertas (agua presente en la superficie de la Tierra, como lagos y ríos). Las cianobacterias y las algas, como las diatomeas, son componentes del fitoplancton, ya que son organismos microscópicos que realizan la fotosíntesis (López, 2005).

## **6.2. Características morfológicas del fitoplancton**

Las algas que componen el fitoplancton se consideran plantas inferiores. Esto se debe a que no tienen una estructura compleja, pero realizan la fotosíntesis. Las algas se pueden encontrar solas o en colonias (Rodríguez et al., 2004).

Algunos factores ambientales interfieren con el crecimiento de las algas. Los principales son:

- El suministro de luz solar en la zona fótica;
- La temperatura del agua;
- La disponibilidad de nutrientes;
- Competencia con otras plantas acuáticas que utilizan los mismos recursos en el medio ambiente;
- Parasitismo y depredación.

### **6.3. Nutrición**

La nutrición fitoplanctónica es bastante variada. Sin embargo, la fotosíntesis es el factor común entre todos los grupos que componen el fitoplancton. A continuación, se presentan algunos tipos de nutrición de estos microorganismos (Orvay, 1993).

#### **6.3.1. Autotrófica**

Tipo de alimento que presentan algunos organismos, capaces de generar su propio alimento. En el caso del fitoplancton, utiliza la luz solar para transformar compuestos inorgánicos en materia orgánica que puedan aprovechar. Este proceso es utilizado por casi todos los organismos fitoplanctónicos. Otro proceso autótrofo es el de las cianobacterias, que pueden fijar nitrógeno y convertirlo en amonio (Rodríguez et al., 2004).

#### **6.3.2. Heterotrofia**

Estilo de alimentación en el que los organismos dependen de materia orgánica ya preparada para obtener su alimento. Ejemplos de heterotrofia en general son la depredación, el parasitismo y la alimentación herbívora. En el fitoplancton, algunos organismos tienen este tipo de nutrición. Los dinoflagelados, por ejemplo, tienen

representantes que atacan a otros dinoflagelados, diatomeas y otros microorganismos (Anón, 2004).

### **6.3.3. Mixitrofia**

Condición facultativa de algunos organismos capaces de obtener su alimento de forma autótrofa o heterótrofa. En el fitoplancton, algunas especies de dinoflagelados combinan fotoautótrofa (fotosíntesis) con heterotrofia (Stanier, 2005). Algunos investigadores restringen la heterotrofia a la fagocitosis de otros organismos. Otros también incluyen el parasitismo llevado a cabo por algunas especies de dinoflagelados, que se cree que también producen fotosíntesis.

### **6.4. Reproducción**

Los organismos fitoplanctónicos tienen una amplia variedad de formas reproductivas, las cuales varían de acuerdo con la gran diversidad de especies y grupos de este grupo (Anón, 2004). Sin embargo, en términos generales, el grupo presenta ambos tipos de reproducción; lo asexual y lo sexual:



#### **6.4.1 Asexual**

Tipo de reproducción en la que la descendencia hereda únicamente los genes de un solo progenitor (Vidal, 2010). Los gametos no intervienen en este tipo de reproducción. No hay variación cromosómica y es común en organismos unicelulares como el fitoplancton. Algunos tipos de reproducción asexual en el fitoplancton son:

Característica de arqueas y bacterias, este tipo de reproducción consiste en la multiplicación del ADN por parte de la célula progenitora, seguida de un proceso llamado citocinesis, que no es más que la división del citoplasma (Balech & Ferrando, 2009).

Esta división da lugar a dos células hijas (fisión binaria) o más (fisión múltiple). Las algas verdeazuladas (cianobacterias), los dinoflagelados y las diatomeas se reproducen mediante este tipo de mecanismo.

#### **6.4.2. En ciernes**

Entre los organismos fitoplanctónicos, las cianobacterias pueden reproducirse por gemación (Vidal, 2010). En este proceso se produce un individuo pequeño, muy similar al adulto. Esto se produce mediante la producción de un cogollo o yema que brota del adulto y crece en él, alimentándose incluso de los nutrientes de los progenitores. Cuando el individuo (el brote) alcanza cierto tamaño, emerge del padre y se vuelve independiente.

#### **6.4.3. Sexual**

La reproducción sexual consiste en obtener descendencia a partir del material genético combinado de dos células sexuales o gametos (Vidal, 2010). Estos gametos pueden provenir del mismo padre o de diferentes padres. El proceso implica la división celular meiótica, en la que una célula diploide sufre una división reductora, dando lugar a células con la mitad de la carga genética de la célula madre (generalmente cuatro células).

Varias especies de fitoplancton experimentan reproducción sexual en casos muy particulares (Balech & Ferrando, 2009). Por ejemplo, los dinoflagelados bajo alguna presión ambiental (donde las condiciones no son necesariamente desfavorables) tienen un tipo de reproducción sexual. En esta reproducción se forma un cigoto, gracias a la fusión de dos individuos que funcionan como gametos. Posteriormente, el cigoto sufrirá una división meiótica y dará lugar a células haploides.

## **6.5. Importancia del Fitoplancton**

La principal importancia del fitoplancton es ecológica (Vidal, 2010). Su papel en los ecosistemas es vital para sostener la vida y las relaciones tróficas. La transformación de energía lumínica, dióxido de carbono y nutrientes inorgánicos, en compuestos orgánicos y oxígeno, sustenta de manera excelente no solo la vida en el medio acuático, sino también en el planeta. Estos organismos juntos representan alrededor del 80% de la materia orgánica en el mundo.

El fitoplancton es de gran importancia para el medio ambiente. Por ser fotosintéticos, aseguran, por ejemplo, la oxigenación del agua. Además, forman la base de la cadena alimentaria acuática, ya que son productores. El fitoplancton también afecta la cantidad de luz que penetra en la columna de agua (Rodríguez et al., 2004). Así, en grandes cantidades, puede ser responsable de la reducción de la luz en el ambiente, provocando daños a las especies que allí habitan.

## **6.6. Diversidad de fitoplancton**

El fitoplancton se presenta en una amplia gama de formas de vida y tamaños, y estas características se pueden utilizar para la clasificación (Casas, 2017). Según el tamaño, podemos clasificar el fitoplancton en:

Picoplancton: Tiene un tamaño de 0,2 a 2  $\mu\text{m}$ .

Nanoplancton: Tiene un tamaño de 2 a 20  $\mu\text{m}$ .

Microplancton: Tiene un tamaño de 20 a 200  $\mu\text{m}$ .

Mesoplancton: El tamaño varía de 200 a 2000  $\mu\text{m}$ .

## **6.7. Papel del fitoplancton en el medio ambiente**

El fitoplancton es de gran importancia para el medio ambiente. Por ser fotosintéticos, aseguran, por ejemplo, la oxigenación del agua (Otero, 2001).

Además, forman la base de la cadena alimentaria acuática, ya que son productores.

El fitoplancton también afecta la cantidad de luz que penetra en la columna de agua.

Así, en grandes cantidades, puede ser responsable de la reducción de la luz en el ambiente, provocando daños a las especies que allí habitan.

El crecimiento del fitoplancton está determinado por varios factores, como la disponibilidad de luz, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo (Rubio, 2015). Como resultado, los cambios en las poblaciones de algas son comunes debido a las variaciones estacionales, que provocan cambios químicos, físicos y biológicos en el agua. Sin embargo, estos cambios también pueden ocurrir por acción antrópica, cuando el hombre, por ejemplo, contamina el agua, aumentando la presencia de nutrientes.

El crecimiento excesivo de fitoplancton afecta directamente la vida en un medio ambiente (Elosegui et al., 2009). En algunos casos, puede haber un aumento de diatomeas y dinoflagelados, especies que, en abundancia, incluso cambian el color del agua, provocando las llamadas mareas rojas. En ocasiones se observa la presencia de algas productoras de toxinas, que pueden afectar a las especies del entorno, así como a las personas que se alimentan de ellas.

El fitoplancton también juega un papel importante en lo que respecta a la contaminación (Elosegui et al., 2009). Estos organismos responden a los más variados cambios en el ambiente, por lo que suelen ser utilizados como bioindicadores.

## **6.8. Distribución y hábitat**

Cada grupo de organismos fitoplanctónicos tiene diferentes requerimientos fisiológicos y varía en sus respuestas a los parámetros físicos y químicos del ambiente, tales como luz, temperatura y disponibilidad de nutrientes (Fernández et al., 2012). Así, las poblaciones fitoplanctónicas se distribuyen en la columna de agua según un gradiente espacial (vertical y horizontal). También muestran variación estacional, ya que las condiciones físicas, químicas y biológicas cambian en el cuerpo de agua.

El fitoplancton es un importante productor primario principalmente en la región limnética de los ecosistemas acuáticos (Petit, 2008). Su productividad primaria está controlada fundamentalmente por la disponibilidad de nutrientes y la intensidad de la luz. Cuando la disponibilidad de nutrientes para las algas es alta, las limitaciones espaciales por la luz pueden reducir el desarrollo de la comunidad. El resultado de la producción fotosintética es un aumento de la biomasa, es decir, el crecimiento celular.

La acumulación de biomasa de algas está determinada por las tasas de producción y pérdida de biomasa (Friedman, 2009). Dos categorías de factores afectan estas

tasas: a) factores físicos y químicos que influyen en la disponibilidad de luz y nutrientes para la fotosíntesis y el crecimiento de algas, como las tasas metabólicas dependientes de la temperatura y las pérdidas de fitoplancton debido a la sedimentación celular, y b) factores bióticos que influyen en la eficiencia fotosintética del alga, la excreción celular de la fotosíntesis y la pérdida de fitoplancton por depredación o parasitismo.

## **6.9. Ecotoxicidad**

El agua dulce superficial es un recurso fundamental para el abastecimiento de la población ecuatoriana (Díaz et al., 2009). Sin embargo, la contaminación ambiental de estas aguas puede introducir altos niveles de materia orgánica (eutrofización), lo que favorece el crecimiento de microalgas, en particular de cianobacterias. Estos últimos pueden estar asociados a la producción de toxinas (cianotoxinas), que pueden tener efectos nocivos para la Salud Pública. El seguimiento de estas ocurrencias en los recursos hídricos superficiales asegura el control de la calidad del agua, previniendo riesgos para la salud y reduciendo los costos asociados a su tratamiento.

El fitoplancton puede utilizarse como indicador de contaminación por plaguicidas o metales pesados (presencia de especies resistentes al cobre) en embalses utilizados para el abastecimiento (Camprubí et al., 1998). La presencia de algunas especies en altas densidades puede comprometer la calidad del agua, imponiendo restricciones en su tratamiento y distribución.

#### **6.10. Valor del indicador de fitoplancton**

El fitoplancton tiene ciclos de vida cortos (4/5 días) y obtiene los nutrientes necesarios para su desarrollo directamente de la columna de agua, siendo el inductor e indicador biológico directo de alteraciones en la concentración de nutrientes en la columna de agua y de presiones asociadas a la eutrofización proceso. La comunidad de fitoplancton es altamente sensible a cambios de pequeña escala en las condiciones ambientales (Petit, 2008), y su dinámica, biomasa, composición y abundancia están reguladas por los siguientes factores:

- Condiciones físicas e hidrológicas: luz, temperatura, tiempo de residencia del agua, profundidad, área del espejo de agua, volumen.
- Características químicas del agua: nutrientes y materia orgánica, pH, alcalinidad, dureza, etc.



- Factores biológicos: comedores de plancton que se alimentan por filtración (zooplancton e ictiofauna) y relaciones entre especies (por ejemplo, competencia, efecto alelopático).

### **6.11. Biomasa fitoplanctónica**

La biomasa fitoplanctónica se puede determinar directamente a partir de recuentos (células/ml) y el cálculo del biovolumen celular ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) o indirectamente a través de la concentración de pigmentos fotosintéticos (Rodríguez, 2010).

### **6.12. Composición y abundancia**

Para el análisis de la composición y abundancia de la comunidad de fitoplancton, se identifican los organismos hasta un nivel taxonómico previamente establecido, se cuentan (células/ml) y se calcula el biovolumen ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) de cada taxón en la muestra. Los datos obtenidos se agregan por grupos funcionales y valor indicador de cada taxón de fitoplancton o se utilizan directamente en índices basados en abundancias o biovolúmenes (Armengol & Limnología, 2005).

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1. ÁREA DE ESTUDIO

El río Javita está ubicado cerca de Jambelí y Palmar de la provincia del Guayas del cantón Santa Elena con una Altitud de 3 metros (10 pies) y sus coordenadas de Latitud  $-2,03827^{\circ}$  o  $2^{\circ} 2' 18''$  sur y Longitud  $-80,73545^{\circ}$  o  $80^{\circ} 44' 8''$  oeste, además, la cuenca del río Javita cuenta con una profundidad de 100-150 mm y 50-100 mm respectivamente (Fig 1 y 2).

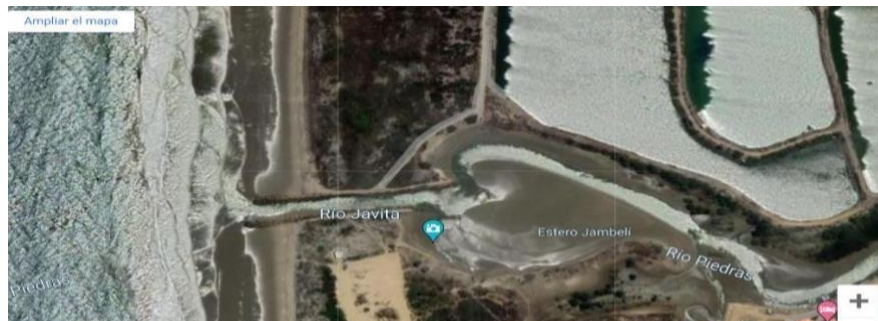


Figura 1 Área de estudio Fuente National Geospatial- Intelligence Agency, (2022)



Figura 2 Zona del río Javita Fuente Google maps, 2022. Modificado por Vera (2023)

## 7.2. METODOLOGÍA DE CAMPO

Los muestreos se realizaron en 3 estaciones con sus respectivas coordenadas que se muestran en la Tabla 1, las mismas que fueron recogidas cada 15 días por un periodo de cuatro meses, empezando desde el caudal bajo, medio y por último caudal alto de manera que no se logre contaminar la muestra, posteriormente de haber recolectado cada muestra se fotografía y georreferencia con un equipo de GPS (Elosegui, 2009).

Tabla 1 Coordenadas de las tres estaciones de muestreo del río javita

Estaciones	Latitud	Longitud
<b>E1</b>	2°02'16" S	80°44'06" W
<b>E2</b>	2°02'9" S	80°43'40" W
<b>E3</b>	2°01'57" S	80°43'16" W

### 7.2.1 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

Para la toma de muestra se trasladó en una fibra, en el cual se realizaron arrastres superficiales para cada estación, se empleó una red de fitoplancton con malla de 50  $\mu\text{m}$  con una velocidad de 2 nudos para lograr realizar el análisis cuali- cuantitativo (Castillo & Melin, 2019), esto se realizó durante 5 minutos por estación, luego se procedió a retirar la malla y se procedió a escurrir el agua sobrante y sacudirla, después las muestras se conservaron en frascos de plásticos de 150 ml, se aplicó

formaldehído al 4% para la preservación de la muestra, esto se realiza con el fin de que no siga dividiendo para que luego se puedan identificar en el laboratorio.

### **7.2.2 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS**

En cada sitio de muestreo se tomó los parámetros físicos mediante un multiparámetro portátil de la marca HANNA 9829 (Yaneth, 2017); se procedió a sumergir el sensor y se esperó durante 5 minutos hasta que se refleje en la pantalla los parámetros de temperatura y pH, después se procede anotar en una libreta los datos. Para medir la transparencia se utilizó el disco Secchi, en el cual su proceso se basa en sumergir el disco, luego se observa hasta que profundidad es visible el disco.

## **7.3 METODOLOGÍA DEL LABORATORIO**

### **7.3.1 ANÁLISIS MICROSCÓPICO**

Se utilizó la técnica propuesta por Semina (1978) que consistió en colocar 3 gotas de muestra en la placa portaobjetos y luego encima el cubreobjetos de 20 x 20mm, posteriormente se contó la totalidad del área percibida bajo el microscopio,

Los datos son reflejados en cel./cm<sup>3</sup>, además, las muestras fueron estandarizadas a un volumen de 100ml y observadas en 40x, al mismo tiempo se utilizó el programa image focus para realizar las fotografías de las especies.

- Para determinar el área de la superficie de la red se empleó la siguiente formula:

$$s = \pi \cdot (r)^2$$

Donde:

$\pi$ : 3.1416.

r: radio del cono de fitoplancton

- Para el volumen de agua filtrada:

Superficie de boca de red x distancia del arrastre (m).

- Se empleó el mismo estimativo para la Eficiencia de filtración:

Pesantes (1979), obtenidas del Manual Zooplankton Sampling (1968),

aplicando un error de volumen de filtrado de 0.9.

$$\eta = m^3 * \frac{9}{10}$$

- Volumen contabilizado referente a la placa:

$$V = (22\text{mm}) * 1\text{mm}$$

- El método semi cuantitativo nos da el estimativo de células por especie en cada muestra (Semina, 1978; Jiménez, 1975 y Pesantes, 1979).

$$\text{Célula/ m}^3 \text{ o Especie/ m}^3 = [ (n * V) / v ] / \eta$$

Donde:

n= número de células por especies en cada estación

V= volumen total de la muestra

v= volumen/ alícuota del cubreobjeto

$\eta$ = eficiencia de filtración.

#### **7.4 IDENTIFICACIÓN DEL FITOPLANCTON**

Por otra parte, se utilizó claves de identificación:

- Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR) Volumen 19.
- Catálogo de organismos fitoplanctónicos identificados en el Río Guayas Volumen 12.

- Marine Phytoplankton of Kuwait's Waters Volume 2 Diatoms.

## 7.5 ANÁLISIS ECOLÓGICOS

Para los análisis ecológicos se utilizó los índices biológicos en cuanto (Revista de biología tropical, 2000), nos ayudó a determinar la diversidad y riqueza de especies.

El índice de Shannon-Wiener (H') se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum (p_i * \log_2(p_i))$$

Donde:

H': es el índice de Shannon-Wiener

P<sub>i</sub>: es la proporción de individuos pertenecientes a la especie i

log<sub>2</sub>: es el logaritmo en base 2

Esta fórmula, se calcula la suma de los productos de la proporción de cada especie (p<sub>i</sub>) multiplicada por el logaritmo en base 2 de esa proporción. Luego, se le da un signo negativo al resultado para obtener el valor del índice de Shannon-Wiener.

También se utilizó el índice Simpson (Chambers, 1983) de manera que nos demostró la dominancia de especies.

El índice de Simpson se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

Dónde: D es el índice de Simpson  $p_i$  es la proporción de individuos pertenecientes a la especie  $i$ .

El índice de Simpson varía entre 0 y 1. Indicando que el valor de 0 manifiesta máxima diversidad, mientras que 1 demuestra una comunidad con mínima diversidad.

Se utilizó el índice de Pielou, (Núñez, 2000) que evaluó la equitatividad o uniformidad de la distribución de especies en una comunidad.

El índice de Pielou se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Dónde:  $J'$  es el índice de Pielou  $H'$  es el índice de Shannon-Wiener



$H'_{max}$  es el valor máximo posible del índice de Shannon-Wiener, que se alcanza cuando todas las especies tienen una distribución uniforme

$\log_2(S)$ , en el que  $S$  es el número de especies presentes en la comunidad.

El índice de Pielou varía entre 0 y 1, el valor de 1 indica equitatividad y 0 indica una distribución completamente desigual, donde una o pocas especies dominan la comunidad.

## **7.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Se utilizó el programa Statgraphics 18 para realizar el coeficiente de correlación de Pearson y el test de normalidad, en el cual es una medida estadística que nos ayudó a evaluar la relación lineal entre dos variables continuas. Indicando valores entre -1 y 1, donde:

Si el coeficiente es 1, indica una correlación positiva perfecta, lo que significa que ambas variables están perfectamente relacionadas de manera lineal y se mueven en la misma dirección, mientras que el coeficiente es -1, indica una correlación

negativa, lo que significa que ambas variables están perfectamente relacionadas de manera lineal, pero se mueven en direcciones opuestas, al contrario del coeficiente si es 0, indica que no hay correlación lineal entre las dos variables, es decir, no están relacionadas de manera lineal.

Por último, se utilizó software Past 4.0.1. para la elaboración de diagramas estadísticos y a su vez interpretación de resultados, además, para poder realizar la prueba de normalidad se utilizó Shapiro Wilk que indica que si  $p$  es menor a el nivel de significancia se rechaza la hipótesis.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES FITOPLANCTÓNICAS ENCONTRADAS EN EL RÍO JAVITA.

Para obtención de los resultados del proyecto de investigación se recolectó un total de 18 muestras distribuidas en diferentes meses del año desde abril hasta julio de manera que se obtuvo un total 112 especies correspondiendo a 85 diatomeas tanto céntricas como penales, 23 dinoflagelados, 1 silicoflagelados, 3 cianobacterias y tintinidos que se colocaron de manera general.

A continuación, se describen algunas de las especies fitoplanctónicas encontradas en el río javita:

#### *Amphiprora alata* (Ehrenberg), 1841

Esta especie se distingue por tener un cuerpo alargado y estrecho, con una longitud de alrededor de 15 a 30 micrómetros. Su estructura está compuesta por dos valvas, una más grande que la otra, ambas cubiertas por delicadas costillas radiales. Se encuentra ampliamente distribuida en entornos marinos, tanto en aguas costeras como oceánicas. Generalmente, forma parte del fitoplancton, que es una comunidad de organismos fotosintéticos que flotan en el agua y juegan un papel fundamental en la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 27).

### ***Stephanophysis palmeriana***

Se asemeja a *S. turris*, pero se diferencia por tener un ligero estrechamiento en la parte cilíndrica de la valva hacia el margen, así como por aréolas hexagonales más pequeñas cerca de la línea conectiva que en el resto de la valva. Las células tienen un diámetro de 27 a 71 micrómetros y se encuentran unidas en cadenas mediante apéndices dispuestos en círculo en el perímetro de la célula. Además, la especie muestra numerosos cromatóforos y un núcleo central. Esta descripción caracteriza una especie marina que habita entre los 25°C y 30°C (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 28).

### ***Leptocylindrus danicus Cleve***

Las células de esta especie son cilíndricas y tienen un diámetro de aproximadamente 7 a 10 micrómetros, siendo de dos a diez veces más largas que su diámetro. Estas células se encuentran unidas en cadenas compactas y rígidas. Las valvas de estas células pueden ser aplanadas, convexas u ocasionalmente cóncavas. Las bandas intercalares están presentes, aunque pueden ser difíciles de observar (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 29).

### ***Guinardia fláccida* (Castracane)**

Sus células son típicamente cilíndricas, más largas que anchas, y pueden estar dispuestas de manera individual o formar cadenas a lo largo de la superficie de la valva. La pared de las células muestra una silicificación débil con bandas intercalares, y los cromatóforos se ubican cerca de las paredes celulares. Esta especie habita en aguas costeras de temperaturas moderadas (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 30).

### ***Rhizosolenia alata* Brighwell**

Especie tienen una forma de vara y son cilíndricas, rectas, con un diámetro de aproximadamente 7 a 18 micrómetros y una longitud de 1 milímetro. Las valvas de estas células son cónicas y terminan en un tubo, que puede estar más o menos curvado. Además, presentan un proceso oblicuo que se inserta en una depresión de la célula adyacente (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 31).

### ***Rhizosolenia hebetata* var. *hiemalis***

Las especies son dimórficas, las células de estas especies presentan un proceso apical grueso y sólido, con la excepción de una pequeña espina, además, la pared celular de estas células está fuertemente silicificada y muestra estructuras

características y distintivas. Además, hay numerosos cromatóforos pequeños presentes. Estas especies se encuentran típicamente en aguas frías (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 32).

#### ***Bacteriastrum elongatum Cleve***

Células cilíndricas de 6 a 11 micrómetros de diámetro, siendo generalmente más largas que anchas. Estas células se agrupan en cadenas rectas, no muy extensas, con una estructura isomórfica y aberturas distintivas. En cada célula, se observan setas terminales ligeramente curvadas en la base, que son más anchas que las setas interiores, y presentan pequeñas espinas. Esta especie se encuentra en ambientes marinos abiertos y de gran extensión (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 33).

#### ***Chaetoceros curvisetus Cleve***

Se caracteriza por formar cadenas espirales curvadas, con un eje valvar que varía entre 7 y 36 micrómetros. Las células adyacentes de la cadena están conectadas mediante ángulos conspicuos de la valva, lo que le confiere una apariencia característica. Las aberturas de las células pueden tener forma rómbica, ovalada o circular (Voudouris, 2012), en el anexo (Fig 34).

### ***Chaetoceros coarctatus* Lauder**

Las células de esta especie son cilíndricas y tienen una forma elíptica cuando se observan desde la vista valvar. Se agrupan en cadenas largas y robustas, y presentan aberturas muy pequeñas en la superficie plana de la valva (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 35).

### ***Chaetoceros peruvianus***

Difiere de la especie tipo principalmente por tener células más delgadas en plano apical, 10-15 um de plano valvar. Setas de 2-3 m de diámetro (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 36).

### ***Climacodium frauenfeldianum***

Sus células forman cadenas rectas con aberturas oblongas entre ellas. Las valvas son aplanadas y presentan ángulos fuertes y prominentes, sin bandas intercalares visibles. El frústulo, que es la estructura de la célula, está débilmente silificado. Al observar la especie en vista conectiva, se puede apreciar una línea media. El eje

apical tiene una longitud de 70 a 95 micrómetros (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 37).

### ***Nitzschia longissima (Brébisson)***

Presentan extremos extendidos en forma de largos cuernos. La longitud de las valvas varía entre 125 y 250 micrómetros, y aunque están presentes, las estrías son difíciles de observar. Los cromatóforos de esta especie son similares a los de *N. closterium* (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 38).

### ***Ceratium furca var. furca (Ehrenberg)***

La célula de esta especie se caracteriza por tener estrías longitudinales en sus paredes. La epiteca, que es la parte superior de la célula, tiene una base cónica que se extiende en el cuerno apical. Los cuernos antapicales, ubicados en la parte posterior de la célula, son gruesos y paralelos entre sí, con el cuerno izquierdo siendo de mayor tamaño que el derecho. Además, estos cuernos están provistos de pequeñas espinas.



Se encuentra ampliamente distribuida y es abundante en aguas templadas y frías, según los estudios de (Schiller, 1937). Esta especie se encuentra principalmente en aguas templadas (Taylor, 1976), en el anexo (Fig 39).

#### ***Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin***

Se caracteriza por tener una epiteca cónica que se estrecha gradualmente para formar un cuerno apical largo y delgado. La epiteca es más larga que la hipoteca, que es la parte inferior de la célula. El cuerno apical izquierdo tiene una ligera curvatura, y en algunos ejemplares se puede observar que se engrosa en su borde izquierdo debido a la presencia de una membrana (Jiménez, 2014), en el anexo (Fig 40).

#### ***Protoperidinium depressum (Bailey) Balech, 1974***

Célula de esta especie, tamaño grande, forma aplanada de manera descendente, su grosor es mayor en la parte superior e inferior. La epiteca, que es la parte superior de la célula, tiene un cuerno apical poco desarrollado. Por otro lado, la hipoteca, que es la parte inferior de la célula, presenta dos cuernos antapicales, siendo el

cuerno izquierdo de menor tamaño que el derecho (Felder & Camp, 2009), en el anexo (Fig 41).

### ***Pyrophacus steinii Schiller***

Esta especie se caracteriza por tener una célula aplanada con forma lenticular. Tanto la epiteca como la hipoteca son similares en tamaño, pero esta última carece de espinas antapicales (Jiménez, 2014). En cuanto a su distribución, se encuentra en todo el mundo en aguas templadas y cálidas, como se ha registrado en investigaciones de (Margalef, 1961). Es especialmente común en mares de climas cálidos, según lo mencionado por (Wood, 1968), en el anexo (Fig 42).

## **8.2 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE ABRIL- JULIO.**

### **8.2.1 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LA TEMPERATURA**

Los datos registrados del promedio de temperatura en el Río Javita, se determinó una gran variación en este parámetro, debido a que la temperatura máxima registrada se dio en el mes de abril con 31.5°C, por lo contrario, en los posteriores

meses se apreció una disminución de temperatura en mayo siendo de 28.8°C y en junio de 28.9°C, además la menor temperatura registrada se mostró en julio con 27.7°C como se observa en el (Fig 3).

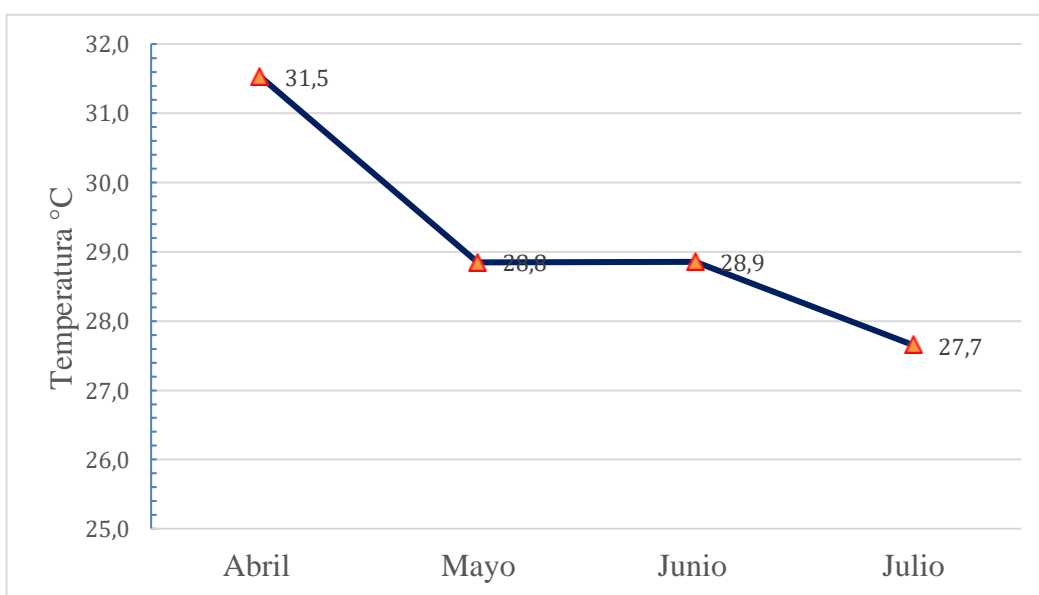


Figura 3 Variación superficial de la temperatura en los meses de abril a julio en el Río Javita.

### 8.2.2 VARIACIÓN SUPERFICIAL DEL pH

Con respecto promedio de pH registrado en el Río Javita, se determinó en el mes de abril muestra una gran variación comparado a los otros meses que son muy semejantes (Fig 4), el punto máximo de pH registrado se observó en el mes de abril con un pH de 8.58, para posteriormente disminuir en mayo a un pH de 8.14 y a su vez valores parecidos en junio con pH 8.16, similar en julio con un pH de 8.12, siendo en todos los meses alcalina.

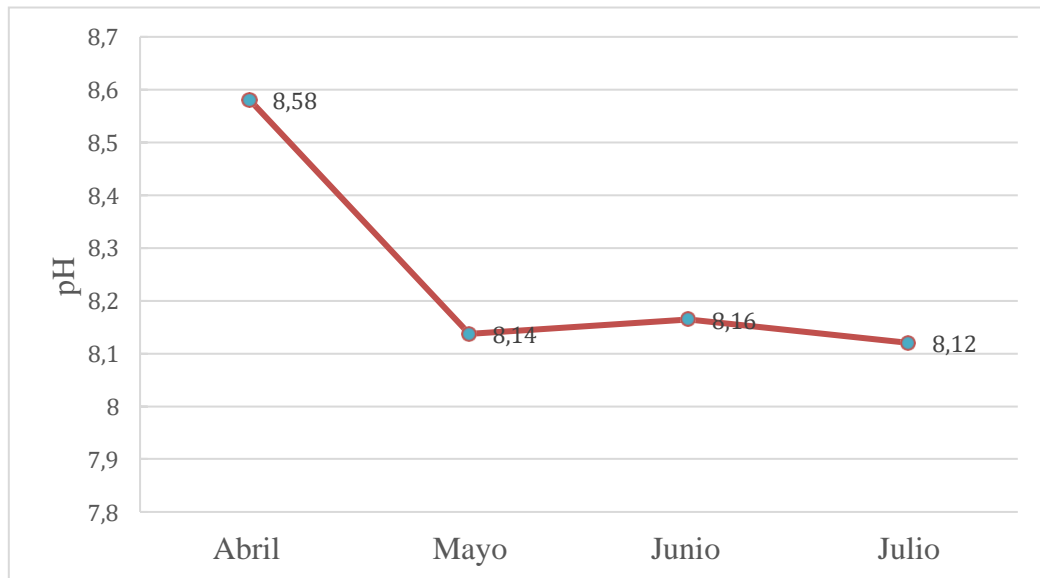


Figura 4 Variación superficial del pH en los meses de abril a julio en el río Javita.

### 8.2.3 VARIACIÓN SUPERFICIAL DE LA TRANSPARENCIA.

En la (Fig 5), se representó la profundidad promedio en unidades de metros registrada en el río Javita, resalta como el mes de abril se obtuvo la menor transparencia con un valor de 0.57 metro, en cambio en los meses de mayo a junio aumento la transparencia a 0.83 metros y 0.92 metros, en esa misma línea como para el mes de julio se obtuvo la mayor transparencia con 0.97 metros.

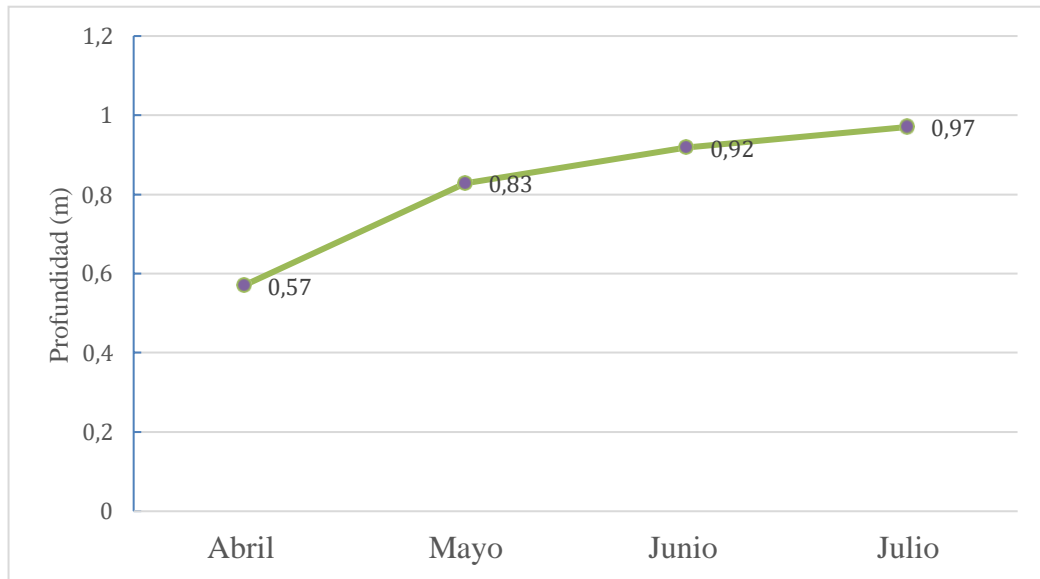


Figura 5 Variación superficial de la transparencia en los meses de abril a julio en el río Javita

### 8.3 DENSIDAD POBLACIONAL ABRIL- JULIO (TOTAL)

Durante los meses de abril a julio, se llevaron a cabo muestreos de densidad poblacional de fitoplancton, y los resultados mostraron que la densidad más alta se registró en julio, alcanzando 4839 cel.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , lo que representó el 54.22% del total. En segundo lugar, el mes de mayo exhibió una densidad de 1531 cel.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , lo que corresponde al 17.15% del total. Para el mes de junio, se observó una densidad poblacional de 1508 cel.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ , lo que representó el 17% de la abundancia relativa. Por último, en abril se registró la menor densidad con un 12% del total, con una población de 1048 cel.  $(100\text{m}^3)^{-1}$  (Fig 6).

En cuanto a las especies que se encontraron con mayor densidad relativa fueron *Planktothrix* sp, *Chaetoceros coarctatus*, *Hemiaulus indicus*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*.

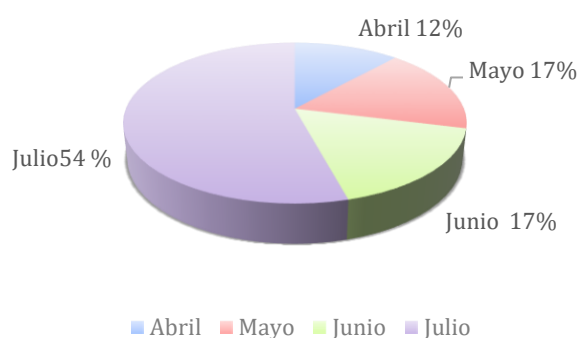


Figura 6 Densidad porcentual de fitoplancton en el río Javita desde abril a julio 2023

### 8.3.1 DENSIDAD TOTAL DEL MES DE ABRIL

En el mes de abril, las primeras especies dominantes fueron *Ceratium fusus*, *Coscinodiscus granii*, *Protoperidinium depressum* y *Rhizosolenia imbricata*. *Ceratium fusus* fue la especie más abundante, representando el 31% de la densidad total con una concentración de  $124 (100\text{m}^3)^{-1}$ . Le siguió *Coscinodiscus granii*, que constituyó el 26% de la densidad total, con una concentración de  $82 \text{ cel. } (100\text{m}^3)^{-1}$ . *Protoperidinium depressum* ocupó el tercer lugar con el 20% de la densidad total y una concentración de  $8 \text{ cel. } (100\text{m}^3)^{-1}$ . Finalmente, *Rhizosolenia imbricata* representó el 20% de la densidad total con una concentración de  $5 \text{ cel. } (100\text{m}^3)^{-1}$ . Estas especies dominantes desempeñaron un papel significativo en el ecosistema

durante el mes de abril, influyendo en la composición y dinámica de la comunidad biológica (Fig 7).

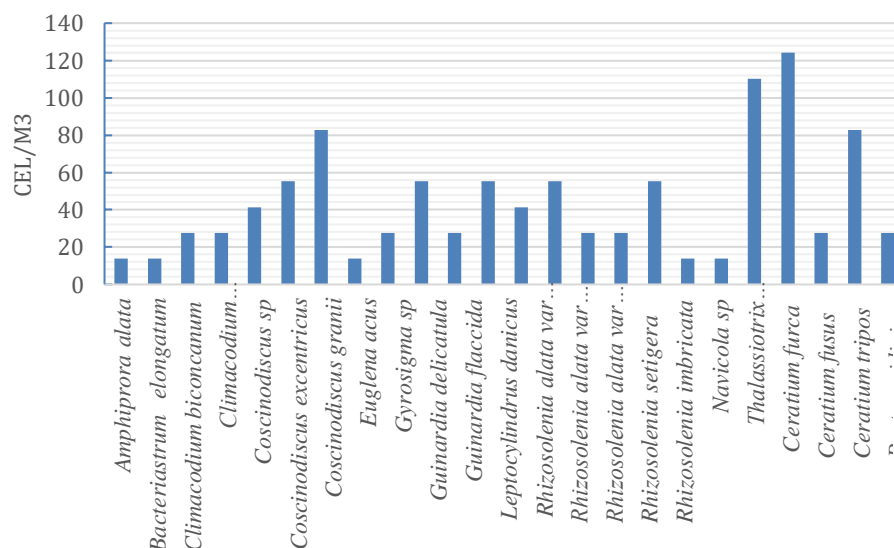


Figura 7 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes abril

### 8.3.2 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES MAYO

En el mes de mayo, las especies dominantes fueron *Pyrophacus steinii*, *Leptocylindrus danicus*, *Ceratium furca* y *Coscinodiscus sp*. *Pyrophacus steinii* destacó como la especie más abundante, representando el 36% de la densidad total con una concentración de 992 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. *Leptocylindrus danicus* ocupó el segundo lugar con el 10% de la densidad total y una concentración de 703 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. *Ceratium furca* se situó en tercer lugar con el 9% de la densidad total y

una concentración de 965 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Por último, *Coscinodiscus* sp constituyó el 6% de la densidad total con una concentración de 42 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (Fig 8).

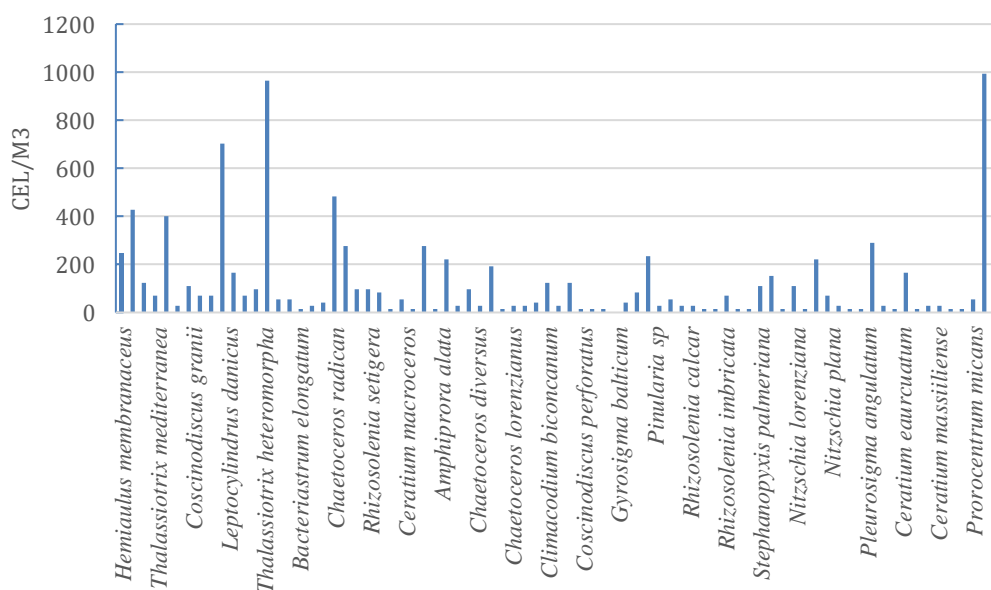


Figura 8 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de mayo

### 8.3.3 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES JUNIO

En el mes de junio, las cuatro especies dominantes fueron *Coscinodiscus granii*, *Planktothrix* sp, *Rhizosolenia alata* var *curvirostrus* y *Chaetoceros curvisetus*. La especie *Coscinodiscus granii* se destacó como la especie más abundante, representando el 14% de la densidad total con una concentración de 565 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, luego *Planktothrix* sp ocupó el segundo lugar con el 13% de la densidad total y una concentración de 537 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. *Rhizosolenia alata* var *curvirostrus* se situó en tercer lugar con el 10% de la densidad total y una concentración de 413



células cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Por último, *Chaetoceros curvisetus* constituyó el 9% de la densidad total con una concentración de 510 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (Fig 9).

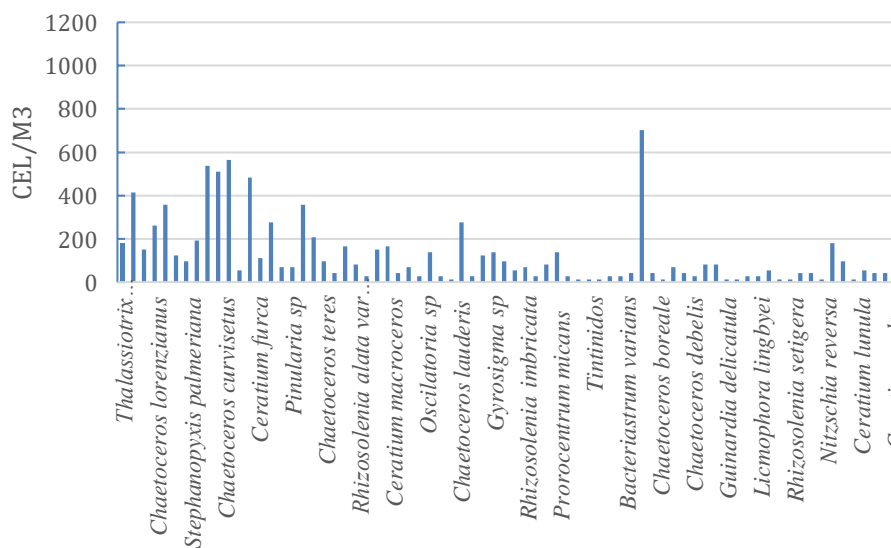


Figura 9 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de junio

### 8.3.4 DENSIDAD POBLACIONAL DEL MES JULIO

Durante el mes de julio como se indicó en la (Fig 10), la especie *Planktothrix* sp se destacó como la especie más abundante, representando el 27% de la densidad total con una concentración de 1034 células por 100 m<sup>3</sup>. A continuación, *Chaetoceros coarctatus* ocupó el segundo lugar con el 15% de la densidad total y una concentración de 441 células por 100 m<sup>3</sup>. *Thalassiotrix mediterranea* se situó en tercer lugar con el 8% de la densidad total y una concentración de 82 células por 100 m<sup>3</sup>. *Hemiaulus indicus* y *Rhizosolenia hebetata* representaron el 6% de la

densidad total cada una, con concentraciones de 303 células por 100 m<sup>3</sup> y 165 células por 100 m<sup>3</sup>.

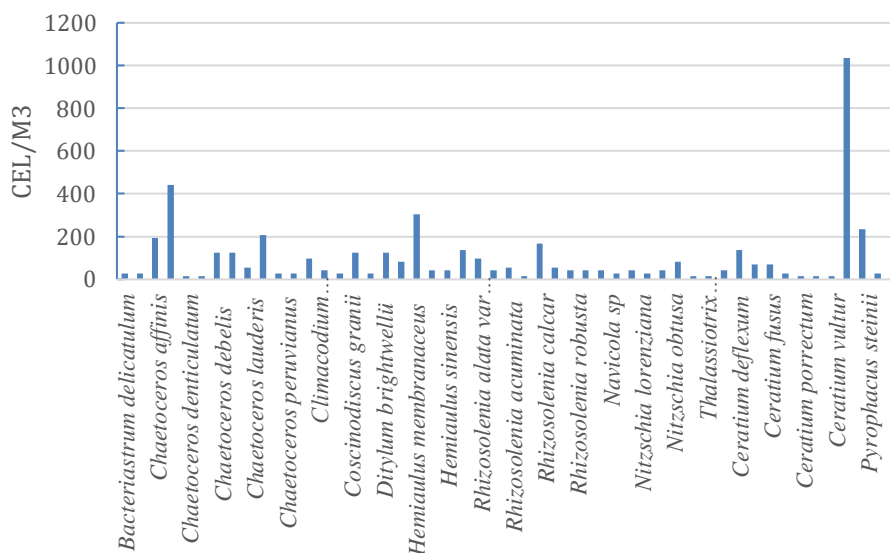


Figura 10 Densidad poblacional fitoplanctónicas del mes de julio

#### 8.4 ANÁLISIS ECOLÓGICOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD.

Durante el período comprendido entre abril y julio, se observaron fluctuaciones en los valores de diversidad en diferentes estaciones. En abril, se registró una diversidad mínima de 2.18 bits en la estación 2, lo que indicaba una menor variedad de especies presentes, sin embargo, se observó una alta uniformidad de 0.94 bits y una dominancia de 0.13 bits.

En junio, en la estación 1, se alcanzó un máximo valor de diversidad con un índice de diversidad  $H'$  de 3.42 bits, lo cual concordaba con un mayor número de especies encontradas. Además, se registró un grado de igualdad de 0.92 bits, indicando una

distribución relativamente uniforme de las especies. Sin embargo, la dominancia fue mínima, con solo 0.04 bits.

En la estación 3, también en junio, se observó un índice de diversidad  $H'$  de 3.15 bits, junto con una uniformidad de 0.92 bits. Aunque hubo un dominancia de especies baja de 0.07 bits en comparación con la estación 1, la diversidad disminuyó notablemente en julio, con un valor de 2.63 bits. La uniformidad también se redujo a 0.82 bits, mientras que la dominancia aumentó a 0.13 bits.

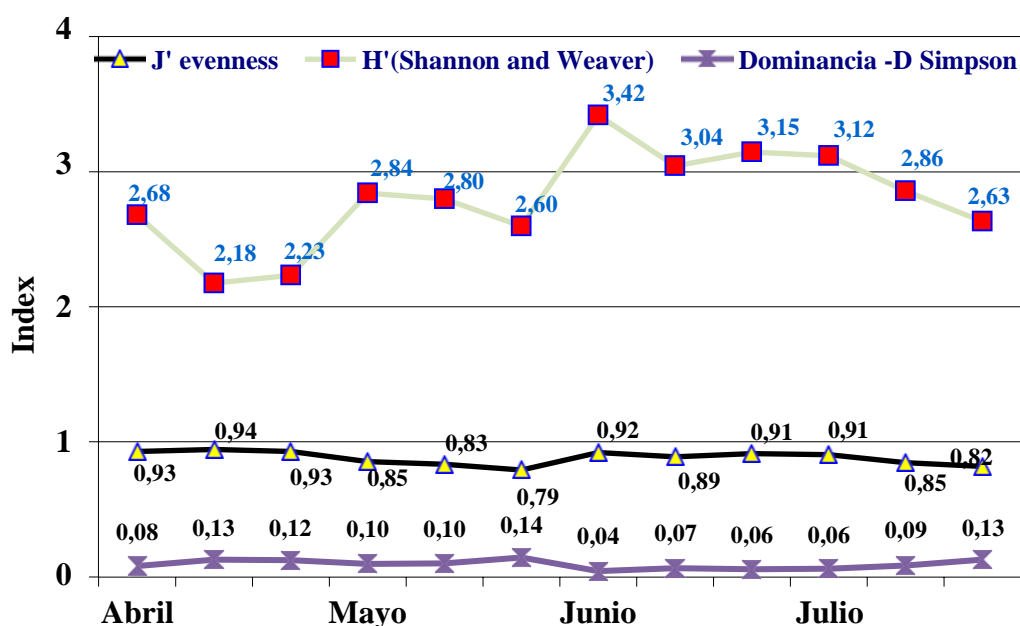


Figura 11 Índices de diversidad de los meses abril hasta julio

Es importante destacar que abril fue el mes con la menor diversidad, siendo la estación 2 la que presentó el índice de diversidad más bajo de 2.18 bits. Sin embargo, se observó una alta uniformidad de 0.94 bits y una dominancia de 0.13

bits. En la estación 3, se registró un índice de diversidad de Shannon-Weaver de 2.23 bits en abril, con una uniformidad de 0.93 bits y una dominancia de 0.12 bits. Posteriormente, en mayo, el índice de diversidad aumentó a 2.84 bits, con una uniformidad de 0.85 bits y una dominancia de 0.10 bits.

Podemos decir que los valores de diversidad variaron a lo largo de los meses, destacando el mes de junio con 3.42 bits como el período con los índices de diversidad más altos y una distribución relativamente uniforme de especies. Sin embargo, en julio, la diversidad disminuyó y la dominancia aumentó en comparación con los meses anteriores (Fig 11).

## **8.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE SHAPIRO- WILK**

Se aplicó el test de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de la muestra, en el cual el mes de abril reflejó un valor de 0.4775, mientras que para mayo fue de 0.507, en cambio para el mes de junio demostró el valor de 0.6386, y por último con un valor de 0.3835 para el mes de julio dando como resultado un p promedio obtenido de 0.5, dando de manera que demostró un p mayor que el nivel de significancia establecido 0.05, es decir se acepta la hipótesis nula.

## **8.6 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES Y LOS PARÁMETROS FÍSICOS.**

Se escogió a las especies más abundantes de todos los muestreos *Planktothrix* sp, *Chaetoceros coarctatus*, *Hemiaulus indicus*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* para poder relacionarlo con los parámetros físicos.

### **8.6.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *PLANKTOTHRIX* SP Y LA TEMPERATURA**

La especie dominante *Planktothrix* sp mostró una correlación -0.670264 indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables, siendo su R-cuadrada = 44.92, lo que reveló el 45% de la variabilidad y su error estándar reflejó 1,49, en cuanto al valor de P fue de 0.3297 siendo mayor a 0.05, demostrando que hay una relación estadísticamente significativa entre la temperatura y la especie con un nivel de confianza del 95.0%. (Fig 12).

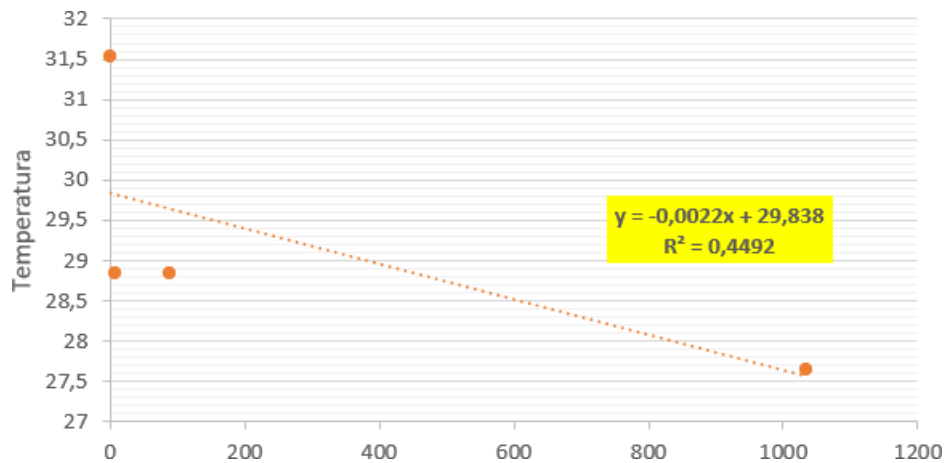


Figura 12 *Planktothrix* sp correlación con la temperatura

### 8.6.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *PLANKTOTHRIX* SP Y pH

Referente al pH con la especie dominante *Planktothrix* sp, indicó que el valor P= 0.5514 en la tabla ANOVA demostrando que es mayor a 0.05, por ende no hay una relación estadísticamente significativa entre pH y la especie con un nivel de confianza del 95.0%, el R-Cuadrada indicó que el modelo ajustado explica 20% de la variabilidad en todos los meses de muestreo con el pH, siendo el coeficiente de correlación igual a -0.448572, indicando una relación relativamente débil entre las variables y la desviación estándar fue de 0.238732. (Fig 13).

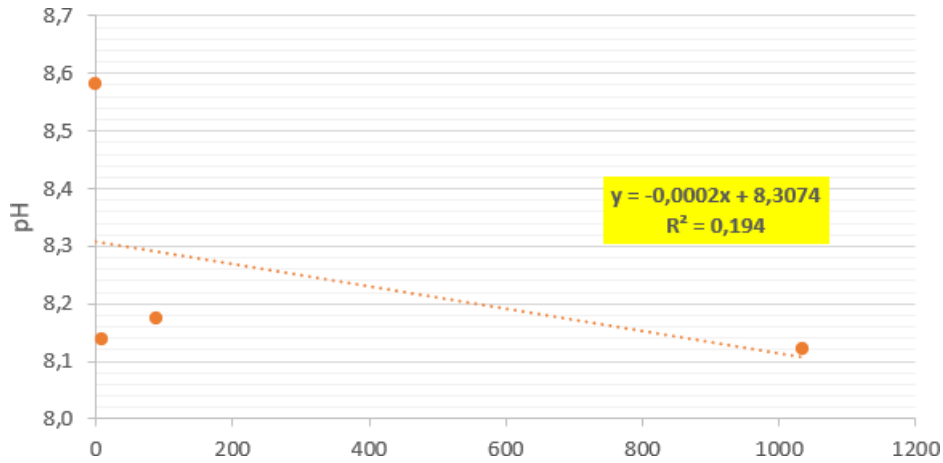


Figura 13 *Planktothrix* sp correlación de pH

### 8.6.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *PLANKTOTHRIX* SP Y TRANSPARENCIA

Durante todos los muestreos se obtuvo el coeficiente de correlación 0.601694, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables y un R-Cuadrado que mostró que el modelo ajustado correspondió el 36% de la variabilidad en la especie dominante *Planktothrix* sp y transparencia, mientras que error estándar del fue de 0.174147, lo que representó la dispersión típica de los datos alrededor de la línea de regresión identificada. Por otro lado, se obtuvo un valor p de 0.3983, lo que indicó ser mayor a el valor de significativa bajo el estudio. (Fig 14)

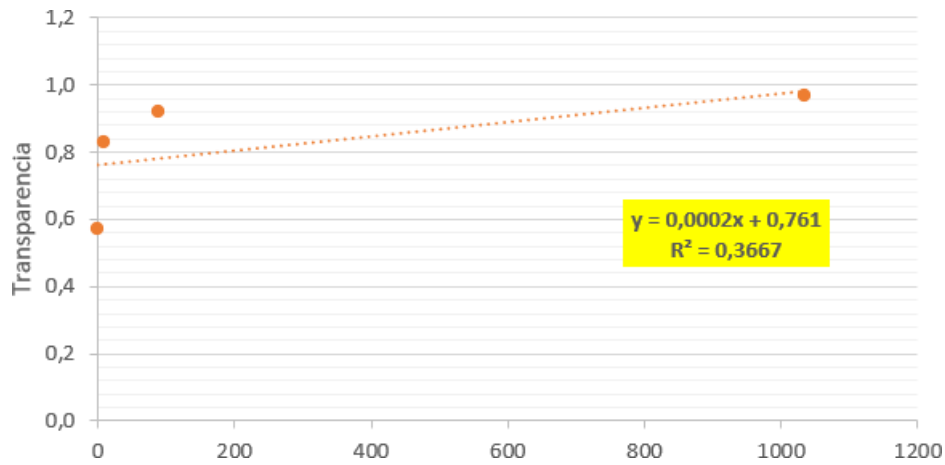


Figura 14 *Planktothrix* sp correlación con la transparencia

### 8.7.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CHAETOCEROS COARCTATUS* Y TEMPERATURA

Dentro de las especies más abundantes también se encuentra *Chaetoceros coarctatus*, siendo su error estándar de 1.39864, en cuanto su coeficiente de correlación -0.717663 en el cual el 51% se relacionó con la temperatura como lo indica en la (Fig 15). Por otra parte, la tabla ANOVA es mayor a 0.05 siendo el valor de  $P = 0.2823$  de manera que supera el valor de significancia.



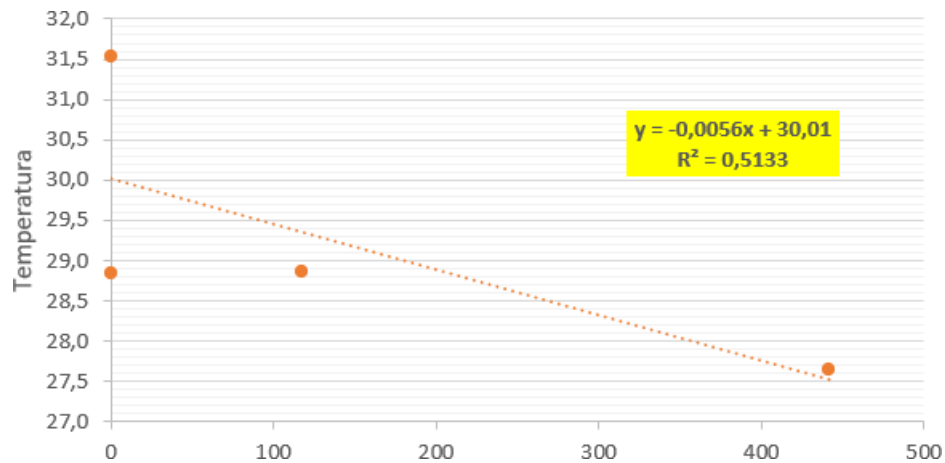


Figura 15 *Chaetoceros coarctatus* correlación con la temperatura

### 8.7.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CHAETOCEROS COARCTATUS* Y pH

En cuanto al pH, presenta un coeficiente de correlación fuerte de -0.500901, mientras que el R-cuadrado= 25.0902 registrando el 24% de asociación entre la variable y la especie. Cabe mencionar que el valor obtenido de pH tubo una influencia moderada en la distribución de las poblaciones de fitoplancton, con relación al valor de P, se tomo como significancia de 0.05 refiriéndose al 95 % de confianza demostrando que el valor de P fue igual a 0.499, indicando que es mayor al valor de significancia. (Fig 16).

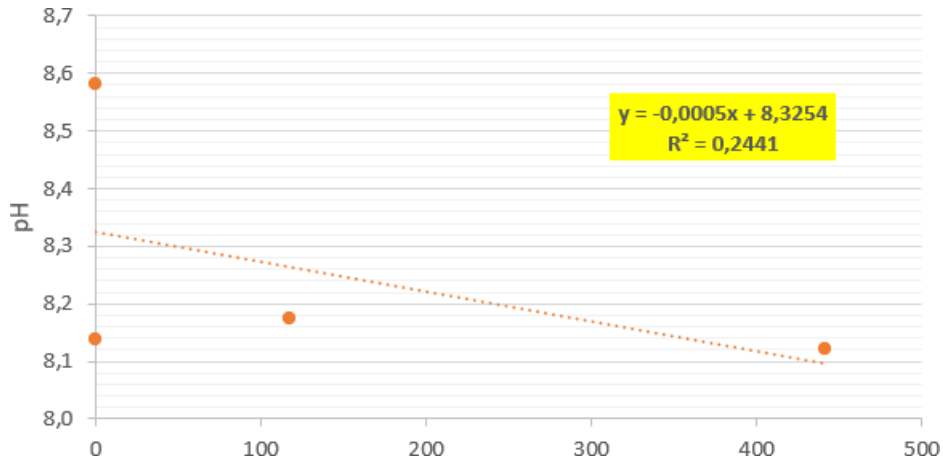


Figura 16 *Chaetoceros coarctatus* correlación con el pH

### 8.7.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE CHAETOCEROS COARCTATUS Y TRANSPARENCIA

El análisis reveló que la especie *Chaetoceros coarctatus* muestra una asociación significativa con la transparencia del agua, con un coeficiente de correlación de -0.86835 como indica en la (Fig 17). Esta correlación negativa fuerte indica que aproximadamente el 47% de la variabilidad puede ser atribuida a cambios en la transparencia del agua, indicando una influencia considerable en la presencia o abundancia de *C. coarctatus*, mientras que el valor de  $P = 0.3132$ . Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre transparencia y la especie con un nivel de confianza del 95%.

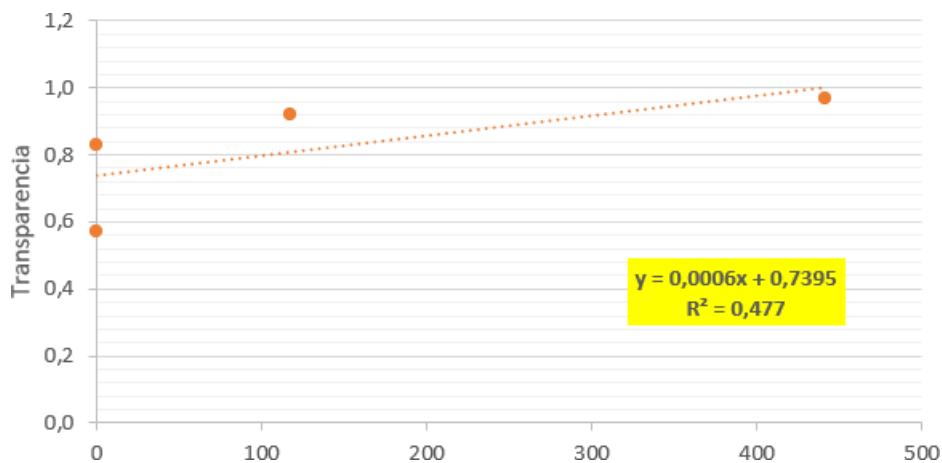


Figura 17 *Chaetoceros coarctatus* correlación con la transparencia

### 8.8.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *HEMIAULUS INDICUS* Y TEMPERATURA

El estadístico R-Cuadrado indicó que el modelo ajustado explicó que el 43% de la especie *Hemiaulus indicus* puede ser atribuida a cambios en la temperatura. El coeficiente de correlación es igual a -0.655554, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indicó que la desviación estándar es 1.51665. Con respecto al valor de P reflejó un valor de 0.3444 puesto que el valor P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95%. (Fig 18).

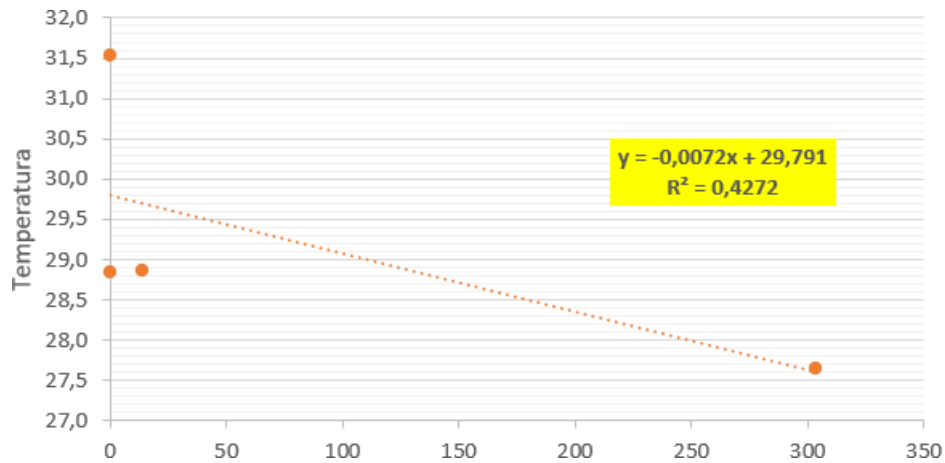


Figura 18 *Hemiaulus indicus* correlación con la temperatura

### 8.8.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA *ESPECIE HEMIAULUS INDICUS* Y pH

En la (Fig 19) se observó un R-cuadrado de 17.4429 indicando que el 17% de la especie tiene variabilidad en cuanto al pH, siendo la desviación estándar es 0.241228, Además el coeficiente de correlación es igual a -0,429452, indicando una relación relativamente débil entre las variables. Por otra parte, el valor de  $P= 0.5705$  demostró ser mayor al nivel de significancia en el cual es 0.05 con el 95 % demostrando que no hay una relación estadísticamente significativa entre pH y la especie.

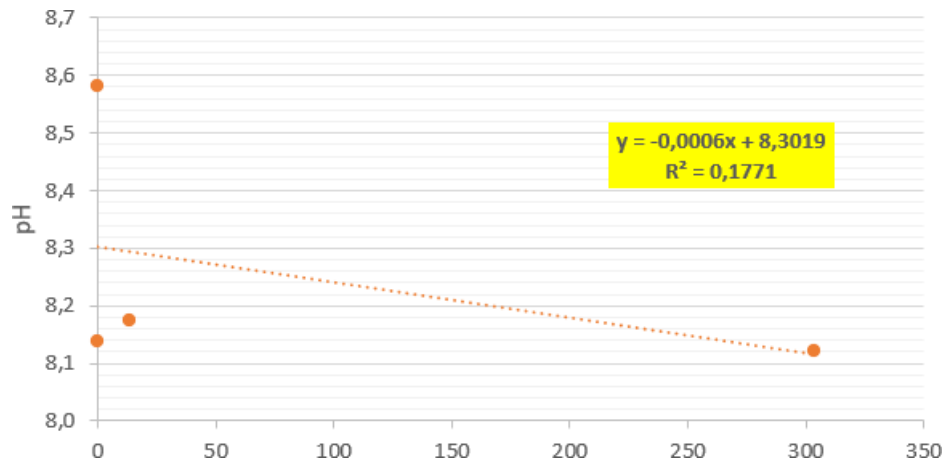


Figura 19 *Hemiaulus indicus* correlación con el pH

### 8.8.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *HEMIAULUS INDICUS* Y TRANSPARENCIA

Como se indicó en la (Fig 20), la especie *Hemiaulus indicus* presentó un coeficiente de correlación igual a 0.5775778 en relación con la transparencia. Este valor demostró una correlación moderada, lo que involucro que R-Cuadrado aproximadamente el 34% de la variabilidad de especies puede ser atribuida a cambios en la visibilidad del disco Secchi, mientras que la desviación estándar del estimado indicó 0.177987. Demostró un nivel de significancia de  $P= 0.4224$  siendo mayor a 0.05 en la tabla ANOVA.

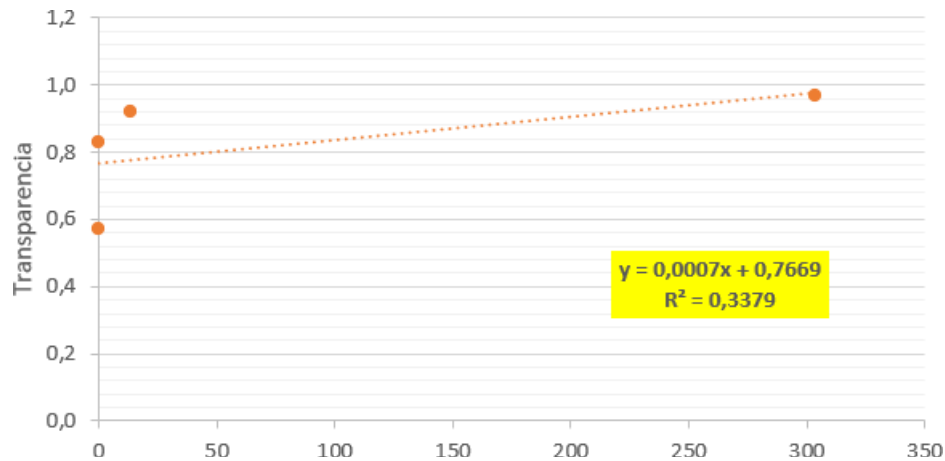


Figura 20 *Hemiaulus indicus* correlación con disco secchi

### 8.9.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FURCA* Y TEMPERATURA

Existe una asociación moderada pero significativa 0.403114 entre la temperatura y la presencia o abundancia de *Ceratium furca*, siendo su R-cuadrado= 0.162501 indicando que aproximadamente el 16% existe una variabilidad observada en la especie y la temperatura como se mostró en la (Fig 21), por consiguiente, el valor P fue de 0.5969 con un nivel de confianza del 95.0%, además su desviación estándar demostró valores de 1.838.

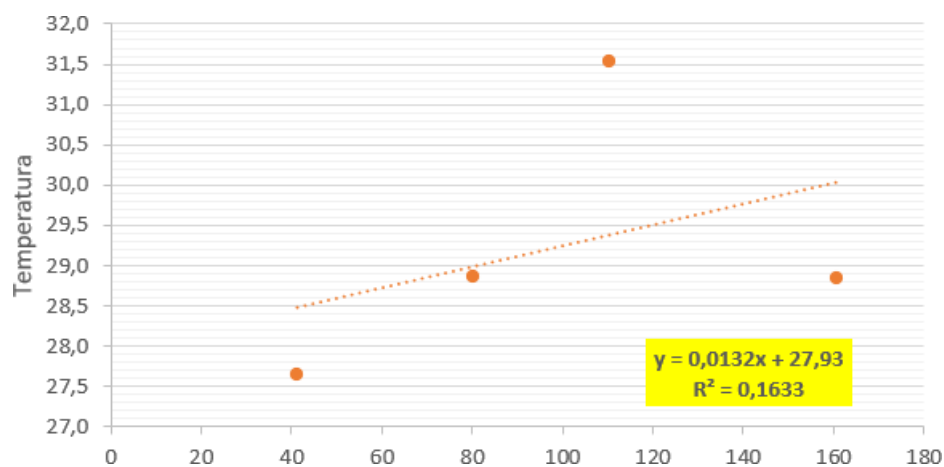


Figura 21 *Ceratium furca* correlación con la temperatura

### 8.9.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FURCA* Y pH

Se demostró un coeficiente de correlación 0.17 en relación con el pH. Este valor indica una correlación débil positiva, lo que implicó que aproximadamente el 2% de la variabilidad de *Ceratium furca* pudo ser atribuida a cambios en el pH, es decir, tiene una influencia mínima en la presencia o abundancia de la especie como indica la (Fig 22), en cuanto a su desviación estándar igual a 0.172113, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación es 0.263128, también reflejo un valor de  $p = 0.8279$  con el 95% de confianza.

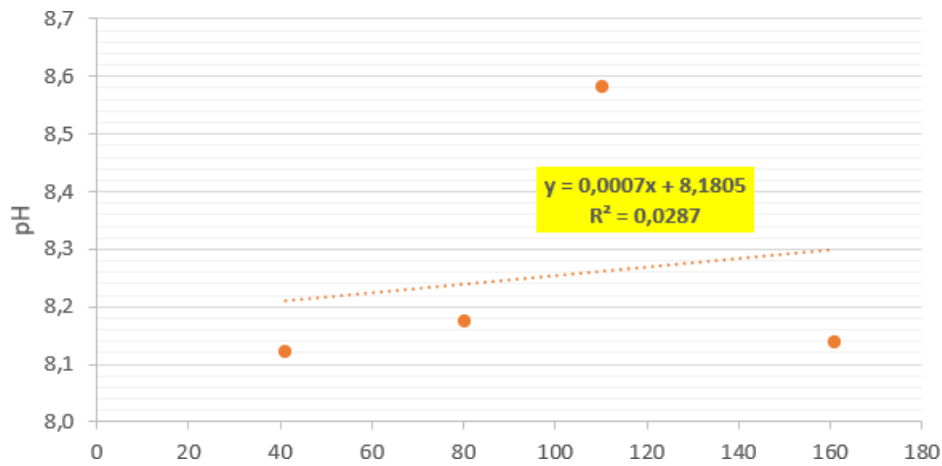


Figura 22 *Ceratium furca* correlación con el pH

### 8.9.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FURCA* Y TRANSPARENCIA.

La especie *Ceratium furca* presentó un coeficiente de correlación de -0.47 en relación con la transparencia, esta correlación negativa moderada indica que alrededor del 22% de la variabilidad observada en *Ceratium furca* estaba asociada con cambios en la visibilidad del disco Secchi (Fig 23). Por otro lado, el valor P 05295 siendo mayor a 0.05, indicando que no hay una relación estadísticamente significativa.



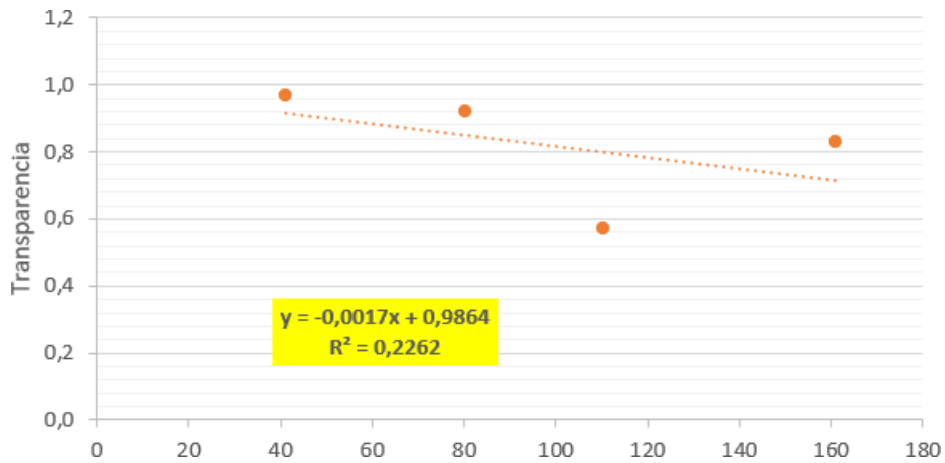


Figura 23 *Ceratium fusus* correlación con la transparencia

### 8.10.1 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FUSUS* Y TEMPERATURA

El estadístico R-Cuadrado explicó que el 2% tiene variabilidad con la temperatura, mientras que el coeficiente de correlación es igual a 0.148493, indicando una relación relativamente débil entre las variables, por otro lado, el error estándar del estimado indicó que la desviación estándar fue 1.98615. Por último, demostró un valor de  $P = 0.8515$  utilizando como nivel de significancia al 95%, siendo el valor de  $p$  mayor que 0.05 (Fig 24).

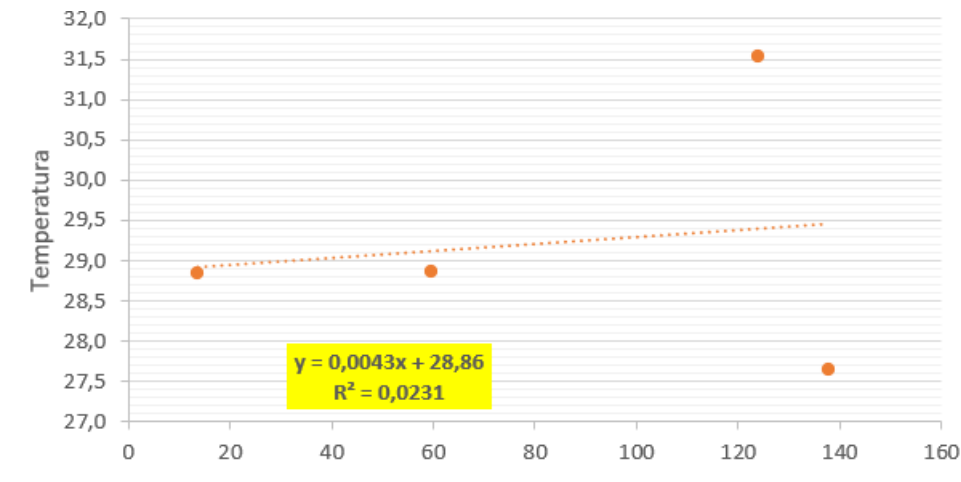


Figura 24 *Ceratium fusus* correlación con la temperatura

### 8.10.2 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FUSUS* Y pH

Se observó que la especie *Ceratium fusus* presentó un coeficiente de correlación de 0,42 con relación al pH como indica en la (Fig 25) demostrando una correlación moderada positiva indicó que alrededor del 17% de la variabilidad observada en *Ceratium fusus* está asociada al pH, asimismo se realizó el nivel de significancia en el cual se demostró el valor de  $p = 0.5879$  y el error estándar del estimado indicó que la desviación estándar es 0.243382.

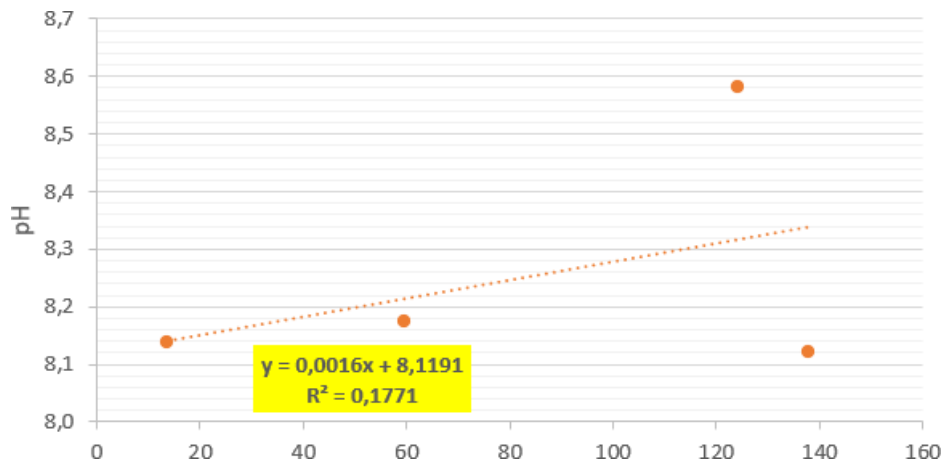


Figura 25 *Ceratium fusus* correlación con pH

### 8.10.3 CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA ESPECIE *CERATIUM FUSUS* Y TRANSPARENCIA

Se identificó un coeficiente de correlación de  $-0,162222$  al analizar las variables en cuestión, lo que indicó una correlación extremadamente débil entre la especie *Ceratium fusus* y la transparencia, mientras que R- cuadrado es igual  $0,026316$ , siendo el 2% señalando que solo un pequeño porcentaje de la variabilidad de la especie puede ser explicada por cambios en ese factor como se muestra en la (Fig 26), en cuanto a la desviación estándar fue de  $0,215143$  y por otra parte el valor de  $P=0,8378$  siendo mayor que el valor de significancia.

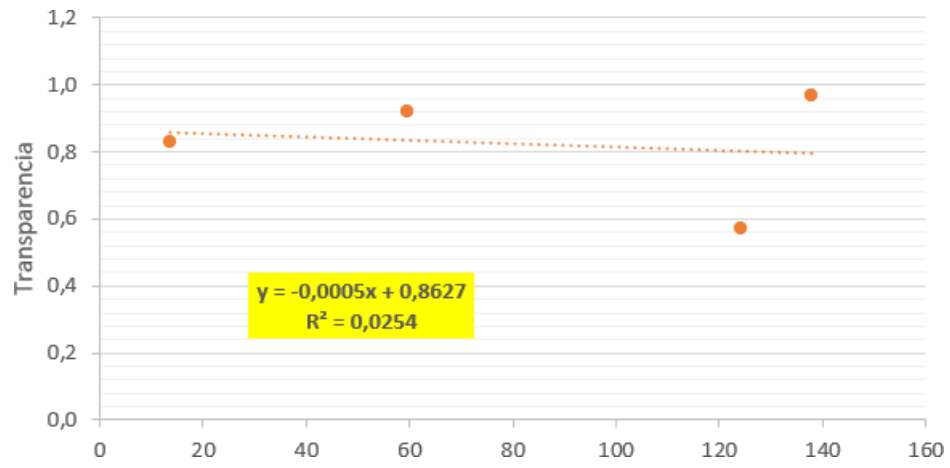


Figura 26 *Ceratium fusus* correlación con la transparencia

## 9. DISCUSIÓN

En la siguiente investigación se presenta evidencias:

Prado (2010), menciona en su estudio con el tema Composición, distribución y abundancia del plancton en sistemas fluviales de la provincia de los ríos-ecuador que encontró 95 especies fitoplanctónicas en el río Mocache predominando la especie *N. longissima*, mientras que en la presente investigación se encontraron 112 especies en todo el muestreo predominando la especie *plankthotrix* sp. Por otro lado (Slucco, 2014) demuestra en su estudio en embalses de 334 especies fitoplanctónicas, por el contrario, en el estudio de (Vera, 2022) que realizó en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el año 2002, indicó que se identificaron un total de 74 especies de fitoplancton, mientras que el estudio de (Tapia, 2010) se documentaron en total 45 especies de fitoplancton indicando que especies 31 pertenecían al grupo de diatomeas, 12 eran dinoflagelados, y 2 especies de tintinidos, de manera que si existen diferencias en cuanto al hallazgo de especies.

Además, 85 especies de diatomeas tanto céntricas como penales se encontraron en mayor cantidad de especies en el estudio de investigación de manera que (López & Altamirano, 2011) expresa que “Las diatomeas son un grupo taxonómico extremadamente abundante en los sistemas acuáticos. En entornos fluviales, representan aproximadamente el 80 al 90% de la comunidad de microorganismos fitoplanctónicos presentes”. Destacando la importancia y dominancia de las diatomeas en los ecosistemas acuáticos, donde juegan un papel vital en la producción primaria.

Jiménez (2002), registró en la entrada de la bocana del río Esmeraldas a las especies *Chaetoceros affinis*, *Ch. curvisetus* y *Bacteryastrum hyalinum* coincidiendo con las registradas en el presente estudio en el río Esmeraldas y en el Terminal Petrolero, a diferencia del estudio que se realizó en el río javita demostrando especies predominante *Coscinodiscus granii*, *Planktothrix* sp, *Rhizosolenia alata var curvirostrus* y *Chaetoceros curvisetus*.

Tapia (2012), realizó su estudio con el tema variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en esmeraldas

durante 2004 – 2005 demostrando que en abril se registró un total de 955 células localizadas en las estaciones, en cuanto al estudio realizado se registró para el mes de abril una densidad poblacional fitoplanctónica de 1048 cel.  $(100\text{m}^3)^{-1}$ .

En relación con la temperatura, es importante señalar que la temperatura superficial del río fue documentada alcanzando una máxima de 30.5 °C, según los datos proporcionados por el estudio realizado por Tapia (2012), sin embargo, en el marco de la investigación llevada a cabo en el río Javita, los resultados indicaron que la temperatura promedio registrada fue ligeramente superior, alcanzando un valor de 31.53 °C

Según el estudio realizado por (Morales et al., 2006), se ha observado que las cianobacterias tienen la capacidad de estar presentes en un intervalo de pH que incluye valores mayores a 7. Sin embargo, a pesar de esta tolerancia a diferentes niveles de pH, se ha notado que solo unas pocas especies de cianobacterias han sido registradas en su estudio, esto explica por qué en nuestro estudio solo aparecieron en todo los muestreos realizados 3 especies de cianobacterias.

Otro estudio con el tema “Análisis de la densidad y diversidad del fitoplancton en las estaciones fijas de la libertad y Esmeraldas, durante el periodo 2013 – 2015” indicó que los meses de abril se obtuvo una densidad de 316 cel./l, mientras que en mayo 100 cel./l y en junio 323 y en julio 630 cel./l indicó Parrales (2021), en comparación con el estudio de investigación se registraron cantidades 4839 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, mayo una densidad de 1531 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Para el mes de junio, se observó una densidad poblacional de 1508 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, abril se registró densidad e 1048 cel. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, demostrando que existió mayores densidades en el estudio.

Mafla (2015), realizó un estudio con el tema “Comparación de la distribución y abundancia de las especies de fitoplancton en las estaciones fijas 10 millas costa afuera de la libertad y manta en relación a la turbidez y temperatura superficial del mar, durante el año 2014” indicó en su investigación que en la estación la Libertad reflejo valores mayores de diversidad en el mes de abril con una mayor concentración de 2.62 bits y mayo a una menor concentración con 0.20 bits, por el contrario en el presente trabajo indicando que en abril se registró una diversidad mínima de 2.18 bits con el mes de mayo 2.84 bits de manera que la mayor diversidad se demostró en el mes de junio con 3.42 bits.



## 10. CONCLUSIÓN

Se logró aportar que existieron variedad de especies en el río javita, lográndose identificar un total de 112 especies en el cual están comprendidas diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, cianobacterias y tintinidos en los meses de muestreos.

Asimismo, la densidad poblacional se registró con mayor densidad en el mes de julio con un 32% siendo su densidad de  $4839 \text{ cel. (100m}^3\text{)}^{-1}$  viéndose estrechamente relacionadas sobre la serie de parámetros físicos que están presente en el ambiente acuático, comprender estos factores son esenciales para evaluar y gestionar de manera efectiva el ecosistema acuático.

Se estableció la diversidad del fitoplancton presente en el río Javita a mediante la relación de factores físicos observando la variaciones de su composición sobre las adaptaciones a las condiciones en estos hábitats en específico.

## 11. RECOMENDACIONES

- Realizar una revisión bibliográfica en el cual te permita obtener más conocimientos relacionado al fitoplancton.
- Se recomienda realizar varios estudios para lograr establecer una comparación en cuando a su diversidad y abundancia en las comunidades fitoplanctónicas.
- Realizar estudios con los parámetros químicos y otras variables que nos permita comprender su comportamiento con dichos organismos.

## **BIBLIOGRAFÍAS**

- Armengol, J & Limnología, A. E (2005). Limnética. Asociación Española de Limnología, 24, pp. 1-2
- Balech, E., & Ferrando, H. (2009). Fitoplancton marino. Retrieved from Google Books website:  
[https://books.google.com.ec/books/about/Fitoplancton\\_marino.html?id=MJTPAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Fitoplancton_marino.html?id=MJTPAAAAMAAJ&redir_esc=y).
- Blanco, S. (2015). Catálogo y claves de identificación de organismos fitobentónicos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico. MAGRAMA.
- Camprubí, R. B., Marco, L. P., Cabado, J. S., & Riera, F. V. (1998). Turismo y medio ambiente. Tomás Bretón, 2128045 Madrid España: Editorial Universitaria Ramon Areces.
- Casas, J. (2017). Guía para la realización de un estudio de investigación ambiental: el caso de la cuenca del río Adra. Dialnet. <https://doi.org/978-84-16642-51-9>
- Castillo, Oscar & Melin, Patricia. (2020). Hybrid Intelligent Systems in Control, Pattern Recognition and Medicine. 10.1007/978-3-030-34135-0.

Chambers, J. C. (1983). *Measuring Species Diversity on Revegetated Surface Mines: An Evaluation of Techniques*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.

Díaz, M; Bustos, M & Espinoza, A. (2009). PRUEBAS DE TOXICIDAD ACUÁTICA: FUNDAMENTOS Y MÉTODOS. Retrieved 2023, from ResearchGate website: [https://www.researchgate.net/publication/262669564\\_PRUEBAS\\_DE\\_TOXICIDAD\\_ACUATICA\\_FUNDAMENTOS\\_Y\\_METODOS](https://www.researchgate.net/publication/262669564_PRUEBAS_DE_TOXICIDAD_ACUATICA_FUNDAMENTOS_Y_METODOS)

Elosegi, A, & Sabater, S. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Retrieved from [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE\\_2009\\_conceptos\\_ecologia\\_fluvial.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_conceptos_ecologia_fluvial.pdf)

Felder, DL; Camp, DK (eds.) (2009) Golfo de México: orígenes, aguas y biota. Biodiversidad Texas A&M Press, College Station, Texas.

Fernández, A., Durán, A., & Jiménez, M. (2012). Contaminantes biológicos. Google Books; Díaz de Santos. <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=AA6PU4HL3EAC&oi=fnd&pg=PA251&dq=FERN%20C3%81NDEZ%20C%2BA.%20BM.%20C.%20C%2B%26%20BJIM%20C3%89NEZ%20C%2BM.%20BR.%20B%282012%29.%20Toxicolog%20C3%ADa%20Alimentaria.%20Ediciones%20BD%20C3%ADaz%20Bde%20BSantos.&ots=U8a1Y5dYpg&sig=7OTeQABGt4xXMP-t3YNPGs4-Stg#v=onepage&q&f=false>

Friedman, J. B. (2009). *Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México*. Instituto Nacional de Ecología.

Jimenez, E. M. (2002). *Actividad física y salud integral*. Editorial Paidotribo.

Jimenez, R. (2014) Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil - III edición, Instituto Oceanográfico y antártico de la armada - actas oceanográficas - diatomeas Y silicoflagelados del fitoplancton del golfo de guayaquil - III edición. Available at: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas-oceanograficas/file/288-diatomeas-y-silicoflagelados-del-fitoplancton-del-golfo-de-guayaquil-iii-edicion>

Lanza, G., Pulido, S., & Carvajal, J. (2000). Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación (bioindicadores). Recuperado de <https://n9.cl/hnfpw>.

Lobo, E. (2016). Índice trófico da qualidade da água Guia ilustrado para sistemas lóticos subtropicais e temperados Brasileiros sitio web: <http://repositorio.unisc.br:8080/jspui/bitstream/11624/1767/1/%C3%8Dndice%20tr%C3%B3fico%20de%20calidade%20da%20%C3%A1gua.pdf>.

López, S. (2005). La colección de microalgas dulceacuícolas y marinas de la Península de Yucatán. México, Merida: Universidad Autónoma De Yucatán.

- López F.O. & Altamirano M.C. (2011). Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur [Informe Final SNIB- CONABIO, Proyecto No. HJ032]. La Paz, México D.F.: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Lorencio, C. (1997). *Ecología de peces*. España: Univeridad de Sevilla. doi:978-84-472-0242-3.
- Mafla, E. F. (2015). Comparación de la distribución y abundancia de las especies de fitoplancton en las estaciones fijas 10 millas costa afuera de la libertad y manta en relación con la turbidez y temperatura superficial del mar, durante el año 2014. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Meraz, J. (2000). Nebel B. y R. Wright, 1999. Ciencias ambientales (Ecología y desarrollo sostenible). Prentice-Hall Pearson. México, 698 p. Ciencia y mar, 4(12), 65–66. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-mar/articulo/nebel-b-y-r-wright-1999-ciencias-ambientales-ecologia-y-desarrollo-sostenible-prentice-hall-pearson-mexico-698-p>
- Morales N., Arévalo K., Ortega J., Briceño B., Andrade C. & Morales E. 2006. El pH y la fuente nitrogenada como moduladores del crecimiento de la macrófita Lemna sp. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 23: 67-79.
- Moraña, L. B. (2013). Fitoplancton de ríos y arroyos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, Argentina. Lhawet, 2(1). <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/Lhawet/article/view/256>

- Núñez, E. F. (2000). *Sistemas silvopastorales establecidos con Pinus radiata D. Don y Betula alba L. en Galicia*. Univ Santiago de Compostela.
- Oliva, M. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. Elsevier, 54- 61.
- Orvay, F. C. (1993). *Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción*. Edicions Universitat Barcelona.
- Otero, A. (2001). *Medio ambiente y educación: Capacitación ambiental para docentes*. Noveduc Libros.
- Petit. (2008). *Cambio climático y biodiversidad en los territorios de ultramar de la Unión Europea*. IUCN.
- Prado, M., Bucheli, R., & Calderón.G. (2010). Composición, distribución y abundancia del plancton en sistemas fluviales de la provincia de Los Ríos, Ecuador. Aquadocs.org. <https://doi.org/>-
- Quijije, L. (2019). Composición y diversidad de la comunidad de fitoplancton en dos sectores contiguos de la bahía de Manta, Ecuador. Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud.
- Rodríguez, R., Osuna, F., & Ismael, L. (2004). El Fitoplancton en la Camaronicultura Y Larvicultura: Importancia de Un Buen Manejo. Recuperado de <http://www.cesasin.com.mx/Fitoplancton%20y%20camaronicultura.pdf>

Rodríguez, J. J. G. (2010). Ingeniería de Bioprocesos en el cultivo de dinoflagelados. Universidad Almería.

Rubio. (2011). Hidráulica de ríos y procesos morfológicos. Ecoe Ediciones.

Rubio, M. (2015). Fitoplancton marino de una zona costera del Pacífico tropical mexicano: Guía taxonómica comentada. Editorial Académica Española.

Stanier, R. Y. (2005). Microbiología. Reverte.

Shannon CE, Weaver W (1949) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.

Tapia, M. (2010). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/754/1/Variaci%C3%B3n%20estacional%20del%20fitoplancton.pdf>

Tapia, M. (2012). Variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en el estuario interior de esmeraldas durante los años 2004 – 2005\*. *Acta oceanográfica del pacífico. Vol. 17, n° 1.*  
Recuperado de [https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta17/OCE1701\\_4.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta17/OCE1701_4.pdf)

*Revista de biología tropical.* (2000). Universidad de Costa Rica.



- Vidal, A. (2010). Manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños / Luis Alfonso Vidal Velásquez. – Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Voudouris. (2012). *Ecological Water Quality: Water Treatment and Reuse*. BoD – Books on Demand.
- Yaneth, C. C., Myriam. (2017). *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. Ediciones USTA.
- Urdiales, B. A. V., Granillo, M. del P., & Dominguez, M. del S. V. (2014). *Biología General: Los sistemas vivientes*. Grupo Editorial Patria.
- Vera, K. (2022). Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el período 2002, 2003 y 2005. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

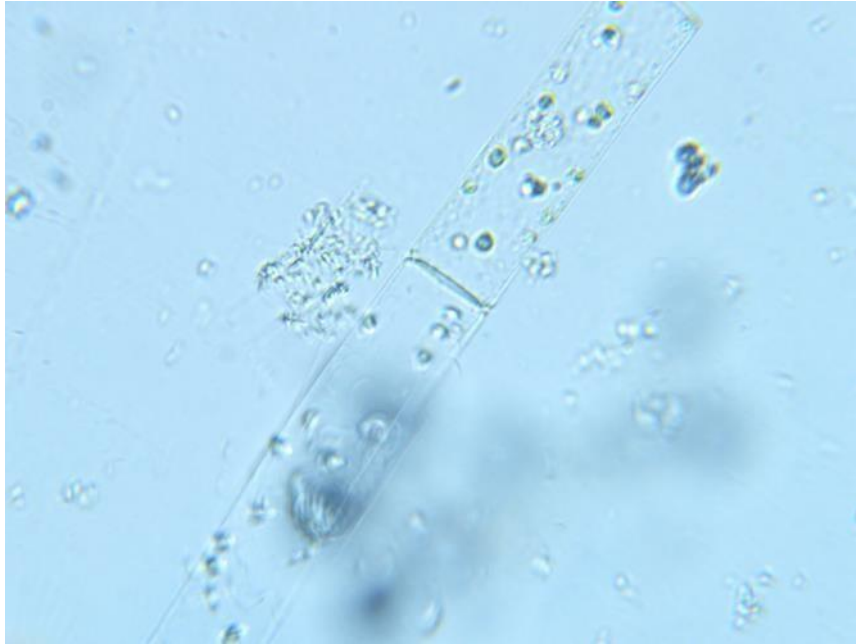
ANEXOS



*Figura 27 Amphipora alata*



*Figura 28 Stephanophysis palmeriana*



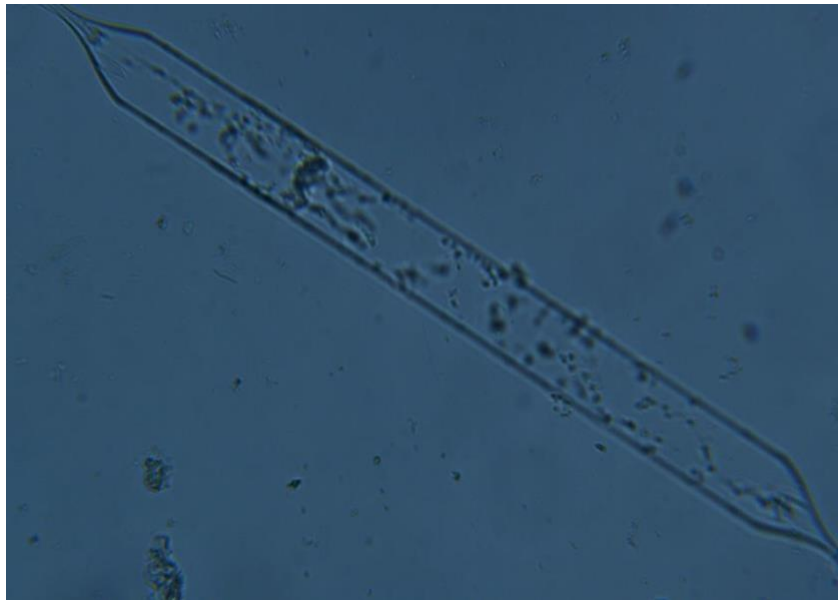
*Figura 29 Leptocylindrus danicus*



*Figura 30 Guinardia flaccida*



*Figura 31 Rhizosolenia alata*



*Figura 32 Rhizosolenia hebetata*



*Figura 33 Bacteriastrum elongatum*



*Figura 34 Chaetoceros curvisetus*



*Figura 35 Chaetoceros coartatus*



*Figura 36 Chaetoceros peruvianus*



*Figura 37 Climacodium frauenfeldianum*



*Figura 38 Nitzschia longissima*

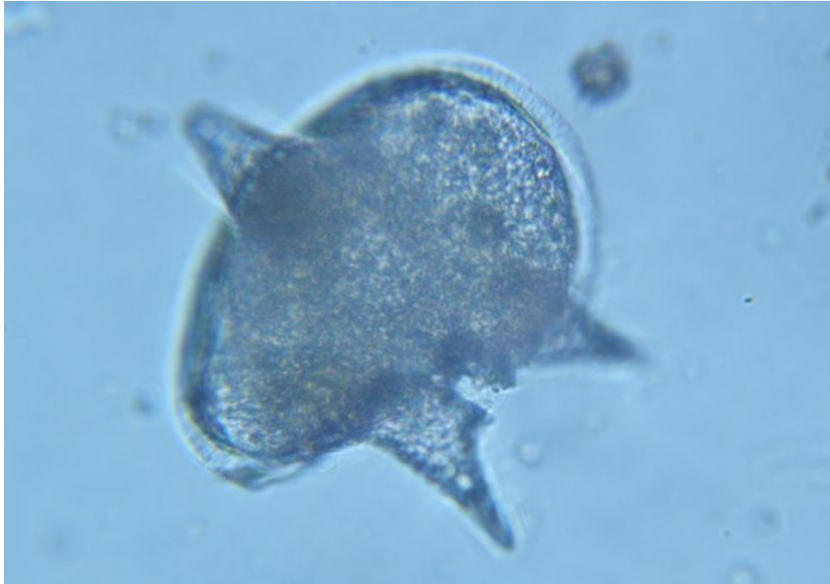


*Figura 39 Ceratium furca*

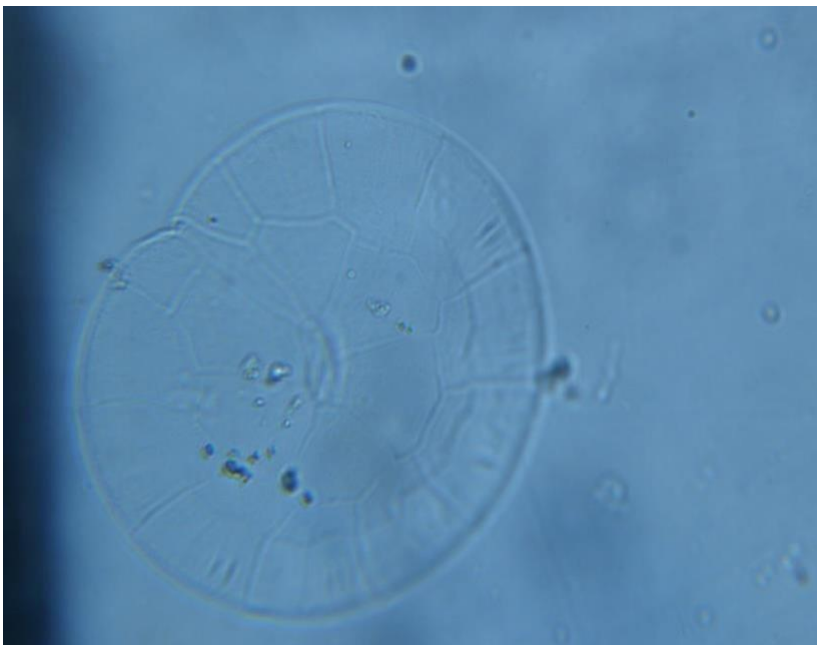


*Figura 40 Ceratium fusus*





*Figura 41 Protoperidium depressum*



*Figura 42 Pyrophacus steinni*



Figura 43 Toma de parámetros como la temperatura y pH en el río javita



Figura 44 Medición de la transparencia en el disco secchi



Figura 45 Malla de fitoplancton a manera superficial en el río javita



Figura 46 Recolección de la malla de fitoplancton en una estación



Figura 47 Salpiqueo del restante de agua en la recolección de la muestra



Figura 48 Recolección de la muestra de agua en el frasco de 150 ml



Figura 49 Colocación de formaldehído del 4% en la muestra



Figura 50 Conservación de las muestras de fitoplancton

## TABLAS

**Tabla 2 Densidad de especies fitoplanctónicas de todos los meses con su porcentaje**

ORDEN: CENTRALES					Promedi o	%
	ABRI L	MAY O	JUNIO	JULIO		
<i>Amphiprora alata</i>	14	46	0	0	15	1
<i>Actinoptychus senarius</i>	0	0	2	0	1	0
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	14	9	0	0	6	0
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0	2	2	28	8	0
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0	2	0	0	1	0
<i>Bacteriastrum varians</i>	0	0	2	28	7	0
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	0	5	5	0	2	0
<i>Biddulphia regia</i>	0	5	5	0	2	0
<i>Biddulphia sinensis</i>	0	0	5	0	1	0
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	37	32	193	65	3

<i>Chaetoceros boreale</i>	0	0	7	0	2	0
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	0	0	117	441	140	6
<i>Chaetoceros costatus</i>	0	0	7	0	2	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	85	0	21	1
<i>Chaetoceros denticulatum</i>	0	0	0	14	3	0
<i>Chaetoceros diversus</i>	0	5	23	14	10	0
<i>Chaetoceros debelis</i>	0	16	2	124	36	2
<i>Chaetoceros fv didymus</i>	0	0	11	0	3	0
<i>Chaetoceros laevis</i>	0	5	18	124	37	2
<i>Chaetoceros lauderis</i>	0	0	5	55	15	1
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	32	44	207	71	3
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0	2	0	28	7	0
<i>Chaetoceros radican</i>	0	7	0	0	2	0
<i>Chaetoceros radiatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros teres</i>	0	5	34	0	10	0
<i>Climacodium biconcanum</i>	28	5	0	28	15	1

<i>Climacodium fravenldianum</i>	28	80	2	97	52	2
<i>Coconeis sp</i>	0	7	0	0	2	0
<i>Coscinodiscus sp</i>	41	71	60	0	43	2
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	55	21	7	41	31	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	83	18	94	28	56	2
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	5	46	124	44	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	21	0	0	5	0
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>	0	0	2	0	1	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	11	0	28	10	0
<i>Euglena acus</i>	14	0	0	0	3	0
<i>Gyrosigma sp</i>	28	2	5	0	9	0
<i>Gyrosigma balticum</i>	0	2	0	0	1	0
<i>Guinardia delicatula</i>	55	11	5	0	18	1
<i>Guinardia flaccida</i>	28	46	46	124	61	3
<i>Gossleriella tropica</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Goniodoma sp</i>	0	0	0	0	0	0



<i>Hemiaulus membranaceus</i>	0	41	21	83	36	2
<i>Hemiaulus indicus</i>	0	0	14	303	79	4
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0	0	16	41	14	1
<i>Lauderia borealis</i>	0	21	7	41	17	1
<i>Leptocylindrus danicus</i>	55	117	14	0	47	2
<i>Licmophora lingbyei</i>	0	2	2	0	1	0
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Pinularia sp</i>	0	7	11	0	5	0
<i>Rhizosolenia alata var Brightwell</i>	41	28	21	0	22	1
<i>Rhizosolenia alata var indica</i>	55	14	28	138	59	3
<i>Rhizosolenia alata var cursirostrus</i>	28	39	69	97	58	3
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	0	2	0	41	11	0
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	0	0	2	55	14	1
<i>Rhizosolenia calcar</i>	0	5	5	14	6	0
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	0	9	23	165	49	2

<i>Rhizosolenia hyalina</i>	0	5	0	0	1	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	0	0	14	55	17	1
<i>Rhizosolenia setigera</i>	28	16	5	0	12	1
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	55	5	16	41	29	1
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0	11	9	0	5	0
<i>Synedra sp</i>	0	2	0	0	1	0
<i>Skeletonema costatum</i>	0	2	11	0	3	0
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0	11	16	0	7	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Triceratium favus</i>	0	0	0	0	0	0
<b>Orden: PENNALES</b>	0	0	0	0	0	0
<i>Navicola sp</i>	14	2	11	41	17	1
<i>Nitzschia sp</i>	0	16	0	0	4	0
<i>Nitzschia closteriun</i>	0	2	0	41	11	0
<i>Nitzschia lorenziana</i>	0	18	5	28	13	1
<i>Nitzschia longisima</i>	0	25	9	41	19	1
<i>Nitzschia obtusa</i>	0	2	2	28	8	0

<i>Nitzschia plana</i>	0	18	0	0	5	0
<i>Nitzschia pungens</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia reversa</i>	0	2	2	0	1	0
<i>Nitzschia sigma</i>	0	37	0	0	9	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	11	0	0	3	0
<i>Pseudoeunotia doliolus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis membranacea</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	0	5	0	41	11	1
<i>Thalassiotrix heteromorpha</i>	0	16	0	0	4	0
<i>Thalassiotrix mediterranea</i>	14	11	30	83	34	2
<b>Dinoflagelados</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Ceratium dens</b>	0	0	7	14	5	0
<i>Ceratium deflexum</i>	0	2	7	14	6	0
<i>Ceratium eaurcuatum</i>	0	2	9	0	3	0
<i>Ceratium falcatum</i>	0	48	0	0	12	1
<i>Ceratium furca</i>	110	161	80	41	98	4
<i>Ceratium fusus</i>	124	14	60	138	84	4

<i>Ceratium lunula</i>	0	5	2	0	2	0
<i>Ceratium macroceros</i>	0	2	25	0	7	0
<i>Ceratium massiliense</i>	0	2	30	69	25	1
<i>Ceratium porrectum</i>	0	28	28	69	31	1
<i>Ceratium tripos</i>	28	9	7	0	11	0
<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	16	28	11	0
<i>Ceratium vultur</i>	0	0	2	14	4	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	2	9	0	3	0
<i>Prorocentrum micans</i>	0	5	5	0	2	0
<i>Protoperidinium claudican</i>	0	0	14	0	3	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	83	5	7	0	24	1
<i>Protoperidinium obtusum</i>	0	2	0	0	1	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	0	25	0	6	0
<i>Protoperidinium pedunculatum</i>	0	2	0	0	1	0
<i>Protoperidinium steinii</i>	0	9	7	14	7	0

<i>Protoperidiniu m thorianum</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrophacus steinii</i>	28	165	2	14	52	2
<i>Planktothrix sp</i>	0	9	90	1034	283	13
<i>Phorrmidium sp</i>	0	67	0	0	17	1
<i>Oscillatoria sp</i>	0	0	11	234	61	3
<i>Silicoflagelado s</i>	0	5	0	0	1	0
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	23	28	13	1
<i>Tintinidos</i>	0	2	5	28	9	0
	1048	1531	1507,598 32	4839,942 18	2232	100

**Tabla 3 Densidades poblacionales con sus porcentajes de las especies fitoplanctónicas descrita en los meses (abril- julio)**

<b>MESES</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>Abril</b>	1048	11,739
<b>Mayo</b>	1531	17,150
<b>Junio</b>	1508	16,892
<b>Julio</b>	4839	54,217
	892,9	100

**Tabla 4 Promedios de los parámetros físicos de temperatura, pH y transparencia de cada mes de muestreo.**

MESES	TEMPERATURA	pH	TRANSPARENCIA
ABRIL	31,53	8,58	0,57
MAYO	28,85	8,14	0,83
JUNIO	28,86	8,18	0,92
JULIO	27,65	8,12	0,97

**Tabla 5 Densidades Fitoplanctónicas totales relacionadas con los parámetros físicos como la temperatura, pH y transparencia.**

	DENSIDAD	TEMPERATURA	pH	TRANSPARENCIA
ABRIL	1048	31,53	8,58	0,57
MAYO	1531	28,85	8,14	0,83
JUNIO	1508	28,86	8,18	0,92
JULIO	4839	27,65	8,12	0,97