



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**PRESENCIA DE MICROALGAS EPIFITAS ALOJADAS EN
PHAEOPHYCEAE EN LA ZONA INTERMAREAL "LA CHOCOLATERA" Y
"SAN LORENZO" SALINAS – ECUADOR**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de

BIÓLOGO

AUTORA:

Cañar Macías Ingrid Jennifer

TUTOR:

Blga. Cuenca Zambrano Mayra Magali M.Sc.

SANTA ELENA – ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

PRESENCIA DE MICROALGAS EPIFITAS ALOJADAS EN PHAEOPHYCEAE
EN LA ZONA INTERMAREAL "LA CHOCOLATERA" Y "SAN LORENZO"
SALINAS – ECUADOR

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de

BIÓLOGO

AUTORA:

Cañar Macías Ingrid Jennifer

TUTOR:

Blga: Cuenca Zambrano Mayra Magali, M.Sc.

SANTA ELENA – ECUADOR

2024

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“Presencia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en la zona intermareal "La Chocolatera" y "San Lorenzo" Salinas – Ecuador”**, elaborado por **Cañar Macias Ingrid Jennifer**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 1712887767

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular
✓ **“Presencia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en la zona intermareal "La Chocolatera" y "San Lorenzo" Salinas – Ecuador”**, elaborado por **Cañar Macias Ingrid Jennifer** estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ing. Gregoria Arteaga Figueroa, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 0905937686

DEDICATORIA

A mi amado, Panchito:

Este trabajo investigativo lo dedico con todo mi corazón a ti, Panchito (+). Recuerdo con profundo cariño tus sabios consejos, tu infinita paciencia y el inmenso amor que siempre me brindaste. Eras testigo de mis esfuerzos y sé que anhelabas con todo tu ser verme convertida en profesional.

Aunque ya no estés físicamente a mi lado, tu legado de amor, fortaleza y dedicación permanece vivo en mí. Este logro también es tuyo y lo ofrezco en tu memoria, con la esperanza de honrar tu recuerdo y de hacerte sentir orgulloso desde el cielo.

Gracias por ser mi ángel guardián.

Ingrid Jennifer Cañar Macías

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, especialmente a la Facultad Ciencias Del Mar, por brindarme la oportunidad y el entorno académico propicio para llevar a cabo esta investigación.

A los docentes de la Facultad, quienes con su experiencia y conocimientos enriquecieron mi proceso de aprendizaje y desarrollo profesional durante mi etapa universitaria

De manera especial, a mi tutora, Blga. Mayra Cuenca Zambrano, por su invaluable guía y retroalimentación a lo largo de todo el proceso.

Así mismo, a la Dra. Jaqueline Cajas Flores del IPIAP por su retroalimentación y validación de información obtenida en este documento investigativo.

Extiendo mi gratitud a quienes conforman la REMACOPSE por su apertura y apoyo en la obtención de las muestras biológicas necesarias para este proyecto.

Por último, extiendo mi gratitud a todas las personas, amigos y familiares, en especial mis padres Carlos y María que, de una u otra manera, me apoyaron emocionalmente para poder culminar satisfactoriamente este proyecto.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **CAÑAR MACIAS INGRID JENNIFER** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

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



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



Ing. Gregoria Arteaga Figueroa M.Sc.
PROFESORA DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. Mayra Cuenca Zambrano M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



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



Lcdo. Pascual Roca Silvestre M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

Yo, **INGRID JENNIFER CAÑAR MACIAS** con cédula de Identidad **2400336323** declaro bajo juramento que la responsabilidad por las ideas, contenido y análisis de los resultados expuestos en este trabajo de Integración curricular me corresponden de manera exclusiva y el patrimonio intelectual del mismo lo comparto con la Universidad Estatal Península de Santa Elena



Ingrid Jennifer Cañar Macias
2400336323

ABREVIATURAS

- CCA: Análisis de Correspondencia Canónica
- NO^{3-} Nitratos
- NO^{2-} Nitritos
- PSU: Unidades prácticas de Salinidad
- pH: Potencial de Hidrogeno
- °C: Grados Celsius / Centígrados

GLOSARIO

- Epifitas: Organismos que crecen o desempeñan parte de su ciclo de vida en otros.
- Hospedero: Ser vivo que proporciona habitat, refugio u alimento a otros organismos.
- Abundancia relativa: Hace referencia a la proporción de organismos pertenecientes a un mismo grupo en forma porcentual
- Riqueza especifica: Valor total de especies u organismos ubicados en determinada comunidad/sitio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.3.3. Hipótesis.....	5
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Microalgas epifitas a nivel mundial	6
2.1.1.1. Microalgas epifitas a nivel continental	7
2.2. Definición y generalidades.....	8
2.2.1. Phylum Ochrophytas.....	9
2.2.2. Clase Phaeophyceae	10
2.2.2.1. Orden Dictyotales.....	11
2.2.2.2. Orden Ectocarpales	12
2.3. Microalgas Epifitas	13

2.3.1.	Bacillaryophyta	14
2.3.2.	Cyanophyta	25
2.3.3.	Dinophyta.....	27
2.3.4.	Crisophyta	29
2.5.	Marco Legal	31
2.5.1.	Áreas de Protección.....	31
2.5.2.	Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	31
2.5.3.	Constitución de la República de Ecuador	32
2.5.4.	Texto Unificado de Legislación secundaria de Medio Ambiente.	33
3.	CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	35
3.1.	Área de estudio.....	35
3.2.	Metodología	37
3.2.1.	Materiales.....	37
3.2.2.	Fase de campo	37
3.2.3.	Fase de laboratorio.....	38
3.2.3.1.	Cuantificación de epifitas.....	38
3.2.3.2.	Identificación de las epifitas.....	39
3.2.4.	Índice ecológico	39

3.2.4.1.	Índice de Shannon-Weiner	39
3.2.5.	Análisis de datos	40
3.2.5.1.	Análisis de Correspondencia Canónica.....	40
3.2.5.2.	Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov	41
3.2.5.3.	Correlación de Spearman	41
3.2.6.	Medición de parámetros fisicoquímicos	41
4.	CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .	43
4.1.	Familias de Microalgas epifitas alojadas en la Phaeophyceae.....	43
4.1.1.	Microalgas alojadas en “La Chocolatera”.....	47
4.1.2.	Microalgas alojadas en “San Lorenzo”.....	47
4.2.	Diversidad de epifitas de acuerdo con la zona de Estudio.....	48
4.2.1.	Índice de Diversidad para “La Chocolatera”	48
4.2.2.	Índice de Diversidad para “San Lorenzo”.....	49
4.3.	Relación de las microalgas epifitas con los parámetros pH, salinidad, temperatura, nitritos y nitratos.....	50
4.3.1.	Parámetros fisicoquímicos del agua en “La Chocolatera”	51
4.3.2.	Parámetros fisicoquímicos del agua en “San Lorenzo”	54
5.	DISCUSIONES	66

5.1.	Identificación y Distribución de Familias de Epifitas en Phaeophyceae	66
5.2.	Diversidad y Abundancia de Familias de microalgas epifitas	67
5.3.	Parámetros Físicos y Químicos del Agua.....	68
6.	CONCLUSIONES.....	71
7.	RECOMENDACIONES.....	72
8.	BIBLIOGRAFÍA	73
9.	ANEXOS	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de acuerdo con la zona de estudio	36
Tabla 2 . Distribución de familias epifitas según la Zona de Estudio	44
Tabla 3. Parámetros físico-químicos de "La Chocolatera"	51
Tabla 4. Parámetros físico-químicos de "San Lorenzo"	55
Tabla 5. Prueba de Normalidad de Índices ecológicos y parámetros físico-químicos de "La Chocolatera"	59
Tabla 6. Correlación de Spearman entre el Índice de Shannon-Weiner con Temperatura, pH, Salinidad, Nitritos y Nitratos.....	60
Tabla 7. Prueba de Normalidad de índices ecológicos y parámetros físico-químicos de "San Lorenzo"	63
Tabla 8. Correlación de Spearman entre el Índice de Shannon con Temperatura, salinidad pH, nitritos y nitratos.	64

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio.....	36
Gráfico 2. Distribución porcentual de familias asociadas a Phaeophyceae	43
Gráfico 3. Densidad celular de Organismos en "La Chocolatera"	45
Gráfico 4. Densidad celular de organismos en "San Lorenzo"	46
Gráfico 5. Microalgas epifitas en "La Chocolatera" según el monitoreo.....	47
Gráfico 6. Microalgas epifitas en "San Lorenzo" según el monitoreo	48
Gráfico 7. Índices de acuerdo con los monitoreos de "La Chocolatera"	49
Gráfico 8. Índices de acuerdo con los monitoreos de "San Lorenzo"	50
Gráfico 9. Parámetros físico-químicos del agua en “La Chocolatera” según el monitoreo	52
Gráfico 10. CCA entre Epifitas y variables físico-químicas de “La Chocolatera” ...	53
Gráfico 11. Parámetros físico-químicos del agua en "San Lorenzo" según el monitoreo	56
Gráfico 12. CCA entre epifitas y variables físico-químicas de "San Lorenzo"	57
Gráfico 13. Correlación de Spearman entre el índice de Shannon y la temperatura, Salinidad, pH, nitritos y nitratos de "La Chocolatera"	61
Gráfico 14. Correlación de Spearman entre el índice de diversidad de Shannon con temperatura, salinidad, pH, nitritos y nitratos de "San Lorenzo"	65

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Biddulphia</i> sp.	15
Ilustración 2. <i>Coscinodiscus</i> sp.	16
Ilustración 3. <i>Nitzschia closterium</i>	16
Ilustración 4. <i>Fragilariopsis</i> sp.	17
Ilustración 5. <i>Cymbella</i> sp.	17
Ilustración 6. <i>Diploneis</i> sp.	18
Ilustración 7. <i>Frustulia</i> sp.	18
Ilustración 8. <i>Leptocylindrus danicus</i>	19
Ilustración 9. <i>Licmophora abbreviata</i>	19
Ilustración 10. <i>Licmophora flabellata</i>	20
Ilustración 11. <i>Licmophora gracilis</i>	20
Ilustración 12. <i>Navícula</i> sp. 1	21
Ilustración 13. <i>Navícula</i> sp. 2	21
Ilustración 14. <i>Navícula tripunctata</i>	22
Ilustración 15. <i>Stauroneis</i> sp.	22
Ilustración 16. <i>Lithodesmiun</i> sp.	23
Ilustración 17. <i>Pinnularia</i> sp.	23
Ilustración 18. <i>Pleurosigma rigidum</i>	24
Ilustración 19. <i>Gyrosigma acuminatum</i>	24
Ilustración 20. <i>Surirella</i> sp.	25

<i>Ilustración 21. Oscillatoria sp.</i>	26
<i>Ilustración 22. Spirulina sp</i>	26
<i>Ilustración 23. Dinophysis caudata</i>	27
<i>Ilustración 24. Prorocentrum lima</i>	28
<i>Ilustración 25. Prorocentrum micans</i>	28

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Zona intermareal "La Chocolatera"	86
Anexo 2. Zona intermareal "San Lorenzo"	86
Anexo 3. Densidad celular correspondiente a "La Chocolatera"	87
Anexo 4. Densidad celular correspondiente a "San Lorenzo"	87
Anexo 5. Índices ecológicos de “La Chocolatera” y “San Lorenzo”	88
Anexo 6. Matriz de Datos para CCA en "La Chocolatera"	89
Anexo 7. Matriz de Datos para CCA de "San Lorenzo"	90
Anexo 8. Gráficas de Prueba de Normalidad Para "La Chocolatera"	91
Anexo 9. Gráficas de Prueba de Normalidad para "San Lorenzo"	92
Anexo 10. Abundancia en todo el estudio	93
Anexo 11. Macroalga Padina spp. encontrada en "La Chocolatera"	94
Anexo 12. Medición del transecto de estudio	94
Anexo 13. Recolección de macroalga.....	95
Anexo 14. Toma de Parámetros físicos.....	95
Anexo 15. Toma de peso Húmedo de Macroalgas	96
Anexo 16. Alícuota Final para análisis en Laboratorio	96
Anexo 17. Macroalga Colpomenia encontrada en "San Lorenzo"	97
Anexo 18. Recolección de Macroalga	97
Anexo 19. Rotulación de envases de acuerdo con la muestra	98
Anexo 20. Alícuotas para análisis en el Laboratorio	98

Anexo 21. Toma de parámetros físicos del agua	99
Anexo 22. Análisis de microalgas en el Laboratorio	99
Anexo 23. Certificación de Familias resultantes en este estudio.....	102
Anexo 24. Permiso de Investigación	103

RESUMEN

Las algas macroscópicas dentro de un ecosistema marino forman densos bosques, caracterizados por generar productividad y dinamismo al planeta, pudiendo compararse con ecosistemas de arrecifes, humedales y selvas tropicales. Dentro de ellas se albergan, refugian o alimentan diferentes tipos de organismos, incluyendo microalgas. Las macroalgas Phaeophyceae; Padina y Colpomenia, debido al tamaño de sus frondes, han sido consideradas como un sustrato idóneo para organismos epífitos. El objetivo de este estudio fue determinar las microalgas epífitas presentes en Phaeophyceae, mediante claves de identificación e índices ecológicos relacionándolos al pH, salinidad, temperatura, nitritos y nitratos tanto en la zona intermareal de “La Chocolatera” como “San Lorenzo” siguiendo la metodología empleada que incluyó coleccionar 20 gr de macroalgas en cada zona, para realizar el desprendimiento de las epífitas mediante agitación rigurosa y continuar con la identificación y conteo. Los resultados reflejaron en la distribución de los organismos en tres clases: Cyanophyceae representó el 12.5%, Bacillariophyceae 75%, y Dinophyceae 12.5% de un total de 16 familias, encontrándose en la zona uno todas las familias, mientras que en la zona dos solo 14 de ellas. El análisis de Correspondencia Canónica relacionó las densidades de cada familia con los parámetros físico-químicos de acuerdo con los datos obtenidos. En cuanto a la abundancia, las familias sobresalientes fueron Bacillariaceae 19.87 %, Naviculaceae 17.40 % y Licmophoraceae 16.56 %. En conclusión, se aceptó la hipótesis nula, ya que las variables físico-químicas no intervinieron significativamente en las comunidades de microalgas epífitas alojadas en Phaeophyceae, recomendándose realizar investigaciones sobre otros macrófitos.

Palabras claves: Microalgas, Epífitas, Phaeophyceae, Abundancia.

ABSTRACT

Macroscopic algae within a marine ecosystem form dense forests, characterized by generating productivity and dynamism to the planet, being comparable to reef ecosystems, wetlands, and tropical forests. Within them, different types of organisms, including microalgae, are housed, sheltered, or fed. The macroalgae Phaeophyceae; *Padina* and *Colpomenia*, due to the size of their fronds, have been considered as a suitable substrate for epiphytic organisms. The objective of this study was to determine the epiphytic microalgae present in Phaeophyceae, using identification keys and ecological indices, relating them to pH, salinity, temperature, nitrites, and nitrates in both the intertidal zone of "La Chokolatera" and "San Lorenzo", following the methodology that included collecting 20 gr of macroalgae in each zone, to perform the detachment of the epiphytes by rigorous and continuous agitation and continue with the identification and counting. The results reflected the distribution of the organisms into three classes: Cyanophyceae represented 12.5%, Bacillariophyceae 75%, and Dinophyceae 12.5% of a total of 16 families, with all families found in zone one, while in zone two only 14 of them. The Canonical Correspondence Analysis related the densities of each family with the physicochemical parameters according to the data obtained. In terms of abundance, the outstanding families were Bacillariaceae 19.87%, Naviculaceae 17.40%, and Licmophoraceae 16.56%. In conclusion, the null hypothesis was accepted, as the physicochemical variables did not significantly intervene in the communities of epiphytic microalgae housed in Phaeophyceae, and it is recommended to conduct research on other macrophytes.

Keywords: Microalgae, Epiphytes, Phaeophyceae, Abundance.

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las algas macroscópicas dentro de un ecosistema marino forman densos bosques, que se caracterizan por generar productividad y dinamismo en el planeta, pudiendo compararse con otros ecosistemas marinos como arrecifes, humedales y terrestres como selvas tropicales (Biodiversidad Mexicana , 2022). Tienen la capacidad de asilar, brindar refugio y alimento a distintos especímenes que incluye a los grupos de vertebrados, invertebrados y microalgas (Gómez, Fernández, Jover, & Delgado, 2012). Las macroalgas para poder desarrollarse con éxito necesitan de un sustrato, pudiendo ser arena, roca, restos de conchas u otras macroalgas (Patiño, Acosta, & Ardisson, 2022). La distribución y el crecimiento son específicas para cada grupo, de tal forma que al estudiar estas comunidades se deben de considerar factores bióticos y abióticos como temperatura, luz, corrientes marinas, salinidad e incluso competencia y depredación, los mismos que intervendrán en reproducción, desarrollo y morfología (Fernández D. , 2018). Al igual que los pastos marinos, la estructura de las algas propician la aparición de un sinnúmero de microhábitats, donde el fronde ejerce la función de sustrato para otros organismos (Nava-Olvera, Mateo-Cid, Mendoza-González, & García-López, 2017).

El epifitismo, en ecología; se refiere a cualquier tipo de organismo fotosintético que crece sobre otro, donde la interacción que realizan no es perjudicial, ya que no lo parasita como otro tipo de relaciones interespecíficas. Las algas pertenecientes a la

Clase Phaeophyceae como Padina, y Colpomenia, han sido consideradas como un sustrato idóneo para organismos epífitos, debido al tamaño de sus frondes. El tamaño de las estructuras de adhesión y del epífito también son importantes y afectan en cierto grado la sobrevivencia del huésped (Mateo, Sánchez, & Rodríguez, 2014).

La interacción entre las macroalgas y la diversidad-abundancia epífitas determinan el estado ecológico y condiciones ambientales de un ecosistema. Las microalgas forman comunidades complejas, por tanto, hay géneros que proliferan en mayor o menor proporción bajo ciertas condiciones del agua tales como: temperatura, salinidad, pH, nitritos, nitratos.

1.1. PROBLEMÁTICA

Las algas forman parte de una amplia variedad de ecosistemas y poseen características especiales en cuanto a tamaños y formas. Los factores fisicoquímicos del agua intervienen en la fijación, distribución, diversidad y abundancia de los organismos, incluyendo las microalgas, dentro de un hábitat acuático (Mehta & Mehta, 2021). Algunas macroalgas ya son parte de la actividad acuícola, por lo que es crucial entender cómo estos organismos y sus condiciones podrían afectar los cultivos, ya que sus aplicaciones incluyen la satisfacción de la demanda alimenticia, la industria cosmética y la obtención de metabolitos de interés biotecnológico.

La información sobre los organismos epifitos en el país es limitada, pues la mayoría de las investigaciones se han centrado en el fitoplancton marino. Profundizar en la relación entre las macroalgas, sus epifitos y los factores físico-químicos in situ abre nuevas áreas de estudio y permitiría entender el impacto de la proliferación o disminución de estos organismos sobre los ecosistemas marinos y los cultivos.

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta: ¿En qué medida los factores físico-químicos del agua pueden incidir en la diversidad y abundancia de las comunidades de microalgas epifitas asociadas a macroalgas Phaeophyceae?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La acuicultura ha crecido rápidamente en las últimas décadas para satisfacer la creciente demanda de productos del mar, incluyendo las macroalgas. Sus principales aplicaciones abarcan la alimentación humana y animal, la producción de biocombustibles, cosméticos, fertilizantes y la obtención de metabolitos. Es necesario entender cómo las condiciones del agua influyen en los organismos epifitos de las macroalgas Phaeophyceae, ya que podrían interferir o dañar la finalidad de un cultivo. Algunas microalgas epifitas son tóxicas y pueden provocar floraciones algales nocivas (FANs), afectando la salud humana o animal. Conocer esta información permitiría evaluar el impacto en el ecosistema y la rentabilidad del cultivo de determinadas macroalgas.

A nivel mundial, las plataformas rocosas intermareales juegan un papel ecológico importante al mantener el equilibrio entre ecosistemas, proporcionando refugio, alimento y reproducción para diversas especies. Al estudiar dos áreas, "San Lorenzo" y "La Chocolatera", se podrá analizar la variabilidad de los factores fisicoquímicos y su influencia en la diversidad y abundancia de las microalgas epifitas asociadas a las macroalgas Phaeophyceae.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar las microalgas epifitas presentes en Phaeophyceae, mediante claves de identificación e índices ecológicos relacionándolos al pH, salinidad, temperatura, nitritos y nitratos tanto en la zona intermareal de “La Chocolatera” y “San Lorenzo” Salinas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar microalgas epifitas de acuerdo con la zona de estudio, mediante claves taxonómicas
- Determinar la Diversidad y Abundancia de epifitas en las zonas de estudio aplicando el índice ecológico de Shannon-Weiner.
- Relacionar las microalgas epifitas con los parámetros pH, salinidad, temperatura, nitritos y nitratos mediante pruebas estadísticas.

1.3.3. Hipótesis

H0. Los parámetros físicos-químicos del agua no intervienen significativamente en la diversidad y abundancia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae tanto en “La Chocolatera” como en “San Lorenzo”.

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Microalgas epifitas a nivel mundial

A nivel mundial el estudio de organismo epifitos ha sido de gran relevancia, de tal forma que Al-Harbi (2017) en su investigación sobre dinámica y composición de microalgas epifitas alojadas en algas pardas en Arabia Saudita, muestra que aspectos como morfología, textura superficial y rugosidad de las macroalgas influyen en la presencia de diatomeas proporcionando así un punto de unión y refugio para las mismas. Adam, Hifney, Fawzy, & Al-Badaani (2017), buscó establecer diferencias entre 2 medio donde se encontraba el macrófito, uno contaminado y otro no contaminado, con el fin de establecer estudios ecológicos y de biodiversidad estacional en Assiut, Egipto. Stanca & Pearson (2021) con su investigación sobre la dinámica de las microalgas epifitas y los factores que influyen en la composición de la comunidad, mencionan que el nivel de las olas y la temperatura puede influir en la composición del fitoplancton y las microalgas epifitas. Mehta & Mehta (2021) bajo la investigación Macroalgas marinas: un hospedador de microalgas epifitas; intentan explicar el mecanismo de especificidad del huésped con el hospedador y además proporcionaron datos que podrían ser utilizados como referencia para la distribución estacional y espacial de las algas asociadas, puesto que tanto los factores bióticos como abióticos afectan la distribución de los organismos en la cadena trófica.

Burfeid-Castellanos et al, (2021) evaluaron la estructura y riqueza de las diatomeas epifitas con relación al hospedador y su ubicación en la Antártida donde la composición de las especies de diatomeas podría variar de acuerdo con el hospedador, sin embargo, la diversidad y riqueza no seguían una tendencia clara con respecto a la ubicación o profundidad donde fueron extraídas.

2.1.1.1. Microalgas epifitas a nivel continental

En América se han realizado estudios de gran impacto en macroalgas pardas donde Da Silva, Barreto, Da Silva-Cunha, Campos, & Eskinazi-Leca, (2016) estudiaron la estructura de la comunidad de diatomeas epifitas en algas marinas en Brasil donde establecieron diferencias cualitativas y cuantitativas entre los macrófitos con mayor diversidad de forma. Poza, Gauna, Escobar, & Parodi, (2017) bajo la investigación de Dinámica temporal de algas epifitas en *Leathesia marina* y *Colpomenia sinuosa* indican que a pesar de que ambas especies habitan en el mismo nicho espacial, ocurren en tiempo y bajo condiciones ambientales diferentes.

En Ecuador existe pocos estudios sobre microalgas epifitas alojadas en macroalgas, sin embargo, uno de los más recientes trabajos corresponde a Garzón, (2019), con el tema de presencia de microalgas tóxicas en las costas de Ecuador, donde se obtuvo las microalgas del fronde de macroalgas con distintas características morfológicas.

2.2. Definición y generalidades

Las algas son organismos que realizan la fotosíntesis y se han desarrollado en un sin número de hábitats acuáticos incluidos lagos, ríos, océanos e incluso aguas residuales. Son capaces de soportar variaciones de temperatura, salinidad y pH; así mismo acostumbradas a tolerar diferentes condiciones de luz. pueden crecer solos o en simbiosis con otros organismos (González-Salas, Vidal-Del Río, & Pimienta-Concepción, 2021). Las algas se dividen en 2 grupos de acuerdo con su tamaño: macroalgas y microalgas.

El primer grupo exhibe una serie de características morfológicas distintivas, donde se incluye su forma, tamaño, color, etc. y contribuyen a la creación de diversos paisajes coloridos en los ecosistemas acuáticos. Desempeñan múltiples roles entre ellos, aporte a la productividad primaria, proporcionando alimento y refugio a la fauna marina (Durán-Hernández, Uribe-Orozco, Mateo-Cid, & González-Mendoza, 2022). El segundo grupo, al igual que el anterior, incluye organismos que poseen clorofila a y otros pigmentos, lo que les permite llevar a cabo la fotosíntesis oxigénica. Sin embargo, ambos exhiben una capacidad fotosintética superior a la de las plantas terrestres y acuáticas (González, 2015).

Según Garzón, (2019) existen 2 grupos de microalgales; fitoplanctónicas y bentónicas. Las mismas que se distinguen por su distribución espacial, encontrándose

ya sea en la superficie o en el fondo marino respectivamente. Investigaciones han demostrado que incluso pequeñas modificaciones en la estructura de la comunidad o cambios en factores físico-químicos, como temperatura, salinidad, la profundidad y nutrientes, ejercerían una influencia significativa su comportamiento espacio-temporal de estas comunidades (Hernández-Becerril, 2014)

2.2.1. Phylum Ochrophytas

Las algas de este Phylum son dominantes generalmente en ambientes costeros con aguas frías y templadas en varias regiones del mundo describiéndose más de 2000 especies agrupadas aproximadamente en casi 300 géneros. Los morfotipos de estas macroalgas incluye desde filamentos microscópicos hasta algas macroscópicas. (García-Ureña & Cabarcas-Jimenez, 2024). Todas estas algas poseen un pigmento xantófilo importante llamado fucoxantina, el cual es responsable de la tonalidad marrón amarillento y otras tonalidades afines. Además, generan una amplia gama de compuestos bioactivos, muchos de los cuales tienen efectos positivos en la agricultura (Kergosien, Stiger-Pouvreau, Connan, Hennequeart, & Brebion, 2023).

Para comprender a fondo la evolución y la clasificación de las algas pardas, resulta fundamental investigar los procesos que dan lugar a la complejidad en este grupo y su relevancia en los ecosistemas costeros a nivel global. Específicamente, las macroalgas actúan como uno de los pilares fundamentales de ecosistemas y son

especímenes dominantes tanto en zonas intermareales y submareales. Pueden también formar complejos bosques submarinos que aumentan significativamente la complejidad estructural del medio, alterando factores ambientales clave, como capacidad de penetración de la luz, la hidrodinámica, la sedimentación y la disponibilidad de recursos alimenticios para otros organismos acuáticos (Bringloe, y otros, 2020).

2.2.2. Clase Phaeophyceae

Las Phaeophyceae, son organismos multicelulares que habitan exclusivamente en los entornos marinos. Su anatomía es bastante compleja, lo que las convierte en el grupo de organismos acuáticos que más se asemejan, aunque no estén emparentadas, a las plantas terrestres (Dreckmann, Senties, & Nuñez, 2013). El grupo muestra una gran diversidad en cuanto a su morfología. Algunas especies de pequeño tamaño forman densos agrupamientos de filamentos pudiendo crecer recubriendo el sustrato en forma de costras, manteniendo así un contacto muy estrecho con la superficie donde se desarrollan. Por otro lado, las especies de mayor porte presentan una amplia variedad de formas, que van desde cuerpos simples hasta aquellos con ramificaciones más complejas. (Kawai & Henry, 2016).

Los principales sustratos donde crecen estas algas incluyen rocas, superficie de otros organismos de gran tamaño como conchas, macroalgas y pastos marinos, donde

deben penetrar los tejidos de sus huéspedes. Por otra parte, hay algas que crecen flotando libremente como el género *Sargassum*, que debido a su tipo de reproducción, puede propagarse hasta formar (Kawai & Henry, 2016). Dentro de la Clase *Phaeophyceae*, sus órdenes más representativas son las *Dictyotales*, *Scytosiphonales*, *Fucales*, *Ectocarpales* & *Laminariales*.

2.2.2.1. Orden *Dictyotales*

Este orden es uno de los más destacados, está integrado por una única familia denominada *Dictyotaceae*, que contiene aproximadamente 20 géneros distribuidos en mares tropicales y subtropicales (Mateo-Cid, Mendoza-González, & Huerta-Muzquiz, 2000). El éxito de su alta distribución y supervivencia en los ecosistemas se debe a su habilidad para repeler a los herbívoros en entornos donde la presión de pastoreo es alta, lo que las convierte en competidores importantes de especímenes coralinos y otros organismos sésiles, tanto por el espacio como por la luminosidad (De Clerck, Leliaert, & Verbruggen, 2006). Todos sus miembros se caracterizan por su crecimiento apical, talos parenquimatosos aplanados y la presencia de pelos agrupados en pequeños racimos en la superficie del talo (De Clerck, Leliaert, & Verbruggen, 2006).

Dentro de la familia *Dictyotaceae*, existen dos tribus, *Dictyoteae* y *Zonarieae*, que se diferencian debido al número de células meristemáticas presentes en los ápices del fronde. *Zonarieae* se caracteriza por contener una sola fila, mientras que *Dictyoteae*

posee una única célula apical (García-Gómez, y otros, 2018). Los géneros más sobresalientes de este orden son: Padina y Dictyota.

El género Padina puede localizarse en una amplia variedad de hábitats, que incluye zonas intermareales y submareales. Se distribuye principalmente en los trópicos, abarcando parte de América del Sur y el Sureste Asiático, debido a las aguas templadas, pudiendo documentarse un alrededor de 43 especies (Ansari, Alghanem, & Naeem, 2019). Investigaciones realizadas reconocen a esta especie por su alto potencial de absorción de diversos contaminantes. Ecológicamente son importantes al ser consideradas como indicadores biológicos al momento de alterarse la disponibilidad de factores físicos o químicos como temperatura, nutrientes, etc (Ansari, Alghanem, & Naeem, 2019). Estructuralmente el eje apical-basal de este género consta de 3 partes: región apical, talo medio y rizoides (Benita, Iluz, Vexler, & Dubinsky, 2019).

2.2.2.2. Orden Ectocarpales

Este orden se considera representativo ya que es uno de los más grandes y biodiversos de la clase Phaeophyceae. Actualmente, los estudios filogenéticos demuestran que este orden puede abarcar varios clados de algas pardas relacionadas a Ectocarpus (Bellrín-Romero, 2022). Logran ser localizadas en pozas de zonas intermareales o submareales y ecológicamente son importantes al ser miembros pioneros de las películas colonizadoras de perifiton. La reproducción de este orden

generalmente es sexual, sin embargo, existen algunos géneros que se reproducen asexualmente (Bellrín-Romero, 2022). Las familias más sobresalientes de este grupo son Ectocarpaceae y Scytosiphonaceae.

La familia Scytosiphonaceae son ecológicamente importantes en zonas intermareales de zonas templadas (Ga-Youn, Kazuhiro, & Sung, 2006). Uno de los géneros más importantes es *Colpomenia*, que generalmente presenta un color marrón amarillento, talo globular y en forma de cerebro pudiendo alcanzar 15cm de diámetro. Su estructura interna es parenquimática conteniendo de 4 a 6 capas de células medulares incoloras, además presenta de 2 a 3 capas de células corticales irregulares con coloración (Ramírez & Rojas, 1991).

2.3. Microalgas Epífitas

El epifitismo desempeña un papel ecológico crucial en los entornos marinos bentónicos. Las algas epífitas, en particular, a menudo contribuyen con una mayor producción primaria en comparación con las macroalgas o los pastos marinos. De hecho, las algas epífitas pueden representar hasta el 60% de la productividad total en estos ecosistemas. Existen efectos adversos significativos derivados de estas incrustaciones en los organismos que se hospedan a los epífitos. Estos efectos incluyen la obstrucción de la entrada de luz, el aumento de la resistencia hidrodinámica y la competencia por nutrientes (Stanca & Pearson, 2021).

Dentro del fitoplancton, las diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias y algunas crisofitas son consideradas microalgas epifitas. Las principales características que presentan es poseer microscópicas y sésiles, es decir que no presentan movimiento; crecen en cuerpos de agua costeros cerca de la costa, siempre y cuando encuentren un sustrato óptimo, siendo así que logran encontrarse adheridas en macroalgas macroscópicas que proliferan abundantemente en zonas intermareales (Mehta & Mehta, 2021). En el medio acuático, las algas macroscópicas no dependen de fertilizantes para su crecimiento, de tal forma que su desarrollo se debe al mantenimiento de una cadena alimentaria saludable y rica en nutrientes, su rol ecológico permite brindar oportunidades para el establecimiento de otras especies epifitas (Mehta & Mehta, 2021).

2.3.1. Bacillaryophyta

La simbiosis entre algas y diatomeas tiene una gran relevancia ecológica en el contexto de las redes tróficas marinas, ya que desempeña un papel fundamental en el suministro de alimentos para una amplia comunidad de organismos herbívoros acuáticos. Esta asociación establece un beneficio directo, donde las algas proporcionan los nutrientes y la energía necesarios para el crecimiento y la supervivencia de las diatomeas (Da Silva, Barreto, Da Silva-Cunha, Campos, & Eskinazi-Leca, 2016). Las diatomeas epifitas pueden dividirse 3 grupos importantes, esto de acuerdo con la adherencia que presente con el huésped: Erectas, móviles y adnata. La principal

característica de cada una de ellas es: adherencia al huésped a través de talos mucilaginosos o formación de filamentos, con movilidad en la superficie del huésped y firmes en toda la superficie del anfitrión respectivamente (Da Silva, Barreto, Da Silva-Cunha, Campos, & Eskinazi-Leca, 2016). Algunas familias de diatomeas epifitas se presentan a continuación.

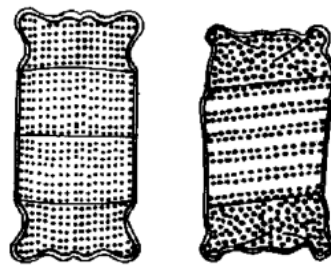
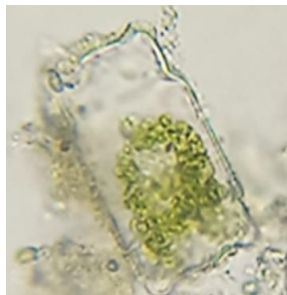
A. *Biddulphia* sp. (Ilustración 1)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Bidulphiales

Familia: Biddulphiaceae

Género: Biddulphia



11

12

Biddulphia pulchella
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 1. *Biddulphia* sp.

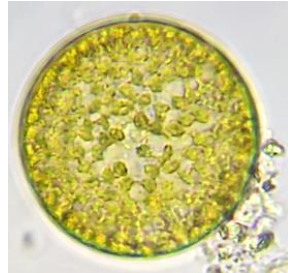
B. *Coscinodiscus* sp. (Ilustración 2)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Coscinodiscales

Familia: Coscinodiscaceae

Género: Coscinodiscus



13

Coscinodiscus nitidus
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 2. Coscinodiscus sp.

C. Nitzschia closterium (Ilustración 3)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Bacillariales

Familia: Bacillariaceae

Género: Nitzschia



5

Nitzschia closterium
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 3. Nitzschia closterium

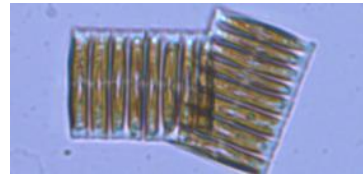
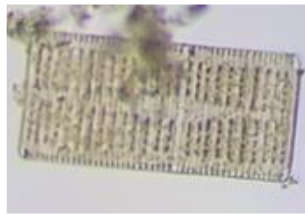
D. *Fragilariopsis* sp. (Ilustración 4)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Bacillariales

Familia: Bacillariaceae

Género: *Fragilariopsis*



Fragilariopsis sp.
Ref. Campbell (2008)

Ilustración 4. *Fragilariopsis* sp.

E. *Cymbella* affinis (Ilustración 5)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Cymbellales

Familia: Cymbellaceae

Género: *Cymbella*



Cymbella affinis
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 5. *Cymbella* sp.

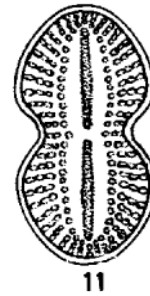
F. *Diploneis* sp (Ilustración 6)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Diploneidaceae

Género: *Diploneis*



Diploneis sp.
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 6. *Diploneis* sp.

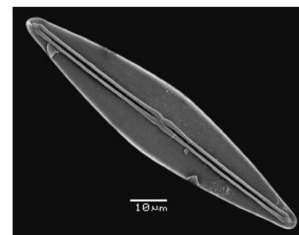
G. *Frustulia* sp (Ilustración 7)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Biddulphiales

Familia: Amphipleuraceae

Género: *Frustulia*



Frustulia sp.
Ref. Núñez-Avellana (2008)

Ilustración 7. *Frustulia* sp.

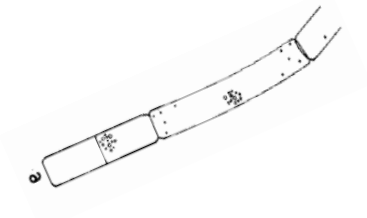
H. *Leptocylindrus danicus* (Ilustración 8)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Leptocylindrales

Familia: Leptocylindraceae

Género: *Leptocylindrus*



Leptocylindrus danicus.
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 8. *Leptocylindrus danicus*

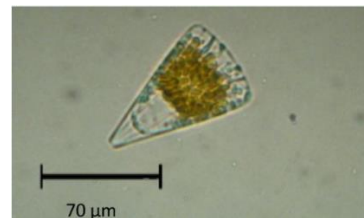
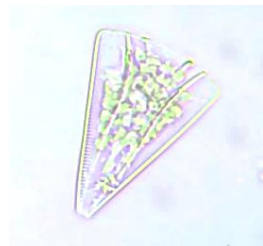
I. *Licmophora Abbreviata* (Ilustración 9)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Licmophorales

Familia: Licmophoraceae

Género: *Licmophora*



Licmophora abbreviata
Jung et al. (2018)

Ilustración 9. *Licmophora abbreviata*.

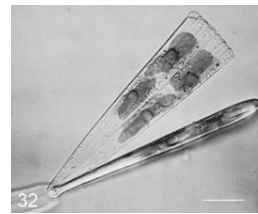
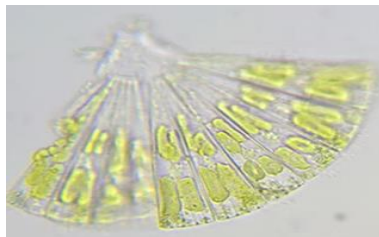
J. *Licmophora flabellata* (Ilustración 10)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Licmophorales

Familia: Licmophoraceae

Género: *Licmophora*



Licmophora flabellata
Ref. Lobba, Schefter & Ruck (2011)

Ilustración 10. *Licmophora flabellata*

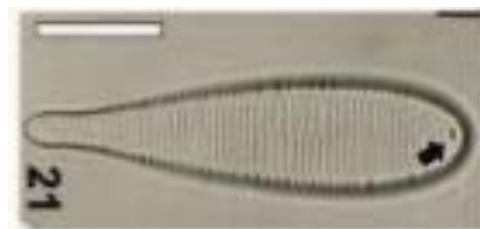
K. *Licmophora gracilis* (Ilustración 11)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Licmophorales

Familia: Licmophoraceae

Género: *Licmophora*



Licmophora gracilis
Ref. Fernandez, Procopiak, Tenenbaum, &
Portinho, (2014)

Ilustración 11. *Licmophora gracilis*

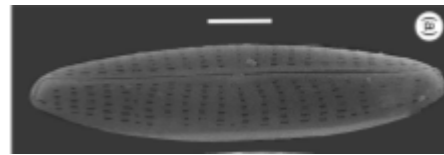
L. Navícula sp. 1 (Ilustración 12)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: Navícula



Navícula sp.
Ref. Fayó, Pan, & Espinosa, (2020)

Ilustración 12. Navícula sp. 1

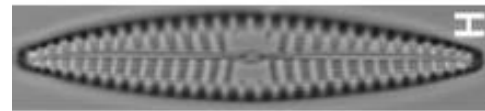
M. Navícula sp. 2 (Ilustración 13)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: Navícula



Navícula sp.
Ref. Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova, Lange-Bertalot, & Gogorev,(2010)

Ilustración 13. Navícula sp. 2

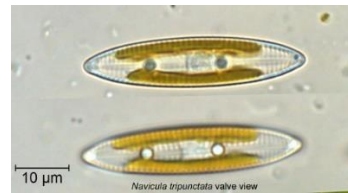
N. *Navícula tripunctata* (Ilustración 14)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: *Navícula*



Navícula Tripunctata
Ref. Cox EJ, Jones V (2024).

Ilustración 14. *Navícula tripunctata*

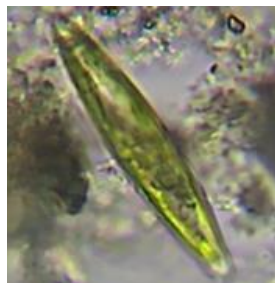
O. *Stauroneis* sp. (Ilustración 15)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: *Stauroneis* (Ilustración 15)



Stauroneis sp.
Ref. Núñez-Avellaneda (2008)

Ilustración 15. *Stauroneis* sp.

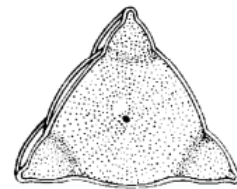
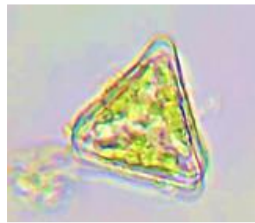
P. *Lithodesmium* sp. (Ilustración 16)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: *Lithodesmium*



Lithodesmium undulatum
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 16. *Lithodesmium* sp.

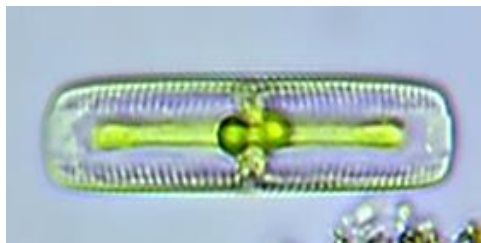
Q. *Pinnularia* sp. (Ilustración 17)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia*



Pinnularia sp.
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 17. *Pinnularia* sp.

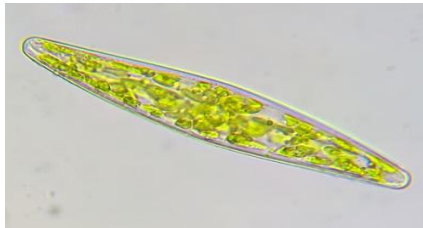
R. Pleurosigma rigidum (Ilustración 18)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pleurosigmataceae

Género: Pleurosigma (Ilustración 18)



Pleurosigma rigidum
MD Guiry (2002)

Ilustración 18. Pleurosigma rigidum

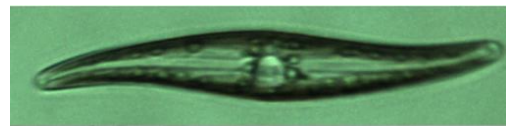
S. Gyrosigma acuminatum (Ilustración 19)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pleurosigmataceae

Género: Gyrosigma



Gyrosigma sp.
Ref. Hamilton, Lefebvre & Bull (2015)

Ilustración 19. Gyrosigma acuminatum

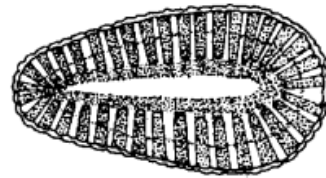
T. *Surirella* sp. (Ilustración 20)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Surirella* (Ilustración 20)



Surirella sp.
Ref. Jimenez, (2014)

Ilustración 20. *Surirella* sp.

2.3.2. Cyanophyta

Las cianobacterias forman una variedad de asociaciones con hospederos eucariotas. Estos organismos pueden proporcionar nitrógeno y carbono no fotosintético fijo al hospedero. La mayor parte de este grupo son fotoautótrofas, sin embargo, un pequeño grupo de ellas son heterótrofas facultativas, por lo tanto, no solo se encuentran en áreas del huésped que recibe luz como el fronde, sino también en raíces o rizomas, etc. Las cianobacterias tienen la capacidad de deslizarse en superficies, sin embargo, este mecanismo no es del todo claro (Adams & Duggan, 2008). Algunos ejemplos de cianobacterias epifitas son:

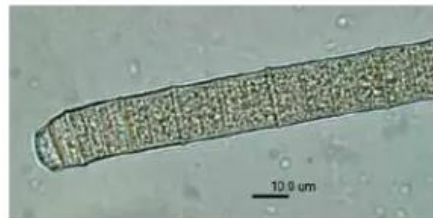
U. *Oscillatoria sp.* (Ilustración 21)

Clase: Cyanophyceae

Orden: Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Género: *Oscillatoria*



Oscillatoria sp.
Ref. Núñez-Avellaneda (2008)

Ilustración 21. Oscillatoria sp.

V. *Spirulina sp.* (Ilustración 22)

Clase: Cyanophyceae

Orden: Spirulinales

Familia: Spirulinaceae

Género: *Spirulina*



Spirulina sp.
Ref. Núñez-Avellaneda (2008)

Ilustración 22. Spirulina sp.

2.3.3. Dinophyta

Durante los últimos años se ha generado el interés de estudiar los dinoflagelados epifitos y bentónicos debido a sus efectos tóxicos sobre otros organismos. Estudios referentes a este grupo de organismos demuestran que los dinoflagelados dañinos prefieren ambientes con condiciones particulares, teniendo así una distribución en zonas tropicales y subtropicales poco profundas, aguas tranquilas y bien iluminadas con suficiente sustrato para lograr adherirse (Arbeláez, Mancera-Pineda, & Reguera, 2020). Se han documentado dinoflagelados como *Gambierdiscus* sp., *Ostreopsis* sp. en grupos macroalgales en aguas coreanas debido al aumento de temperatura del agua. Algunos ejemplos de dinoflagelados epifitos son:

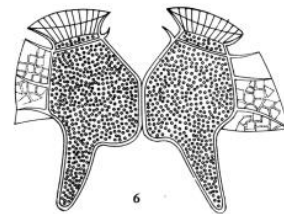
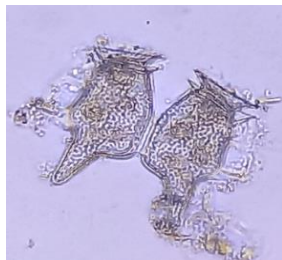
W. Dinophysis caudata (Ilustración 23)

Clase: Dinophyceae

Orden: Dinophysales

Familia: Dinophysaceae

Género: *Dinophysis*



Dinophysis caudata
Ref. Pesantes (2014)

Ilustración 23. Dinophysis caudata

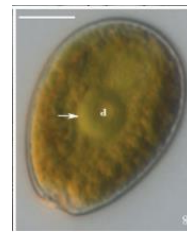
X. *Prorocentrum lima* (Ilustración 24)

Clase: Dinophyceae

Orden: Prorocentrales

Familia: Prorocentraceae

Género: *Prorocentrum*



Prorocentrum lima
Zhang, y otros, (2015)

Ilustración 24. Prorocentrum lima.

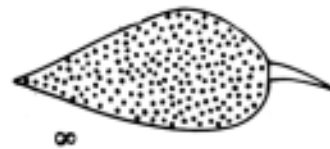
Y. *Prorocentrum micans* (Ilustración 25)

Clase: Dinophyceae

Orden: Prorocentrales

Familia: Prorocentraceae

Género: *Prorocentrum*



Prorocentrum micans
Ref. Pesantes (2014)

Ilustración 25. Prorocentrum micans

2.3.4. Crisophyta

También conocidas como algas pardas doradas, son organismos microscópicos, por lo general unicelulares, sin embargo, tienen la capacidad de formar colonias o filamentos. Son considerados epifitos y pueden encontrarse en una amplia variedad de ambientes entre ellos los de agua dulce (Wicander, 1982)

2.4. Parámetros físico-químicos

Los parámetros físicos químicos son relevantes para la bioquímica de un cuerpo de agua. La alteración de la Temperatura, pH, turbidez, salinidad puede provocar cambios en la distribución de nutrientes o biología de las comunidades tanto de flora y fauna (Jaffar, Thamrin, Amin, Farid, & Mohd, 2020)

2.4.1. Temperatura

Este factor es muy importante para cualquier organismo, especialmente para los que interactúan con cuerpos de agua. El cambio climático tiene un gran impacto en la temperatura del agua y la variabilidad drástica genera efectos sobre los organismos. (Banerjee, Chatterjee, & Nath).

2.4.2. Salinidad

Este parámetro en cualquier cuerpo de agua es el resultado de un equilibrio entre entradas y salidas de iones en el medio ambiente. Por lo general, los valores de salinidad en mar abierto se caracterizan por guardar similitud en su composición y proporción. Sin embargo, la variabilidad de este factor se puede dar por las mareas, aporte de aguas dulces y contaminantes. En los organismos acuáticos un cambio de salinidad puede causar problemas de reproducción, comportamiento y distribución en las especies (Smyth & Elliott, 2016).

2.4.3. pH

Es uno de los parámetros más importantes al poder detectar toxicidad en un medio acuático. Sus rangos fluctúan entre 0 a 14, siendo 7 el valor medio, sin embargo, a medida que este valor se acerque a 14, se considera un medio alcalino; sin embargo, cuando disminuye se denomina ácido (Jaffar, Thamrin, Amin, Farid, & Mohd, 2020).

2.4.4. Nitritos y Nitratos

Es un componente del ciclo del nitrógeno, y su presencia en altas concentraciones es un problema potencial para los organismos, pudiendo provocar toxicidad. Las comunidades acuáticas pueden presentar mayores riesgos de alteraciones fisiológicas que las terrestres debido a que absorben y acumulan este compuesto por medio de su epitelio (Kroupova, Machova, & Svobodova, 2005)

2.5. Marco Legal

2.5.1. Áreas de Protección

Según el (Sistema Nacional de Áreas Protegidas Del Ecuador, 2015), una Reserva de Producción de Flora y Fauna es un área que abarca entre 5.000 y 10.000 ha, y donde es de vital importancia la conservación de ecosistemas y especies susceptibles de manejo, los mismos que deberán estar poco alteradas, pero con un nivel medio de presencia humana.

La Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena surge mediante el registro oficial No. 452 del 23 de octubre de 2008. Cuenta con una superficie de 52.331,37 ha de área marina y 203,83 ha de área terrestre. Posee diversos ecosistemas marino-costeros entre ellos, arrecifes rocosos, playas de arena y acantilados como “La Chocolatera” (Ministerio de Ambiente, 2020)

2.5.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Según las Naciones Unidas, (2018), esta investigación se alineó con el Objetivo 14 de Vida Submarina, donde se hace referencia a la Conservación y utilización sostenible de los océanos, mares y recursos marinos. Una de las metas de este objetivo para el 2020, fue que se gestione y proteja sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia,

Así mismo que se Aumente los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina.

2.5.3. Constitución de la República de Ecuador

En la Constitución de la República del Ecuador, (2008) se examinaron las siguientes secciones, correspondientes al capítulo segundo, los mismos que guardan relación con el tema de Investigación.

Que, en la Sección Segunda: Biodiversidad

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional.

Que, en la Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas (...).

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros

2.5.4. Texto Unificado de Legislación secundaria de Medio Ambiente.

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, (2017) se examinaron las siguientes secciones.

Qué, De la Investigación, Colección y Exportación de Flora y Fauna silvestre.

Art. 6.- Toda investigación científica relativa a la flora y fauna silvestre a realizarse en el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, requiere de la autorización emitida por el Distrito Regional correspondiente.

Art. 7.- El Ministerio del Ambiente dará un tratamiento diferenciado, facilitando o restringiendo las actividades planteadas en los proyectos de investigación científica de flora o fauna silvestres, entre otros en relación con los siguientes aspectos:

a) El estado de conservación (estatus poblacional) de la (s) especie (s) sujeto (s) de investigación, b) El nivel de manipulación experimental o de otra índole sobre los individuos, las poblaciones o sus hábitats o su potencial impacto directo e indirecto sobre ellos, c) La sensibilidad ecológica y biológica de los organismos objeto de investigación y de los hábitats naturales donde se llevará a cabo la investigación.

3. CAPITULO III: METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó aplicando dos tipos de investigación: en primer lugar, la descriptiva, que comprendió el análisis y la interpretación de la diversidad de microalgas epifitas presentes tanto en la zona intermareal de “La Chocolatera” como “San Lorenzo” del Cantón Salinas- Provincia de Santa Elena. Por otro lado, se empleó la investigación correlacional, que permitió relacionar múltiples variables con la diversidad de familias vinculadas directa o parcialmente al tipo de ambiente estudiado. Respecto a la naturaleza de la información, comprendió el ámbito cuantitativo y cualitativo, debido a que se obtuvieron datos de organismos que sirvieron para los análisis estadísticos donde los resultados respondieron a la pregunta de investigación antes planteada.

3.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en la provincia de Santa Elena, cantón Salinas (Gráfico 1) tanto en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena y en la Playa de San Lorenzo.

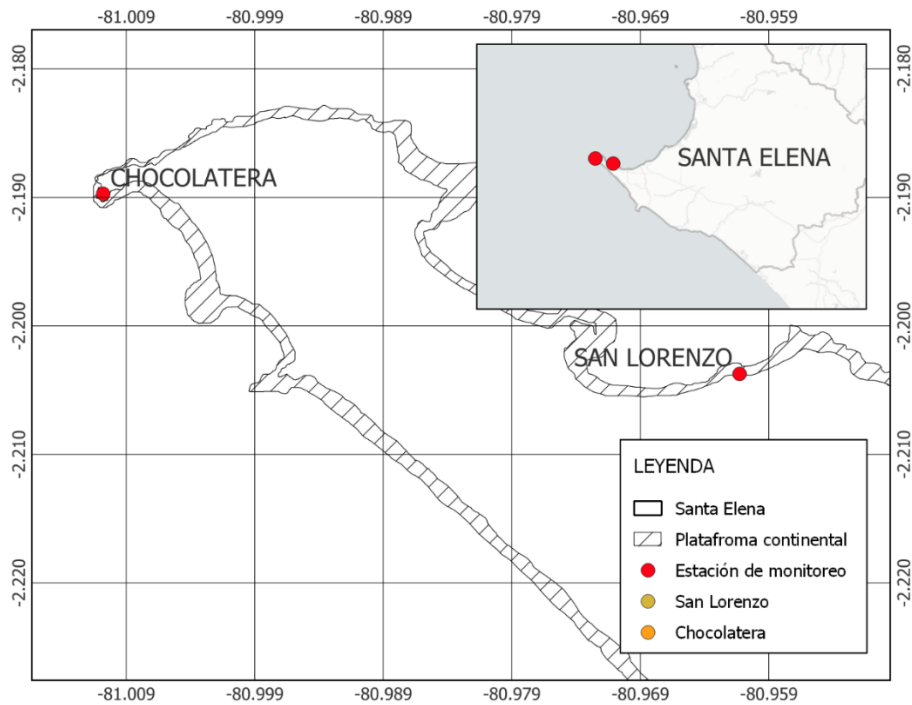


Gráfico 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio

Las coordenadas de la zona de estudio se presentan a continuación (Tabla 1), donde se marcaron los puntos de inicio y fin de cada transecto incluyendo el punto medio.

Tabla 1. Coordenadas de acuerdo con la zona de estudio

Zona 1 “La Chocolatera”			
Distancia	0 mtrs	30 mtrs	60 mtrs
Latitud	-2.1905043	-2.1904082	-2.1903601
Longitud	81.0108432	-81.0105626	-81.0102659
Zona 2 “San Lorenzo”			
Distancia	0 mtrs	30 mtrs	60 mtrs
Latitud	-2.2035255	-2.2035635	-2.2035776
Longitud	-80.9615490	-80.9612704	-80.9610098

La primera zona de estudio está localizada en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, específicamente en la Zona intermareal conocida como “La Chocolatera” abarcado un área parcial de 60 metros (Anexo 1). El segundo sitio de estudio es la Zona intermareal de “San Lorenzo” (Anexo 2), cerca del malecón de Salinas donde existe una plataforma rocosa expuesta al turismo del lugar.

3.2. Metodología

3.2.1. Materiales

Para la fase de campo se usó un flexómetro para delimitar el transecto, fundas y envases herméticos para colocar las muestras de macroalgas. Solución de formaldehído al 4% para preservar y fijar las muestras. Así mismo para la toma de parámetros fisicoquímicos se empleó un multiparámetro para pH, salinidad y temperatura, mientras que para nitritos y nitratos se realizó el análisis de calidad de agua. Para la fase de laboratorio se empleó un microscopio óptico e invertido. La identificación de las especies se realizó mediante claves taxonómicas y bibliografía actualizada.

3.2.2. Fase de campo

Las colectas se realizaron en zonas intermareales en baja-mar (Flores-Leiva et al, 2010) tomando como referencia la Tabla de mareas 2024 del INOCAR para ambos sitios de estudio. Las muestras fueron colectadas 1 vez cada mes, durante febrero y

mayo, teniendo un total de 4 monitoreos por cada zona. Se realizó 1 transecto de 60 metros de longitud paralelo a la costa, donde se tomaron 6 muestras aleatorias con una separación de al menos 5 metros entre cada una. Siguiendo la metodología empleada por Reguera, Alonso, Moreira, & Méndez, (2011): En la zona intermareal de “La Chocollatera” se colectaron macroalgas del género *Padina sp.*, mientras que en “San Lorenzo” *Colpomenia sp.* Con ayuda de báscula digital marca TRUPER modelo BASE-SEP se pesó 20gr de cada muestra de macroalga y se ubicaron en una bolsa con 500ml de agua de mar filtrada para realizar la agitación y desprendimiento de microalgas epifitas durante 2 minutos. Posterior a eso, se retiró la macroalga y la suspensión de agua resultante fue filtrada con un tamiz de 250 μ m para eliminar el exceso de residuos y sedimento. Se extrajo una submuestra de 50ml de agua con epifitas mediante una jeringuilla y se colocaron en envases herméticos esterilizados previamente rotulados. Por último, se fijó el contenido con una solución de formaldehído al 4% para su traslado a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

3.2.3. Fase de laboratorio.

3.2.3.1. Cuantificación de epifitas

Para la cuantificación de las microalgas se usó una cámara de recuento de Sedgewick-Rafter con capacidad volumétrica de 1ml, la misma fue llenada lentamente haciendo uso de una Pipeta graduada, posterior a eso se la dejó reposar durante 5 minutos para que las epifitas se asienten. Por último, se realizó el conteo celular de toda

la placa. La densidad celular fue calculada bajo la siguiente ecuación

$$Densidad\ celular = Células\ contadas \times \frac{1000}{Cuadritos\ Barridos} \times \frac{Volumen\ de\ agua\ (ml)}{Gramaje\ de\ la\ Macroalga\ (gr)}$$

tomando en cuenta que los resultados fueron fijados en cel/ml. Las observaciones se realizaron con la ayuda de un microscopio óptico y un microscopio invertido, ambos de la marca Euromex.

3.2.3.2. Identificación de las epifitas

Se realizó mediante el uso de Claves taxonómicas (Taylor, 1945) de los siguientes autores: Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Bolívar-Galiano & Sánchez-Castillo (1999) Núñez-Avellaneda (2008)., entre otras; considerando forma y coloración

3.2.4. Índice ecológico

3.2.4.1. Índice de Shannon-Weiner

Este índice se usó para calcular la diversidad de especies de una comunidad. La fórmula empleada es $H = -\sum p_i \ln p_i$, que significa: La sumatoria de la abundancia relativa multiplicado por el logaritmo natural de la abundancia relativa. Donde p_i representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie de la población y “ln” representa el logaritmo natural (Valdez, Guzman, Valdes, Alvarado, & Rocha, 2018).

La abundancia de microalgas epifitas se presentará en cada uno de los monitoreos y zonas de estudio estableciendo comparaciones entre ellas.

Adicionalmente, se presentarán los índices de Dominancia de Simpson y Equitatividad de Pielou, para poder explicar de mejor manera la diversidad obtenida en las zonas de estudio. Ambos índices tienen una escala de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 representan dominancia de organismos de uno o determinados grupo y Uniformidad de la distribución de abundancias respectivamente (Soler, Berroteran, Gil, & Acosta, 2012).

3.2.5. Análisis de datos

Los datos fueron procesados en una matriz en el programa Microsoft Excel donde se colocó la lista de especies o grupos de microalgas epifitas, cantidad y zona en la que fue encontrada. Se utilizó el programa estadístico Past 4.12 y Minitab, para realizar el análisis de correspondencia canónica, prueba de normalidad y correlación de Spearman para las variables de estudio.

3.2.5.1. Análisis de Correspondencia Canónica

Es una variante Análisis de Correspondencia que permite generar dimensiones del subespacio mediante la regresión empleando variables externas. En otras palabras, el CCA brinda respuestas en un espacio restringido (Greenacre, 2008). En este estudio

se empleó para relacionar las variables ambientales con las abundancias por cada zona de estudio.

3.2.5.2. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov

Se empleó para determinar si existe normalidad entre los datos de Índice de diversidad y variables físico-químicas con el fin de determinar la prueba estadística a emplear. Para ello, se plantearon hipótesis nulas y alternativas para cada zona de estudio las mismas que indicaron si los datos siguen o no una distribución normal.

3.2.5.3. Correlación de Spearman

Se empleó estadística no paramétrica debido a que la prueba de normalidad presentó datos con y sin distribución normal. La correlación de Spearman permitió medir la relación entre las variables. Para interpretar los datos obtenidos se utilizó los siguientes rangos: Correlación Nula (0), débil (± 0.01 a ± 0.10), media (± 0.11 a ± 0.50), considerable (± 0.51 a ± 0.75), muy fuerte (± 0.76 a ± 0.90), Perfecta (± 0.91 a ± 1.00). Adicionalmente, al obtener un valor de p menor que 0.05, se puede determinar que la correlación es significativa (Mondragón, 2014).

3.2.6. Medición de parámetros fisicoquímicos

Para medir el pH, temperatura, salinidad se utilizó un equipo multiparámetros MARCA HANNA-9829. Por otra parte, los nitritos y nitratos se analizaron en un laboratorio. Los datos tomados *in situ* en cada día de monitoreo fueron ingresados en una base de datos para la tabulación e interpretación de acuerdo con las epifitas identificadas.

4. CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1. Familias de Microalgas epifitas alojadas en la Phaeophyceae

De las macroalgas *Padina sp.* y *Colpomenia sp.* colectadas en cada zona de estudio se identificaron un total de 16 familias de microalgas epifitas, clasificadas en tres Clases; Bacillariophyceae con 75%, Cyanophyceae con 12.5%, Dinophyceae con 12.5% (Grafico 2).

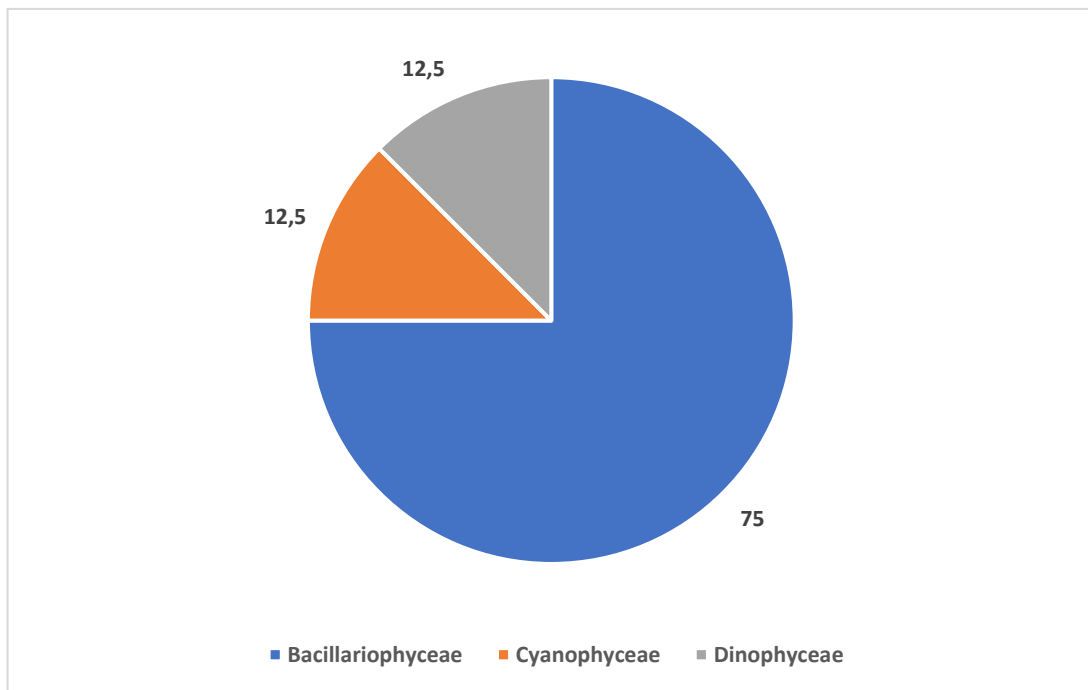


Gráfico 2. Distribución porcentual de familias asociadas a Phaeophyceae

En la distribución de microalgas para cada zona de estudio se identificaron en “La Chocolatera” 16 familias mientras que “San Lorenzo” 14 (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de familias epifitas según la Zona de Estudio

#	Familias	Zona de estudio	
		La Chocolatera	San Lorenzo
<i>Bacillariophyceae</i>			
1	<i>Amphipleuraceae</i>	x	x
2	<i>Bacillariaceae</i>	x	x
3	<i>Biddulphiaceae</i>	x	x
4	<i>Coscinodiscaceae</i>	x	x
5	<i>Cymbellaceae</i>	x	x
6	<i>Diploneidaceae</i>	x	-
7	<i>Leptocylindraceae</i>	x	x
8	<i>Licmophoraceae</i>	x	x
9	<i>Naviculaceae</i>	x	x
10	<i>Pinnulariaceae</i>	x	x
11	<i>Pleurosigmaaceae</i>	x	x
12	<i>Surirellaceae</i>	x	x
<i>Cyanophyceae</i>			
13	<i>Oscillatoriaceae</i>	x	x
14	<i>Spirulinaceae</i>	x	x
<i>Dinophyceae</i>			
15	<i>Dinophysaceae</i>	x	-
16	<i>Prorocentraceae</i>	x	x

La densidad celular de organismos correspondientes a la Zona 1 “La Chocolatera” se detalla a continuación (Gráfico 3), donde las Familias más abundantes fueron Bacillariaceae con 124100 cel/ml, seguida de Naviculaceae con 103525 cel/ml, Pinnulariaceae con 70400 cel/ml, Leptocylindraceae con 42775 cel/ml y Licmophoraceae con 38325 cel/ml todas correspondientes a la división Bacillariophyta. Además, las familias Dinophysaceae, Spirulinaceae, Amphipleuraceae, Surirellaceae y Biddulphiaceae fueron las menos abundantes con

valor por debajo de 1000 cel/ml (Anexo 3). En términos porcentuales, las familias antes mencionadas se representarían de la siguiente manera Bacillariaceae 28.55%, Naviculaceae 23.82%, Pinnulariaceae 16.20%, Leptocylindraceae 9.84% y Licmophoraceae con 8.82% abarcando 87.23% de la composición total de familias epifitas encontradas en el lugar (Gráfico 2). Así mismo las familias menos abundantes contribuyeron con 0.57% del total de organismos.

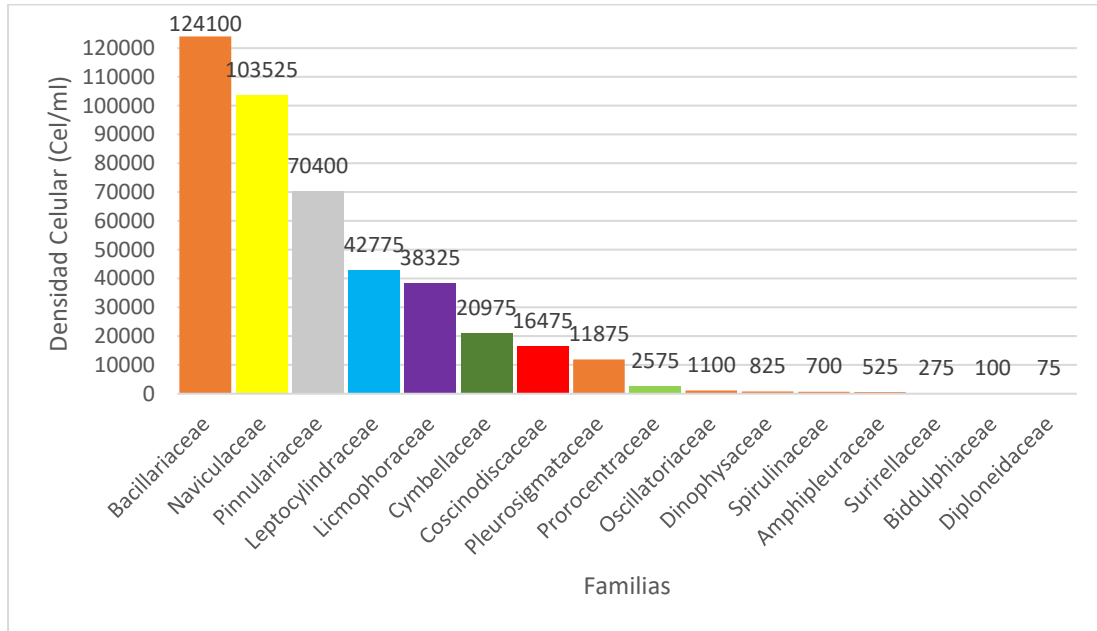


Gráfico 3. Densidad celular de Organismos en "La Chokolatera"

Por otra parte, la densidad celular de organismos correspondientes a la Zona 2 "San Lorenzo" se detalla a continuación (Gráfico 4), donde las Familias más abundantes fueron Licmophoraceae con 91900 cel/ml, Leptocylindraceae con 81375 cel/ml, Naviculaceae con 33275 cel/ml, Bacillariaceae con 32100 cel/ml y

Pinnulariaceae con 31550 cel/ml., todas pertenecientes a la división Bacillaryophyta. Así mismo, las menos representativas fueron Surirellaceae, Prorocentraceae y Biddulphiaceae con menos de 2000 cel/ml (Anexo 4). En términos porcentuales se representarían de la siguiente forma: Licmophoraceae 26.13%, Leptocylindraceae 23.14%, Pleurosigmataceae 10.15%, Naviculaceae 12.76%, y Bacillariaceae con 9.13% quienes en total contribuyen con el 81.31% de toda la comunidad epifita alojada en Phaeophyceae. A diferencia de las familias Surirellaceae, Prorocentraceae y Biddulphiaceae que en conjunto aportaron apenas con el 1.03%.

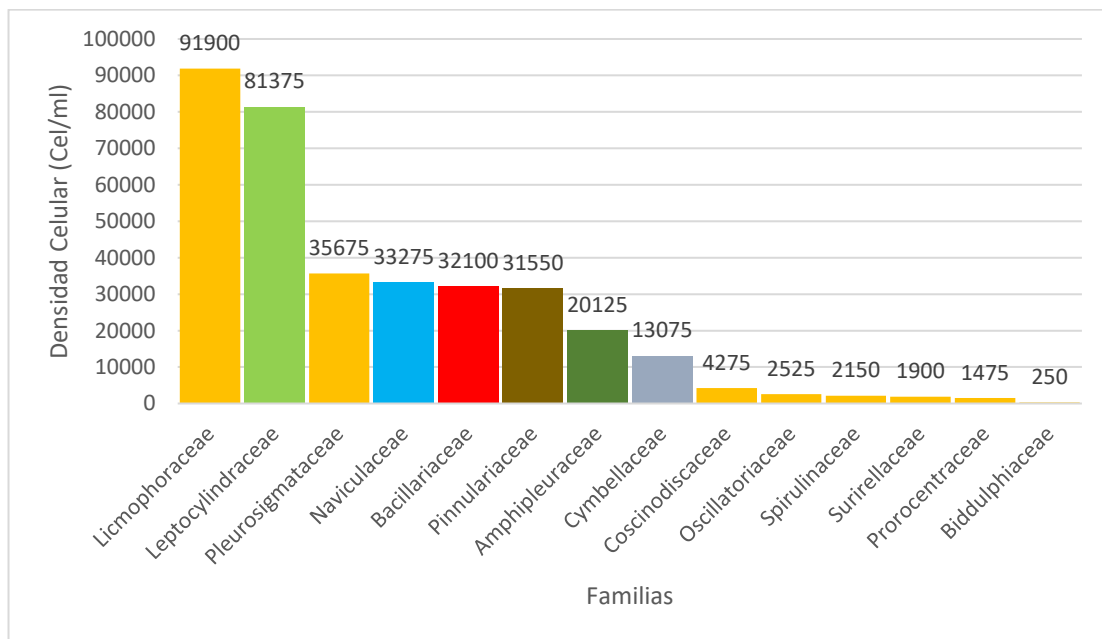


Gráfico 4. Densidad celular de organismos en "San Lorenzo"

4.1.1. Microalgas alojadas en “La Chocolatera”

Durante todos los monitoreos de “La Chocolatera” las familias constantes fueron: *Bacillariaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae*, *Leptocylindraceae*, *Licmophoraceae*, *Cymbellaceae*, *Coscinodiscaceae*, *Pleurosigmaaceae* y *Prorocentraceae* (Gráfico 5). En el monitoreo uno, se registró una riqueza de 10 familias; en el monitoreo dos 11; y en los monitoreos tres y cuatro 13 (Anexo 5).

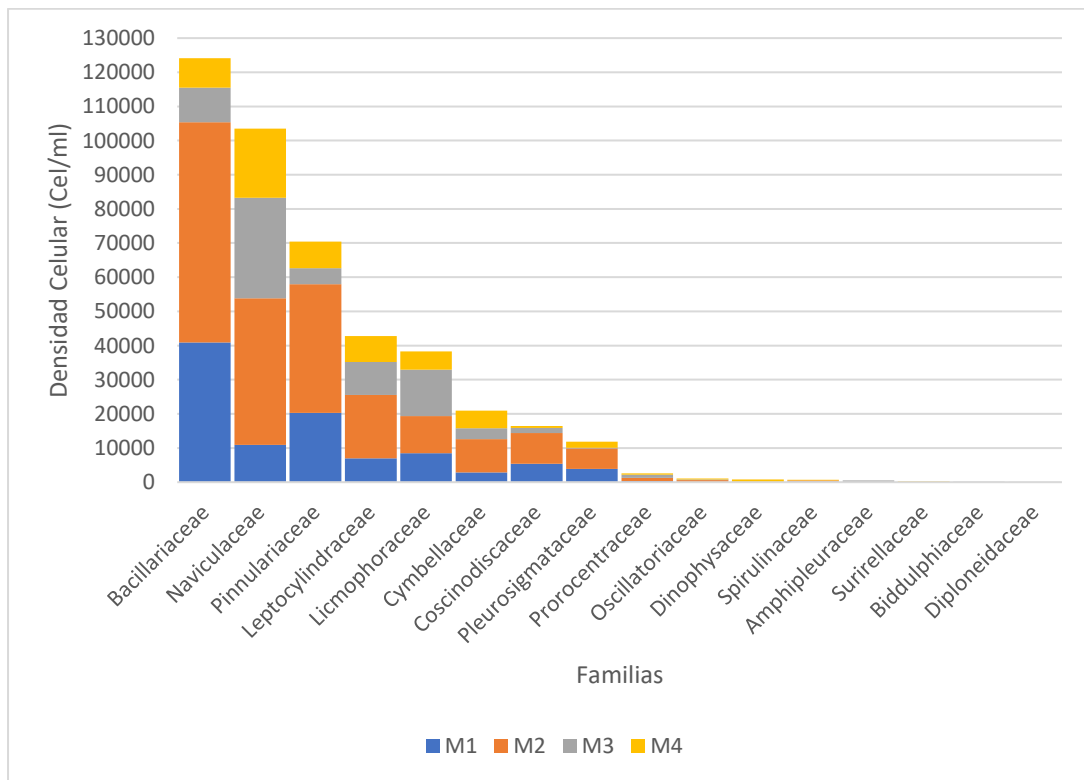


Gráfico 5. Microalgas epifitas en "La Chocolatera" según el monitoreo

4.1.2. Microalgas alojadas en “San Lorenzo”

Para “San Lorenzo” las familias de epifitos presentes en todos los monitoreos fueron: Licmophoraceae, Leptocylindraceae, Pleurosigmataceae, Naviculaceae, Bacillariaceae, Pinnulariaceae, Cymbellaceae, Coscinodiscaceae, Oscillatoriaceae y Spirulinaceae (Gráfico 6). La riqueza de epifitas en el Monitoreo uno fue de 11, en el dos fue de 13, en el tres fue de 12 y el último monitoreo con una riqueza de 13 familias.

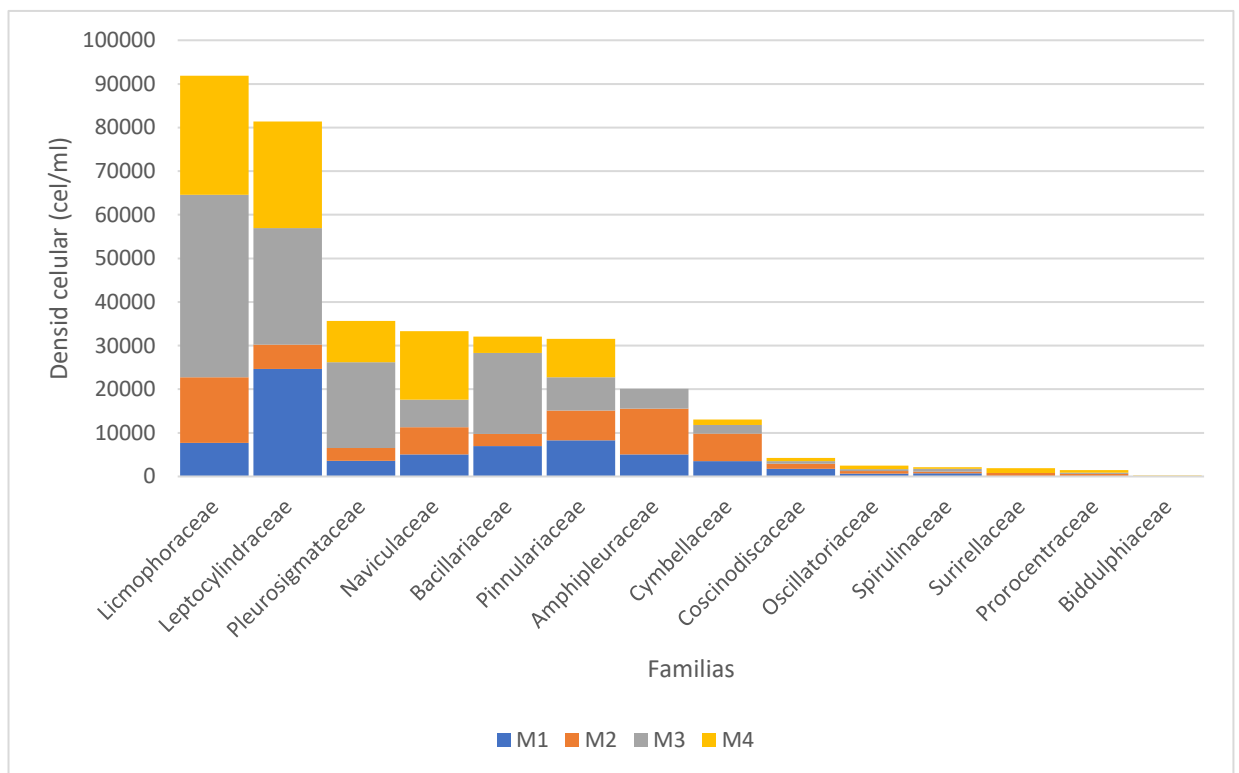


Gráfico 6. Microalgas epifitas en "San Lorenzo" según el monitoreo

4.2. Diversidad de epifitas de acuerdo con la zona de Estudio.

4.2.1. Índice de Diversidad para “La Chokolatera”

Con respecto al índice de diversidad de cada monitoreo (Gráfico 7) (Anexo 5) el pico más alto se encuentra en el monitoreo cuatro con 1.91 bits, seguido del monitoreo dos con 1.82 bits, el monitoreo uno y tres con 1.74 bits. Sin embargo, al evaluar la zona de manera general se obtiene una diversidad de 1.89 bits, que se considera baja de acuerdo con la escala de diversidad. Adicionalmente se presentan el índice de dominancia de Simpson con valores de entre 0.77 y 0.81, los mismos que están cercanos a 1, dando como resultado que existen algunas familias dominantes en los monitoreos. Así mismo, el índice de equitatividad con valores entre 0.68 y 0.75 al acercarse a 1, explican que la distribución de la abundancia entre las familias no es totalmente uniforme, concordando con el índice antes mencionado ya que existe dominancia de algunas familias (Gráfico 3).

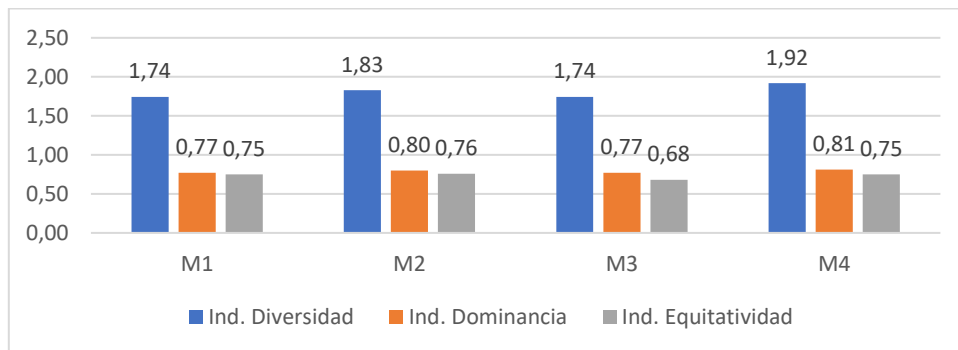


Gráfico 7. Índices de acuerdo con los monitoreos de "La Chocolatera"

4.2.2. Índice de Diversidad para "San Lorenzo"

En “San Lorenzo” el índice aplicado por cada monitoreo (Gráfico 8) (Anexo 5) demuestran que la mayor diversidad de especies se encuentra en el monitoreo dos, con 2.14 bits, seguido de monitoreo uno con 1.98 bits, monitoreo cuatro con 1.84 bits y monitoreo tres con 1.83 bits. Sin embargo, al evaluar la zona de forma generalizada se presenta una diversidad de 1,95 bits, considerada baja de acuerdo con la escala de diversidad. Adicionalmente, el índice de dominancia indica que existen algunas familias abundantes en los monitoreos puesto que los valores oscilan entre 0.80 y 0.86, siendo cercanos a 1. Así mismo, el índice de equitatividad con valores que fluctúan entre 0.72 y 0.83 explican que la distribución de la abundancia entre las familias no es totalmente uniforme, concordando con el índice antes mencionado ya que existe dominancia de algunas familias.

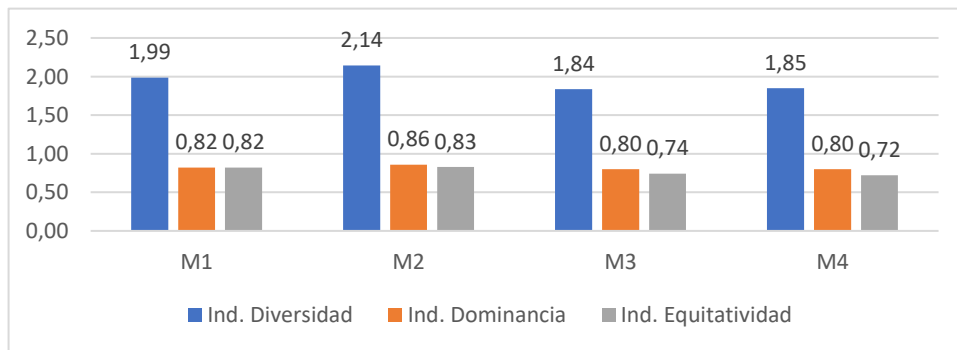


Gráfico 8. Índices de acuerdo con los monitoreos de "San Lorenzo"

4.3. Relación de las microalgas epifitas con los parámetros pH, salinidad, temperatura, nitritos y nitratos

4.3.1. Parámetros fisicoquímicos del agua en “La Chocolatera”

Durante los cuatro meses de monitoreo se registraron los parámetros del agua (Gráfico 9) (Tabla 3) donde la temperatura se mantuvo con una mínima de 26.94°C en el monitoreo tres y una máxima de 28.60°C en el monitoreo dos. La salinidad estuvo entre los rangos de 30.69 y 33 PSU, correspondientes al monitoreo uno y dos respectivamente. Por otro lado, el pH se mantuvo casi constante con un valor de 8 al igual que los nitritos con un rango entre 0.004 y 0.023 mg/l; sin embargo, los nitratos si presentaron una variación mayor (Gráfico 9), de tal forma que en el monitoreo 3 se registró un valor de 7.370 mg/l mientras que los demás monitoreos se mantuvieron con valores menores a 1.

Tabla 3. *Parámetros físico-químicos de "La Chocolatera"*

# de Monitoreo	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	pH	Nitritos(mg/l)	Nitratos(mg/l)
1	28.33	30.69	8.07	0.004	0.270
2	28.60	33.00	8.32	0.004	0.782
3	26.94	32.90	8.24	0.023	7.370
4	28.01	32.62	8.01	0.004	0.631

Durante el monitoreo tres (Gráfico 9), la temperatura al igual que los nitratos presentaron diferencias con demás datos obtenidos, pudiendo tratarse de una relación inversamente proporcional, de tal forma que a medida que una variable disminuye la otra aumenta.

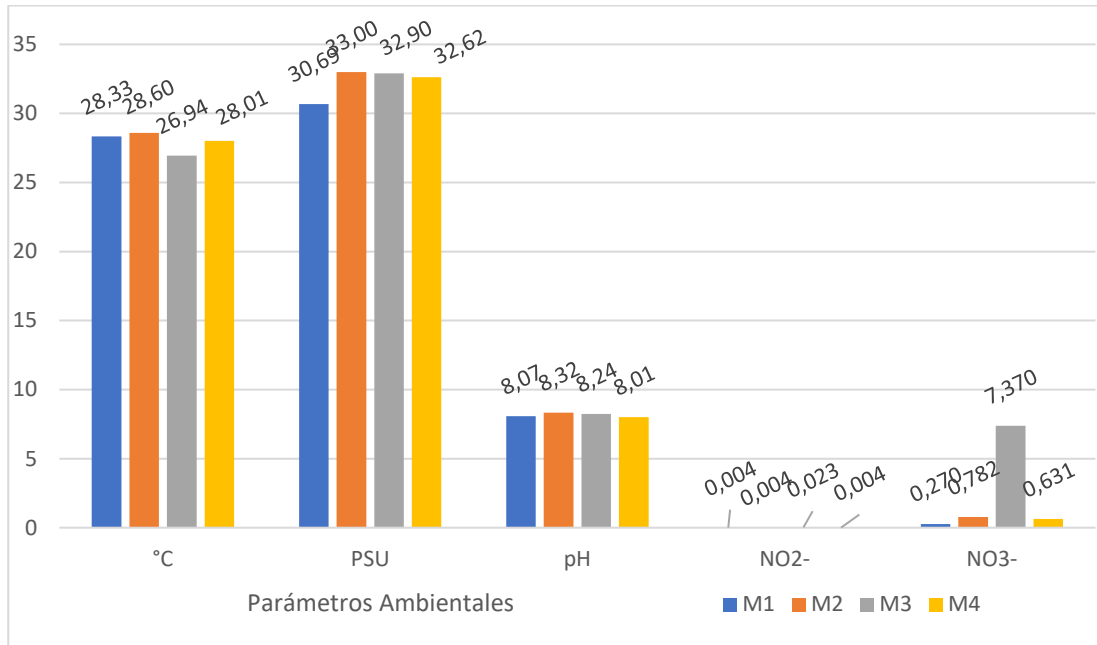
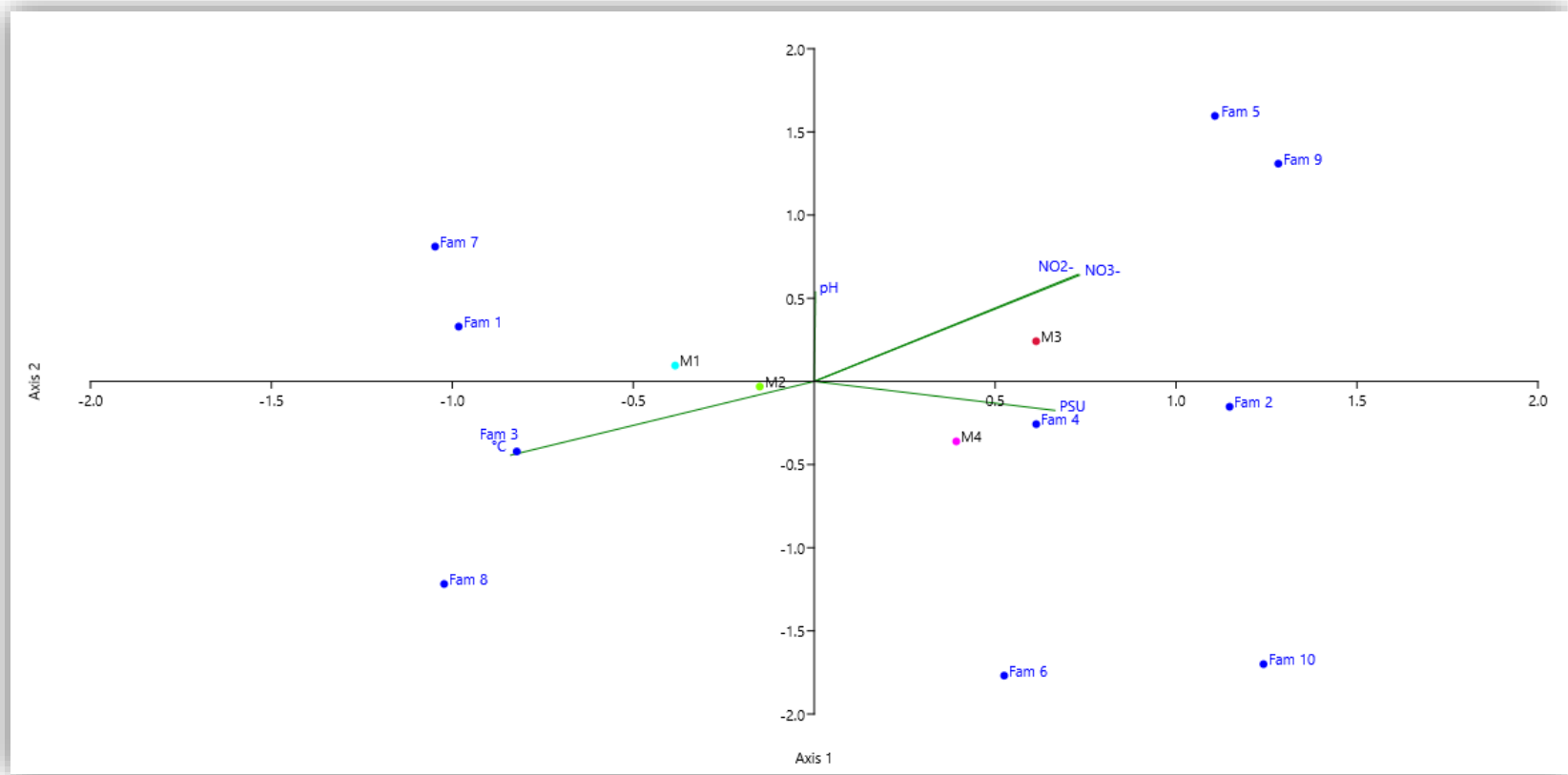


Gráfico 9. *Parámetros físico-químicos del agua en “La Chokolatera” según el monitoreo*

Sin embargo, para entender de mejor manera estos valores, se realizó un Análisis de correspondencia canónica (CCA) (Gráfico 10) que muestra dos ejes, los mismos que explicaron el 94.09% del total de la varianza de la relación especies-ambiente



Nota: M1= Monitoreo 1, M2= Monitoreo 2, M3= Monitoreo 3, M4= Monitoreo 4. Fam 1, Fam 2= Organismos del más a menos abundante. °C= Temperatura, PSU= Salinidad, NO₂⁻= Nitritos, NO₃⁻= Nitratos

Gráfico 10. CCA entre Epifitas y variables físico-químicas de “La Chokolatera”

Los datos que se presentan anteriormente (Gráfico 10) muestran la relación entre las Familias registradas y los parámetros físico-químicos obtenidos. Se realizó el CCA con el número de monitoreo y parámetros ambientales. El monitoreo uno y dos guardan similitud en cuanto a composición de familias debido a la cercanía de su ubicación, al igual que el monitoreo tres y cuatro, sin embargo, entre ambos grupos no hay similitud. En cuanto a las variables fisicoquímicas, en el monitoreo uno no existió una influencia marcada de las variables, sin embargo, las familias Bacillariaceae y Coscinodiscaceae obtuvieron altas densidades en condiciones de 28.33°C, 30.69 PSU, pH 8.07, Nitritos 0.004 mg/l y Nitratos de 0.270 mg/l. Por otra parte, la temperatura fue más representativa para las familias Pinnulariaceae y Pleurosigmales en el monitoreo dos con 28.60°C. Los nitritos y nitratos intervinieron en el tercer monitoreo con las familias Licmophoraceae y Prorocentraceae con valores de 0.02 mg/l y 7.370 mg/l respectivamente. La Salinidad influyó en el monitoreo 4 con las familias Naviculaceae, Lectocylindraceae, Cymbellaceae y Oscillatoriaceae con 32.62 PSU, Por último, las familias Dinophysaceae, Spirulinaceae, Amphipleuraceae, Surirellaceae, Biddulphiaceae y Diploneidaceae quienes no se muestran en la gráfica, se fueron las menos densas y no se logró establecer su relación con las variables

4.3.2. Parámetros fisicoquímicos del agua en “San Lorenzo”

En esta zona de estudio se registraron los siguientes parámetros del agua (Gráfico 11., Tabla 4) donde en el monitoreo uno la temperatura fue de 27,52°C, en el

monitoreo dos y 3 de 29.00 y 29.44 °C respectivamente, mientras que en el último se registró un descenso a 28.64°C, siendo en el monitoreo tres donde se registra la mayor temperatura, por tanto, se puede considerar que existió una pequeña variación. La salinidad se mantuvo en los monitoreos 1, 2 y 4 con valores de 31 PSU mientras que el monitoreo 3 presentó un incremento, registrándose 33.14 PSU. Por otra parte, el pH se mantuvo casi constante con valores de 7.98 a 8.33 donde este último corresponde al monitoreo tres. Con respecto a los nitritos y nitratos, el primero de ellos se mantuvo entre 0.005 a 0.006 mg/l en los monitoreos uno, dos y cuatro, mientras que en el monitoreo tres se presentó un aumento con valores de 0.013mg/l, por su parte, los nitratos también presentaron una elevación con 3.985 mg/l en el monitoreo tres a comparación de los monitoreos uno, dos y cuatro se registró 0.0510 mg/l, 0.781 ml/l y 0.581 ml/l respectivamente.

Tabla 4. *Parámetros físico-químicos de "San Lorenzo"*

# de Monitoreo	Temperatura (°C)	Salinidad (PSU)	pH	Nitritos(mg/l)	Nitratos(ml/l)
1	27,52	31,79	7,98	0,005	0,510
2	29,00	31,60	8,03	0,006	0,781
3	29,44	33,14	8,33	0,013	3,985
4	28,64	31,83	8,15	0,006	0,581

Durante el monitoreo 3 (Gráfico 11), la temperatura, salinidad, pH, nitritos y nitratos presentaron diferencias, aumentando sus valores con respecto a los demás monitoreos provocando que exista una mayor densidad celular de organismos con

129175,00 cel/ml pudiendo tratarse de una relación directamente proporcional, de tal forma que a medida que una variable aumenta o disminuye la otra también lo hará, siendo así el caso de los nitratos.

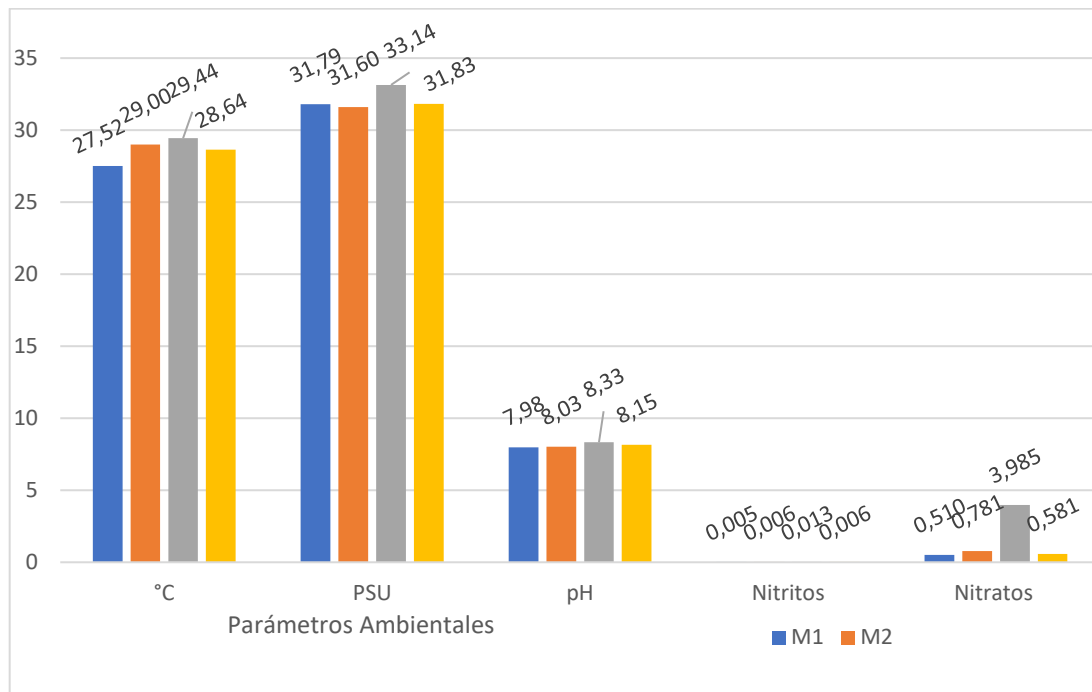
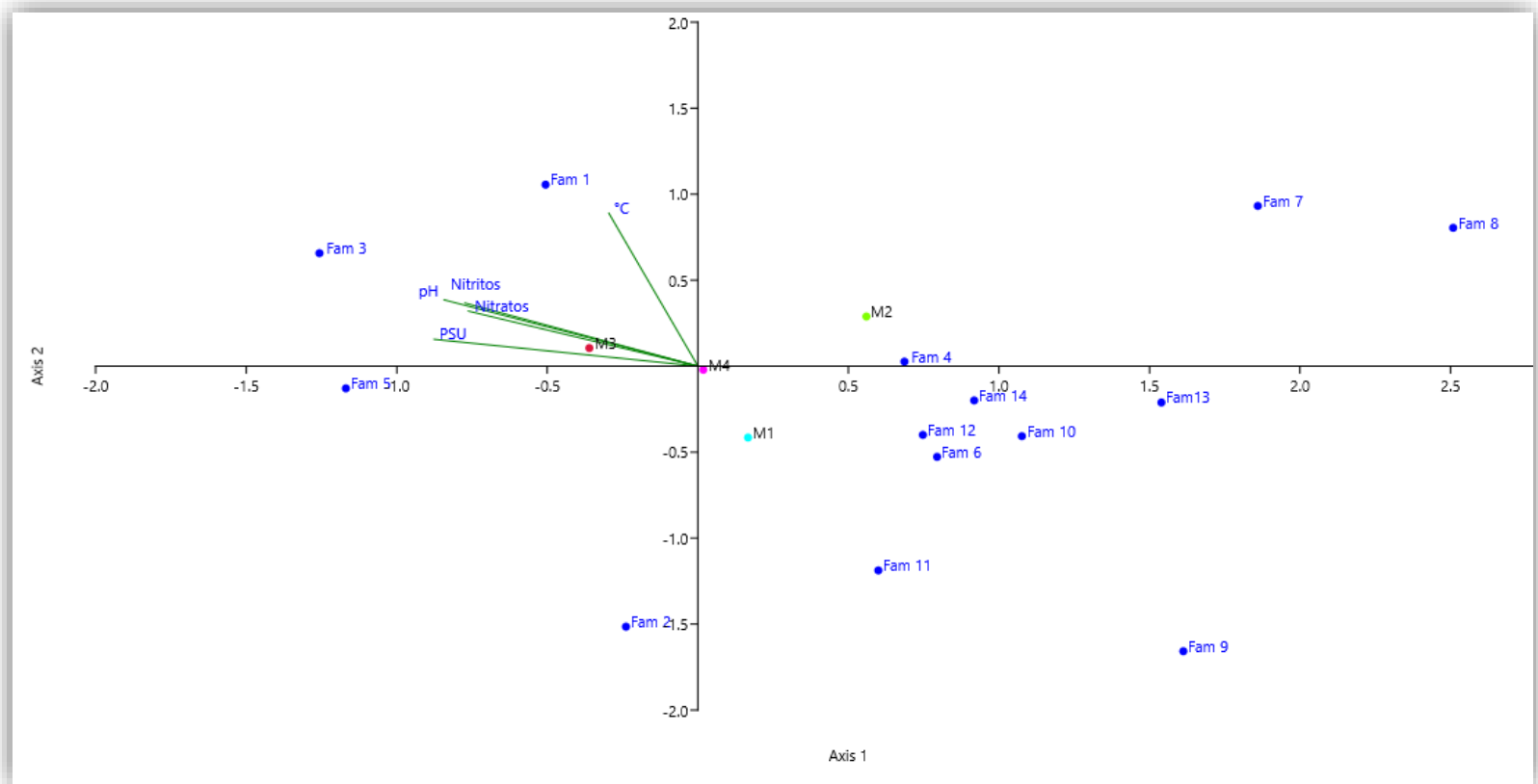


Gráfico 11. *Parámetros físico-químicos del agua en "San Lorenzo" según el monitoreo*

Sin embargo, para entender de mejor manera estos valores, se realizó un Análisis de correspondencia canónica (CCA) (Gráfico 12) donde los dos primeros ejes representan el 79,86% de la varianza explicando la relación entre especies y variables.



Nota: M1= Monitoreo 1, M2= Monitoreo 2, M3= Monitoreo 3, M4= Monitoreo 4. Fam 1, Fam 2= Organismos del más a menos abundante. °C= Temperatura, PSU= Salinidad, NO₂- = Nitritos, NO₃- = Nitratos

Gráfico 12. CCA entre epifitas y variables físico-químicas de "San Lorenzo"

Los datos que se presentan anteriormente (Gráfico 12) muestran la relación entre las Familias registradas y los parámetros físico-químicos obtenidos. El monitoreo cuatro guarda similitud en cuanto a composición de familias con los demás monitoreos debido a su ubicación central. En cuanto a las variables ambientales, por un lado, los monitoreos uno y cuatro, integrados por las familias Pinnulariaceae, Coscinodiscaceae, Oscillatoriaceae, Spirulinaceae, Surirellaceae, Prorocentraceae y Biddulphiceae se desarrollaron bajo las condiciones de Temperatura de 27,52 a 28.64°C; Salinidad de 31.79 a 31.83 PSU; pH de 7.98 a 8.15; Nitritos de 0.005 a 0.006 mg/l y Nitratos de 0,510 a 0,581 mg/l. El monitoreo dos, las familias Naviculaceae, Amphipleuraceae y Cymbellaceae tuvieron densidades altas bajo las siguientes condiciones: temperatura de 29.79°C, salinidad de 31.60 PSU, pH de 8.03, Nitritos de 0.006 mg/l y Nitratos de 0.781 mg/l. En el Monitoreo tres las familias Licmophoraceae, Leptocylindraceae, Pleurosigmaaceae y Bacillariaceae tuvieron mayores densidades bajo condiciones de temperatura de 29.44°C, salinidad de 33.14 PSU, pH de 8.33; nitritos de 0.013 mg/l y nitratos de 3.985 mg/l.

4.4. Relación entre índices de diversidad y parámetros físico-químicos

4.4.1. Prueba de normalidad para variable “Índice de diversidad” y “Parámetros físico-químicos en “La Chocolatera”

En primer lugar, se realizó un análisis distribución normal mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov partiendo de las siguientes premisas:

- H0= Los datos correspondientes a “La Chocolatera” siguen una distribución normal
- H1= Los datos correspondientes a “La Chocolatera” no siguen una distribución normal.

Tabla 5. Prueba de Normalidad de Índices ecológicos y parámetros físico-químicos de "La Chocolatera"

	Ind. Shannon	Temperatura	Salinidad	pH	Nitritos	Nitratos
Media	1.80	27.97	32.3	8.16	0.008	2.26
Desv. Estándar	0.08	0.72	1.08	0.14	0.009	3.41
N	4	4	4	4	4	4
KS	0.28	0.27	0.36	0.23	0.43	0.41
Valor p	>0.15	>0.15	>0.06	>0.15	<0.01	<0.02

Valores de $p > 0.05$ Aceptar Hipótesis Nula; Valores $p < 0.05$ Rechazar Hipótesis Nula de manera significativa; Valores de $P < 0.01$ Rechazar Hipótesis Nula de manera altamente significativa

Los valores presentados anteriormente (Tabla 5) dan a conocer la significancia estadística para las variables; donde con un $P > 0.05$ en Ind. Shannon, Temperatura, Salinidad y pH (Ver Anexos 7), se acepta la Hipótesis nula, y es posible realizar pruebas paramétricas. Sin embargo, con $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula tanto para Nitritos y Nitratos. Por lo tanto, al tener una combinación de ambas normalidades se procede a realizar pruebas no paramétricas, como la Correlación de Spearman.

4.4.1.1. Análisis de correlación de Spearman para “La Chocolatera”

Para poder llevar a cabo este análisis de correlación de Spearman entre el índice de diversidad y los parámetros físico-químicos se plantearon las siguientes hipótesis:

- H0= Los parámetros físicos-químicos del agua intervienen en la diversidad y abundancia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en “La Chocolatera”
- H1= Los parámetros físicos-químicos del agua no intervienen en la diversidad y abundancia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en “La Chocolatera”

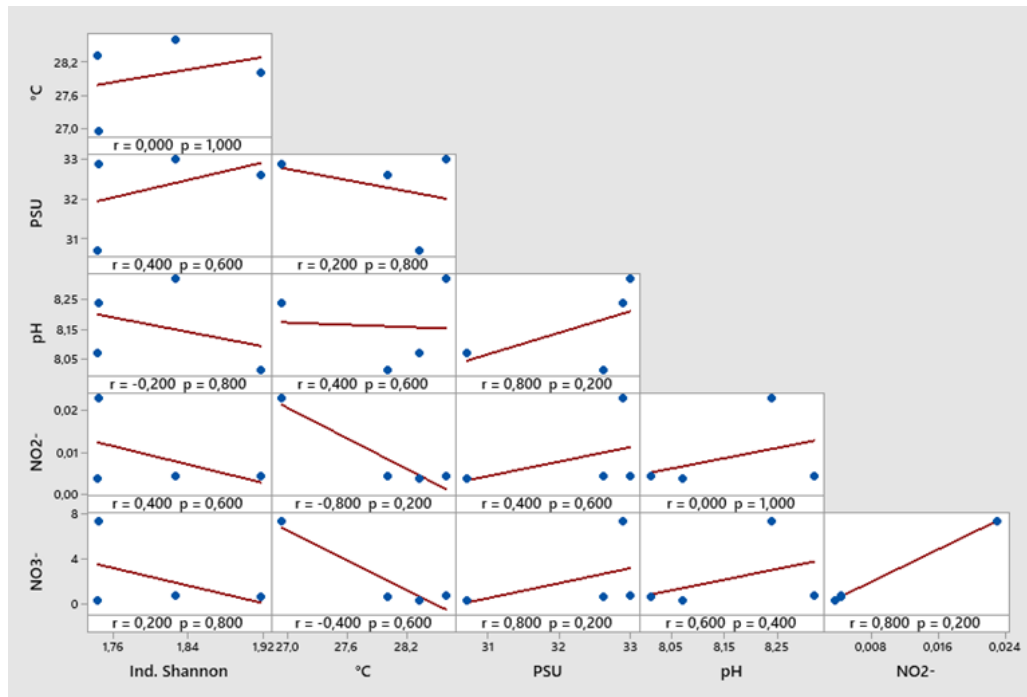
Tabla 6. Correlación de Spearman entre el Índice de Shannon-Weiner con Temperatura, pH, Salinidad, Nitritos y Nitratos.

	Ind.Shannon-Weiner	Temperatura	Salinidad	pH	Nitritos
Temperatura	0.00				
Salinidad	0,40	0,20			
pH	-0,20	0,40	0,80		
Nitritos	0.40	-0,80	0,40	0,00	
Nitratos	0.20	-0,40	0,80	0,60	0,80

Nota: Según (Mondragón, 2014): Correlación Nula (0), débil (± 0.01 a ± 0.10), media (± 0.11 a ± 0.50), considerable (± 0.51 a ± 0.75), muy fuerte (± 0.76 a ± 0.90), Perfecta (± 0.91 a ± 1.00) Valor de p menor que 0.05= correlación

Los datos presentados anteriormente (Tabla 6) (Gráfico 13) muestran la que correlación de Spearman existente entre el Índice de Shannon y la Temperatura es 0.00 correspondiente a nula. La Correlación entre el índice de Shannon y Salinidad es 0,40 considerada positiva media, significa que mientras una aumenta la otra también,

mientras que entre el índice de Shannon y pH existe una correlación de -0,20 considerada negativa media, por lo tanto, si una variable disminuye la otra aumenta. Por otra parte, tanto los nitritos y nitratos presentaron una correlación Positiva baja, con valores de 0.40 y 0.20 respectivamente dando como resultado que el aumento de esta variable incide en la diversidad de epifitos. Sin embargo, ninguno de los valores presentó una correlación significativa.



Nota: Según (Mondragón, 2014): Correlación Nula (0), débil (± 0.01 a ± 0.10), media (± 0.11 a ± 0.50), considerable (± 0.51 a ± 0.75), muy fuerte (± 0.76 a ± 0.90), Perfecta (± 0.91 a ± 1.00) Valor de p menor que 0.05= correlación significativa

Gráfico 13. Correlación de Spearman entre el índice de Shannon y la temperatura, Salinidad, pH, nitritos y nitratos de "La Chocolatera"

Los resultados anteriores (Gráfico 13) muestran los valores p para la correlación entre el índice de diversidad de Shannon con la Temperatura (1.00), Salinidad (0.60), pH (0.80), nitritos (0.60) y nitratos (0.80) los mismos que son mayores al nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula ya que no existen correlaciones significativas entre las variables físico-químicas del agua con la diversidad de microalgas epifitas.

4.4.2. Prueba de normalidad para variable “Índices de diversidad” y “Parámetros físico-químicos en “San Lorenzo”

Al igual que en la zona anterior, para conocer si los datos obtenidos formaban parte de una distribución normal se realizó la de Kolmogorov-Smirnov partiendo de las siguientes premisas:

- H_0 = Los datos correspondientes a “San Lorenzo” siguen una distribución normal
- H_1 = Los datos correspondientes a “San Lorenzo” no siguen una distribución normal.

Tabla 7. Prueba de Normalidad de índices ecológicos y parámetros físico-químicos de "San Lorenzo"

	Ind. Shannon	Temperatura	Salinidad	pH	Nitritos	Nitratos
Media	1,95	28,65	32,09	8,12	0,01	1,46
Desv. Estándar	0,14	0,82	0,71	0,15	0,003	1,68
N	4	4	4	4	4	4
KS	0,27	0,245	0,39	0,22	0,41	0,41
Valor p	>0,15	>0,15	<0,03	>0,15	<0,03	<0,03

Valores de $p > 0,05$ Aceptar Hipótesis Nula; Valores $p < 0,05$ Rechazar Hipótesis Nula de manera significativa; Valores de $P < 0,01$ Rechazar Hipótesis Nula de manera altamente significativa

Los valores presentados anteriormente (Tabla 7) dan a conocer la significancia estadística para las variables; donde con un $P > 0,05$ en Ind. Shannon, Temperatura y pH (Ver Anexo 8), se acepta la Hipótesis nula, y es posible realizar pruebas paramétricas. Sin embargo, con $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula tanto para Salinidad, Nitritos y Nitratos, por tanto, al tener ambos casos, se realizará la prueba no paramétrica denominada correlación de Spearman

4.4.2.1. Análisis de correlación de Spearman para "San Lorenzo"

Para poder llevar a cabo este análisis de correlación de Pearson entre el índice de diversidad y los parámetros físico-químicos se plantearon los siguientes supuestos:

- H_0 = Los parámetros físicos-químicos del agua no intervienen en la diversidad y abundancia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en "San Lorenzo"

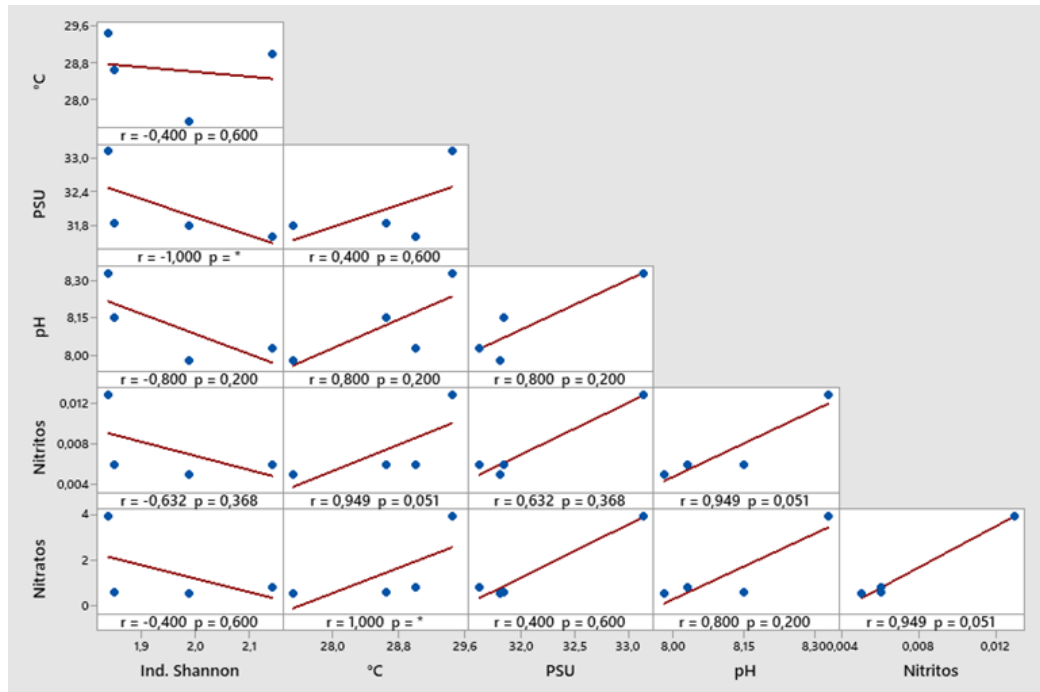
- H1= Los parámetros físicos-químicos intervienen en la diversidad y abundancia de microalgas epifitas alojadas en Phaeophyceae en “San Lorenzo”

Tabla 8. *Correlación de Spearman entre el Índice de Shannon con Temperatura, salinidad pH, nitritos y nitratos.*

	Ind. Shannon-Weiner	Temperatura	Salinidad	pH	Nitritos
Temperatura	-0.40				
Salinidad	-1.00	0.40			
pH	-0.80	0.80	0.80		
Nitritos	-0.63	0.94	0.63	0.94	
Nitratos	-0.40	1.00	0.40	0.80	0.94

Según (Mondragón, 2014): Correlación Nula (0), débil (± 0.01 a ± 0.10), media (± 0.11 a ± 0.50), considerable (± 0.51 a ± 0.75), muy fuerte (± 0.76 a ± 0.90), Perfecta (± 0.91 a ± 1.00) Valor de p menor que 0.05= correlación significativa

Los datos presentados anteriormente (Tabla 8) (Gráfico 14) muestran la correlación de Pearson existente entre el índice de Diversidad de Shannon con la Temperatura es -0.40 correspondiente a negativa media. La Salinidad con el índice mostraron un valor de -1.00 correspondiente a correlación negativa perfecta. La Correlación entre el índice de Shannon y pH es de -0.80 considerada negativa muy fuerte. Por otra parte, el índice de diversidad con los Nitritos y Nitratos muestra una correlación negativa media con valores de -0.63 y -0.40 respectivamente. Todos los casos antes mencionados indican que existe una correlación inversamente proporcional, de tal manera que si una variable aumenta la otra disminuye.



Según Correlación Nula (0), débil (± 0.01 a ± 0.10), media (± 0.11 a ± 0.50), considerable (± 0.51 a ± 0.75), muy fuerte (± 0.76 a ± 0.90), Perfecta (± 0.91 a ± 1.00) Valor de p menor que 0.05= correlación significativa

Gráfico 14. Correlación de Spearman entre el índice de diversidad de Shannon con temperatura, salinidad, pH, nitritos y nitratos de "San Lorenzo"

Los resultados del gráfico anterior (Gráfico 14) muestran los valores p para la correlación entre el índice de diversidad de Shannon con la Temperatura (0,60), pH (0,20), nitritos (0,34) y nitratos (0,60) los mismos que son mayores al nivel de significancia de 0.05 a excepción de la salinidad quien si se ajustó a una correlación significativa. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula ya que en general no existen correlaciones significativas entre las variables físico-químicas del agua con la diversidad de microalgas epifitas.

5. DISCUSIONES

5.1. Identificación y Distribución de Familias de Epifitas en Phaeophyceae

En la investigación realizada de epifitas alojadas en las macroalgas *Padina sp.* y *Colpomenia sp.*, y de acuerdo con la zona de estudio, “La Chocolatera” y “San Lorenzo”, se identificaron un total de 16 familias distribuidas en tres clases Cyanophyceae, Bacillariophyceae, y Dinophyceae, donde las diatomeas lideraron esta composición con el 75% del total, coincidiendo con los estudios de (Al-Harbi, 2017) que analizó los epifitos de cuatro macroalgas pardas, incluida *Padina*, donde las Bacillariophyceae aportaron con el 91%. Así mismo, (Poza, Gauna, Escobar, & Parodi, 2017), registraron epifitas en *Leathesia marina* y *Colpomenia sinuosa*, ambas Phaeophyceae en donde, *Colpomenia sinuosa*, estuvo representada por Cyanophyceae (1), Rhodophyceae (4), Bacillariophyceae (14), Phaeophyceae (3) y Chlorophyceae (3), y las diatomeas también representaron el 56% de la composición total, todo esto debido a que las macroalgas albergan considerables especies de diatomeas en ambientes subtropicales (Siqueiros- Beltrones & Hernández- Almeida, 2006). Al-Harbi, (2017) manifiesta que el hecho de que exista una mayor composición de epifitos pertenecientes a la Clase Bacillariophyceae, en las macroalgas ubicadas en zonas intermareales se da por el requerimiento de un sustrato con disponibilidad de materia orgánica disuelta, nutrientes, temperatura y luz, etc.

5.2. Diversidad y Abundancia de Familias de microalgas epifitas

La diversidad de familias estuvo dentro de los rangos de 1,74 y 1,92 bits para “La Chocolatera”, mientras 1,84 y 2,14 bits para “San Lorenzo”, donde valores menores de 2 se consideran como diversidad baja, de 2 a 3,5 media y superiores a 3,5 como diversidad alta según (Margalet, 1972). Estos valores difieren con la diversidad de organismos epifitos encontrados en el alga parda *Bachelotia antillarum* con un valor de 2,15 bits por (Da Silva, Barreto, Da Silva-Cunha, Campos, & Eskinazi-Leca, 2016). Así mismo, Burfeid-Castellanos, *et al* (2021) al estudiar las epifitas de *Adenocystis utricularis*, obtuvo una diversidad de 1.76 bits considerada baja, siendo cercana a los valores obtenidos en la Chocolatera” todo esto debido a que existieron especies dominantes.

Las familias con mayor abundancia en este estudio para ambas zonas fueron Bacillariaceae con 28.55% y 9.13%, Naviculaceae con 23.82% y 9.46% Licmophoraceae con 8.82% y 26.13%, Leptocylindraceae con 9.84% y 23.14% y por último Pinnulariaceae con 16.20% y 8.97% respectivamente, para la zona 1 y 2; sin embargo, la mayor densidad celular total, al comparar ambas zonas de estudio se encontró en la Zona 1 “La Chocolatera” con la macroalga Padina. Al-Harbi, (2017) encontró un total de cinco microalgas epifitas abundantes y entre ellas *Cylindrotheca closterium* con el 19% de aportación, la misma que pertenece a la familia Bacillariaceae registrada en este estudio. Así mismo, en Laminaria se registraron epifitas

sobresalientes como *Leptocylindrus danicus* perteneciente a la familia Leptocylindraceae y *Cylindrotheca closterium* perteneciente a la familia Bacillariaceae con una contribución de 51,11%, y 12,18% respectivamente, del total de diatomeas. Así mismo, Kulkarni & Jagdale, (2019) al estudiar las epifitas de *Padina gymnospora*, obtuvieron que *Licmophora sp.*, perteneciente a la familia Licmophoraceae abundante con el 57,06%, siendo superior al obtenido en todo este estudio; sin embargo, esto se debe a que su estudio empezó en el mes de noviembre hasta mayo, a diferencia de este realizado de febrero a mayo.

5.3. Parámetros Físicos y Químicos del Agua.

Para “La Chocolatera” los rangos de parámetros del agua fueron los siguientes: temperatura; 26,94 - 28,60°C, Salinidad; 30,69 - 33,00 PSU, pH 8,01 -8,32, Nitritos; 0,004- 0,023 mg/l, Nitratos 0,270- 7,370mg/l, mientras que en “San Lorenzo” 27,52 - 29,44 °C, 31,60 - 33,14 PSU, pH de 7,98 - 8,33, Nitritos 0,005 y 0,013 mg/l y nitratos 0,510 a 3,985 mg/l. Garzón, (2019) al estudiar algunos puntos de la zona costera del Ecuador en verano obtuvo rangos de 23,1 a 29,2 °C con un promedio de 25,67°C, el pH 8.26 y 8.76, salinidad entre 29,1 y 35,7 PSU y los nutrientes entre 0,001 y 0,008 en nitritos y 0,012 y 0,034 en nitratos, infiriéndose que la estacionalidad donde se realiza el monitoreo influye en la lectura de los parámetros. Al- Harbi (2017). Mostró rangos más amplios en temperatura de 22 a 23°C, Salinidad de 38 a 39 PSU y pH de 8.50 a 8.60 debido a la amplitud de su estudio abarcando Inverno, primavera, verano y otoño.

Tomando como referencia lo antes mencionado, la relación existente entre las variables y las microalgas es la siguiente: los dinoflagelados no muestran una relación clara con respecto a las variables, y Dhib, Fertouna-Bellakhal, Turki, & Aleya, (2015) indican que la familia Dinophysaceae se relaciona con altas concentraciones de nitrógeno y amonio, las mismas que no fueron consideradas en este estudio, pero otras como pertenecientes a la familia Prorocentraceae están asociados tanto con niveles altos y bajos de temperatura respectivamente. Por otra parte, Palmer (1969) menciona que la abundancia de especies Nitzschia y Navícula pertenecientes a la Familia Naviculaceae se da por aguas contaminadas orgánicamente.

Para este estudio, la estadística de Spearman muestra la correlación entre el Índice de Diversidad y las variables temperatura, salinidad, pH, Nitritos y Nitratos: -0.00; 0.40; -0.20; 0.40 y 0.20 en “La Chocolatera” y -0.40; -1.00; -0.80; -0.63 y -0.40 en “San Lorenzo” donde en ambos casos existió correlaciones superiores a ± 0.11 considerada media-baja a excepción de la temperatura en “La Chocolatera”, que presentó una correlación nula., coincidiendo con Correa-Da Rosa & Copertino, (2022) que también encontraron correlaciones entre variables ambientales y organismos, aunque no fuertes.

En general, en este estudio se procede a aceptar la hipótesis nula, ya que los parámetros físico-químicos no estuvieron correlacionados significativamente con la diversidad de las familias epifitas, difiriendo con las conclusiones presentadas por autores como Stanca & Pearson, (2021) y Adam, Hifney, Fawzy, & Al-Badaani, (2017) donde las variables ambientales explican de mejor manera la variación de distribución, diversidad y abundancia de epifitas ensambladas en un hospedero, seguido del sitio de estudio y morfología del hospedero. Así mismo, Kulkarni & Jagdale, (2019) indican que los nutrientes, en particular los nitritos, nitratos y fosfatos influyen en gran medida en la estructura comunitaria de diatomeas.

6. CONCLUSIONES

En general, identificaron 16 familias de epifitos, distribuidos en tres clases: Cyanophyceae con el 12.5%, Bacillariophyceae 75%. y Dinophyceae 12.5% tanto en *Padina sp*, como *Colpomenia sp*, debido a que estas macroalgas constituyen un sustrato apto para las diatomeas, no como organismos oportunistas, si no por la preferencia hacia el tipo de hospedero.

Se determinó que tanto para “La Chocolatera” y “San Lorenzo” Existieron 5 familias dominantes identificadas como Bacillariaceae, Naviculaceae, Licmophoraceae, Leptocylindraceae y Pinnulariaceae, quienes fueron las más contribuyentes en toda la comunidad de microalgas epifitas, y que a su vez provocaron que exista una baja diversidad de organismos en todo el estudio: $H = < 2$, debido a la variabilidad de parámetros físico-químicos.

El estadístico de Spearman evidenció que no existe correlación significativa entre las variables ambientales con la diversidad de microalgas epifitas, debido a que los valores de R fueron mayores al de significancia. Por lo tanto, se procedió a aceptar la hipótesis nula.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de epifitos incluyendo macroalgas pertenecientes a Divisiones Chlorophyta y Rhodophyta, para establecer diferencias en la composición microalgal con respecto al hospedero en una misma zona de Estudio.

Se aconseja coleccionar mayor peso húmedo de macroalgas para conocer su posible influencia en la diversidad, abundancia y riqueza de las comunidades epifitas en una zona de estudio.

Se considera incluir otras variables físico-químicas y estacionales como Oxígeno Disuelto, Silicatos, invierno o verano y realizar estudios anuales, para conocer su impacto distribución de epifitos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adam, M., Hifney, A., Fawzy, M., & Al-Badaani, A. (2017). Season biodiversity and ecological studies on the epiphytic microalgae communities in polluted and unpolluted aquatic ecosystem at Assiut, Egypt. *European Journal of Ecology*, 3(2). doi:10.1515/eje-2017-0017
- Adams, D., & Duggan, P. (2008). Cyanobacteria-bryophyte symbioses. *Journal of Experimental Botany*, 59(5), 1047-1058. doi:10.1093/jxb/ern005
- Al-Harbi, S. (2017). Epiphytic Microalgal Dynamics and Species Composition on Brown Seaweds (Phaeophyceae) on the Northern Coast of Jeddah, Saudi Arabia. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 5(1). doi:10.4172/2572-3103.1000153
- Álvarez, J., Quiróz, N., Rodríguez, D., & Aguilar, L. (2020). Algas epífitas en *Padina durvillei* y *Padina crispata* (Dyctiotaceae, Phaeophyceae) en el Pacífico tropical mexicano. *Acta Botanica Mexicana*(127). doi:https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1594
- Ansari, A., Alghanem, S., & Naeem, M. (2019). Brown Alga *Padina*: A review. *International Journal of Botany Studies*, 4(1), 01-03.
- Arbeláez, N., Mancera-Pineda, J., & Reguera, B. (2020). Structural variation of potentially toxic epiphytic dinoflagellates on *Thalassia testudinum* from two

coastal systems of Colombian Caribbean. *Harmful Algae*. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101738>

Banerjee, D., Chatterjee, S., & Nath, S. (s.f.). Parámetros fisicoquímicos acuáticos y su posible impacto en los cuerpos de agua dulce. *Ecología Aplicada y Ciencias Ambientales*, 10(6), 360-367.

Bellrín-Romero, A. (2022). *Algas: una introducción a la ficología*. RIL editores. Obtenido de <https://0a10nhbyf-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/ereader/upse/226464?page=502>

Benita, M., Iluz, D., Vexler, A., & Dubinsky, Z. (2019). Padina Spp.: Morphology Re-evaluation of the Israeli Brown Algae. *Research & Reviews: Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 7(3).

Biodiversidad Mexicana . (2022). *Bosques de macroalgas*. Obtenido de Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueMacroalgas>

Bringloe, T., Starko, S., Wade, R., Vieira, C., Kawai, H., De Clerck, o., . . . Verbruggen, H. (2020). Phylogeny and Evolution of the Brown Algae. *Critical Reviews in Plant Sciences*. doi:10.1080/07352689.2020.1787679

Burfeid-Castellanos, A., Martin-Martin, R., Kloster, M., Angulo-Preckler, C., Avila, C., & Besxteri, B. (2021). Epiphytic diatom community structure and richness is determined by macroalgal host and location in the South Shetland Islands

(Antartica). (J. Hewitt, Ed.) *PLOS ONE*, 16(4).
doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250629>

Campbell. (2008). *Fragilariopsis sp.* Obtenido de Culture Collection of algae & protozoa: <https://www.ccap.ac.uk/catalogue/strain-1029-24>

Carmona-Jimenez, J., Ramirez-Rodríguez, R., Bojorge-García, M., González-Hidalgo, B., & Cantoral-Uriza, E. (2016). ESTUDIO DEL VALOR INDICADOR DE LAS COMUNIDADES DE ALGAS BENTÓNICAS: UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN Y APLICACIÓN EN EL RÍO MAGDALENA, CIUDAD DE MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 139-152.

Cloern, J. (1996). Dinámica de la floración del fitoplancton en ecosistemas costeros: una revisión con algunas lecciones generales de la investigación sostenida de la Bahía de San Francisco, California. *Reviews of Geophysics*.
doi:<https://doi.org/10.1029/96RG00986>

Constitución de la República del Ecuador. (2008).

Correa-Da Rosa, V., & Copertino, M. (2022). Diversity and Variation of Epiphytic Diatoms on *Ruppia maritima* L., Related to Anthropogenic Impact in an Estuary in Southern Brazil. *Diversity*, 14(787). doi:<https://doi.org/10.3390/d14100787>

Da Silva, M., Barreto, S., Da Silva-Cunha, M., Campos, P., & Eskinazi-Leca, E. (2016). Community structure of epiphytic diatoms on seaweeds in Northeastern Brazil. *Botanica Marina*, 59(4). doi:DOI 10.1515/bot-2015-0014

- De Clerck, O., Leliaert, F., & Verbruggen, H. (2006). A revised classification of the Dictyoteae (Dictyotales, Phaeophyceae) Based on rbcL and 26S Ribosomal, DNA sequence Analyses. *The Phycological Society of America*. doi:10.1111/j.1529-8817.2006.00279.x
- Dhib, A., Fertouna-Bellakhal, M., Turki, S., & Aleya, L. (2015). Harmful planktonic and epiphytic microalga in a Mediterranean Lagoon: The contribution of the Macrophyte *Ruppia cirrhosa* to microalgae dissemination. *Harmful Algae*, 45.
- Dreckmann, K., Senties, A., & Nuñez, M. (2013). *Manual de prácticas de laboratorio: Biología de Algas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Durán-Hernandez, D., Uribe-Orozco, M., Mateo-Cid, L., & Gonzalez-Mendoza, D. (2022). Potencial Biotecnológico de las macroalgas en la agricultura. *IDESIA*, 40(1). doi:10.4067/S0718-34292022000300081
- Fayó, R., Pan, J., & Espinosa, M. (2020). Microbial mat and surface sediment communities from a shallow oxbow lake in the Colorado River floodplain, Argentina. *Geomicrobiology Journal*. doi:10.1080/01490451.2020.1801908
- Fernandez, D. (2018). La importancia de los afloramientos para las macroalgas en la Reserva Marina Galápagos. Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7796>

- Fernandez, L., Procoplak, L., Tenenbaum, D., & Portinho, D. (2014). Fine morphology of four Licmophora (Bacillariophyta, Licmophorales) species from Admiralty Bay and Elephant Island, ANtarctic Peninsula. *Iheringia Série Botânica*, 69(2), 465-477.
- García-Gómez, Sempere-Valverde, Ostalé-Valriberas, Martínez, Olaya-Ponzone, González, . . . Parada. (2018). *Rugolepteryx okamurae* (E.Y.Dawson) I.K Hwang, W.J. Lee % H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), Alga exótica "Explosiva" en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Revista de EStudios Campogibraltareños*, 49, 97-113.
- García-Ureña, R., & Cabarcas-Jimenez, M. (2024). *Igas pardas* (Ochrophyta: Phaeophyceae) de la colección ficológica "Germán Bula Meyer". *I*(2).
Obtenido de <https://doi.org/10.15472/ul1weo>
- Garzón, A. (2019). Presencia de microalgas bentónicas potencialmente tóxicas en la costa del Ecuador. *Tesis de Pre-grado*. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/37646>
- Ga-Youn, J., Kazuhiro, K., & Sung, N. (2006). Filogenia molecular de la familia Scytosiphonaceae (Phaeophyceae). *Algae*, 21(2).
doi:10.4490/ALGAS.2006.21.2.175
- Gomez, L., Fernandez, R., Jover, A., & Delgado, L. (2012). Variación espacial de la composición de microalgas epifitas de *Ulva* spp. (Chlorophyta: Ulvaceae) en la

Bahía de Santiago de Cuba. *CICIMAR Océánides*, 27(1).
doi:<https://doi.org/10.37543/oceanides.v27i1.105>

Gomez-Acevedo, S., Gracia-Ortiz, M., & Carballo-Barrera, Y. (2020).
[https://0a10neerk-y-https-elibro-
net.itmsp.museknowledge.com/es/ereader/upse/124795?page=212](https://0a10neerk-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/ereader/upse/124795?page=212). Editorial
Ediciencias.

Gonzalez, A. (2015). *¿Qué son las microalgas?: Interés y uso*. Fichas de transferencia
, Grupo Cooperativo Cajamarca.

Gonzalez-Salas, R., Vidal-Del Río, M., & Pimienta-Concepción, I. (2021). Microalgas:
ecología, repercusión en la salud y nutrición. *Revista Universidad y Sociedad*,
13, 297-302.

Greenacre, M. (2008). *Análisis de correspondencias canónico*. Fundación BBVA.

Hamilton, P., Lefebvre, K., & Bull, R. (2015). Single cell PCR amplification of diatoms
using fresh and preserved samples. 6. doi:10.3389/fmicb.2015.01084

Hernandez-Becerril, D. (2014). Biodiversidad de algas planctónicas marinas
(Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Crysoophyceae,
Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmaphyceae, Raphidophyceae,
Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. *Revista
Mexicana de Biodiversidad*, 85. doi:10.7550/rmb.32037

- Jaffar, A., Thamrin, N., Amin, M., Farid, M., & Mohd, A. (2020). The influence of Physico-Chemical Parameters to Determine Water Quality: A Review. *JOURNAL OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC SYSTEMS RESEARCH*, 17. doi:10.24191/jeesr.v17i1.016
- Jimenez, R. (2014). Diatomea y Silicoflagelados del Fitoplancton Del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, 19(1).
- Kawai, H., & Henry, E. (2016). Phaeophyta. *Springer* . doi:10.1007/978-3-319-32669-6_31-1
- Kergosien, N., Stiger-Pouvreau, V., Connan, S., Hennequeart, F., & Brebion, J. (2023). Mini-Review: brown macroalgae as a promising raw material to produce biostimulants for the agriculture sector. *Frontiers in Agronomy*. doi:https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1109989
- Kroupova, H., Machova, J., & Svobodova, Z. (2005). Nitrite influence on fish: a review. *Vet. Med*, 11, 461-471.
- Kulkarni, V., & Jagdale, S. (2019). Characteristics of Diatom Communities Epiphytic on Brown Algae *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, from Central West Coast of India. *International Journal of Science and Research*, 8. doi:10.21275/ART20203546

- Lobban, C., Scheffer, M., & Ruck, E. (2011). *Licmophora flucticulata* sp. nov. (Licmophoraceae, Bacillariophyceae), an unusual flabellate species from Guam and Palau. *Phycologia*, 50(1). doi:10.2216/09-85.1
- M.D. Guiry. (2002). *Pleurosigma rigidum* W.Smith 1853. Obtenido de AlgaBase: https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=46748&distro=y
- Madkour, F., & El Shoudaky, G. (2007). Spatial and temporal distribution of piphytic Diatoms On Macroalgae Inhabiting Port Said Coast, Mediterranean Sea, Egypt. *Journal Microbiological*, 17. doi:10.4314/nejmi.v17i1.40332
- Margalet, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. (C. A. Sciences, Ed.)
- Mateo, L., Sanchez, I., & Rodriguez, E. (2014). Algas epífitas de *Sargassum sinicola* Setchell & Gardner (Fucales, Phaeophyceae), en las Islas Magdalena y Margarita en Baja California Sur, México. *Revista De Investigaciones Marinas*, 2. Obtenido de <https://revistas.uh.cu/rim/article/view/6216/5250>
- Mateo-Cid, L., Mendoza-Gonzalez, C., & Huerta-Muzquiz, L. (2000). La familia Dictyotaceae (Dictyotales, Phaeophyta) en la península de Baja California, México. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 46(2), 189-270.
- Mazzini, M. (2020). Biodiversidad de microalgas epifitas asociadas al género *sargassum* en la zona Intermareal Rocosa El faro Ballenita - Santa Elena. La

Liberatd: UPSE. Obtenido de
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5603>

Mehta, N., & Mehta, S. (2021). Marine Macroalgae: A Host for Epiphytic Microalgae at Bhavnagar District, Gujarat, India. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 6(1). Obtenido de <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd49104.pdf>

Ministerio de Ambiente. (2020). *Plan de Manejo de la Reserva de Produccion de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena*. Salinas-Ecuador: Fundacion Ecológica Bioeducar y Conservacion Internacional Ecuador .

Mondragón, M. (2014). USO DE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN EN UN ESTUDIO DE INTERVENCIÓN EN FISIOTERAPIA. *Movimiento científico*, 8(1). doi:<https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.08111>

MSMARTINEZR. (30 de Noviembre de 2018). *Dictyota (Alga Parda)*. Obtenido de Diversidad BIológica:
<https://diversidadbiologica1upn.wordpress.com/2018/11/30/dictyota-alga-parda/>

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 20230 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (Vol. 3). Santiago. Obtenido de Naciones Unidas.

- Nava-Olvera, R., Mateo-Cid, L., Mendoza-Gonzalez, C., & García-Lipez, D. (2017). Macroalgas, microalgas y cianobacterias epífitas del pasto marino *Thalassia testudinum* (Tracheophyta: Alismatales) en Veracruz y Quintana Roo, Atlántico mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(3). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572017000300002>
- Núñez-Avellana, M., & Marciales-Caro, L. (2008). *Microalgas acuáticas: La otra escala de la biodiversidad en la Amazonía colombiana*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Palmer, M. (1969). A composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology*, 5(1), 78-82. doi:10.1111/j.1529-8817.1969.tb02581.x
- Patiño, S., Acosta, G., & Ardisson, P. (2022). Diversidad de macroalgas bentónicas y su relación con el sustrato en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, Quintana Roo. *Revista mexicana de Biodiversidad*, 93. doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3953>
- Pesantes. (2014). Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. 19(1). Obtenido de Acta oceanografica del Pacífico.
- Pesantes, F. (2014). Dinoflaagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, 19(1).
- Poza, A., Gauna, C., Escobar, J., & Parodi, E. (2017). Temporal dynamics of algal epiphytes on *Leathesia marina* and *Colpomenia sinuosa* macrothalli

(Phaeophyceae). *Marine Biology Research*.

doi:10.1080/17451000.2017.1348606

Pratama-Atmaja, P., Bengen, D., & Madduppa, H. (2021). La segunda piel de las hojas de pastos marinos: una comparación de comunidades epífitas de microalgas entre dos especies diferentes en dos praderas de pastos marinos en las islas menores de la Sonda. *Tropical life Sciences Research*, 32(2).

Ramírez, M., & Rojas, G. (1991). El género *Colpomenia* (F.C Mertens ex roth) Derbes et Solier(Phaeophyceae), en Chile. *Seccion Botánica: Museo Nacional de Historia Natural*, 42, 11-24.

Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A., & Mendez, S. (2011). Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. *Comision Oceanografica Intergubernamental*.

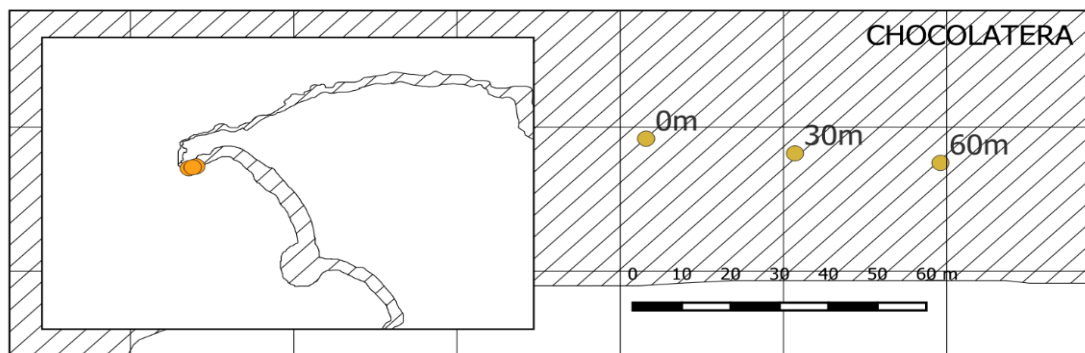
Rodriguez, A., Mancera, E., & Gavio, B. (s.f.). Evaluación de dinoflagelados béticos asociados a praderasde *Thalassia testudinum* en San Andrés Isla,Reserva Internacional Seaflower, Caribe colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 229-246.

Roque-Sanchez, M., Oscco-Oscco, R., & Rios-Suarez, J. (2017). Aportación al conocimiento de las macroalgas del litoral costero de la Reserva Ncional San Fernando (Nasca, Perú). *AquaTic*, 47.

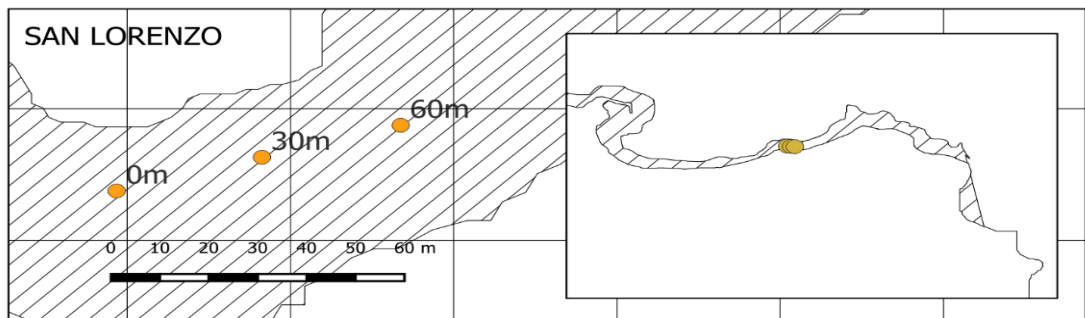
- Siqueiros- Beltrones, D., & Hernandez- Almeida, O. (2006). Florística de Diatomeas epifitas en un Manchon de Macroalgas Subtropicales. (11-61, Ed.) *CICIMAR Oceanides*, 21(1 y 2). doi:<https://doi.org/10.37543/oceanides.v21i1-2.25>
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas Del Ecuador. (2015). *Categorías de Manejo: Reserva de Producción de Flora y Fauna*.
- Smyth, K., & Elliott, M. (2016). *Effects of changing salinity on the ecology of the marine environment*. (M. Solan, & M. Whiteley, Edits.) doi:10.1093/acprof:oso/9780198718826.003.0009
- Soler, Berroteran, Gil, & Acosta. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4).
- Stanca, E., & Pearson, M. (2021). Examining the dynamic nature of epiphytic microalgae in the Florida Keys: what factors influence community composition? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 538. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2021.151538>
- Texto Unificado de Legislación Ambiental. (s.f.). Texto Unificado de Legislación Ambiental. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua*.

- Texto Unificado de Legislacion Secundaria de Medio Ambiente. (2017). Texto Unificado de Legislacion Secundaria de Medio Ambiente. *Decreto Ejecutivo 2316*.
- Valdez, Guzman, Valdes, A., Alvarado, & Rocha. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista Biológica Tropical*, 66(4). doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Wicander, E. (1982). Crisofita. (Springer, Ed.) *Beaches and Coastal Geology. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. doi:https://doi.org/10.1007/0-387-30843-1_101
- Witkowski, A., Kulikovskiy, M., Nevrova, E., Lange-Bertalot, H., & Gogorev, R. (2010). The genus *Navicula* in ancient basins. I. Two novelties from the Black Sea. *Plant Ecology and Evolution*, 143(3). doi:[10.5091/plecevo.2010.421](https://doi.org/10.5091/plecevo.2010.421)
- Xhang, H., La, Y., Cean, J., Wang, H., Cui, L., Dong, Y., & Lu, S. (2015). Morphotypes of *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) from Hainan Island, South China Sea: Morphological and molecular characterization. *Phycologia*, 54(5), 503-516. doi:[10.2216/15-8.1](https://doi.org/10.2216/15-8.1)

9. ANEXOS



Anexo 1. Zona intermareal "La Chokolatera"



Anexo 2. Zona intermareal "San Lorenzo"

Anexo 3. Densidad celular correspondiente a "La Chocolatera"

	Familias	M1	M2	M3	M4	TOTAL
1	Bacillariaceae	40950	64400	10150	8600	124100
2	Naviculaceae	10925	42875	29425	20300	103525
3	Pinnulariaceae	20300	37625	4725	7750	70400
4	Leptocylindraceae	7000	18550	9600	7625	42775
5	Licmophoraceae	8475	10875	13625	5350	38325
6	Cymbellaceae	2850	9750	3200	5175	20975
7	Coscinodiscaceae	5425	8925	1550	575	16475
8	Pleurosigmataceae	3850	6025	175	1825	11875
9	Prorocentraceae	350	950	925	350	2575
10	Oscillatoriaceae	-	575	250	275	1100
11	Dinophysaceae	-	-	-	825	825
12	Spirulinaceae	250	275	-	175	700
13	Amphipleuraceae	-	-	525	-	525
14	Surirellaceae	-	-	-	275	275
15	Biddulphiaceae	-	-	100	-	100
16	Diploneidaceae	-	-	75	-	75

Anexo 4. Densidad celular correspondiente a "San Lorenzo"

	Familias	M1	M2	M3	M4	Total
1	Licmophoraceae	7700	15050	41825	27325	91900
2	Leptocylindraceae	24625	5575	26775	24400	81375
3	Pleurosigmataceae	3625	2925	19675	9450	35675
4	Naviculaceae	5050	6250	6275	15700	33275
5	Bacillariaceae	6950	2800	18550	3800	32100
6	Pinnulariaceae	8300	6825	7600	8825	31550
7	Amphipleuraceae	5075	10500	4550	-	20125
8	Cymbellaceae	3550	6300	1975	1250	13075
9	Coscinodiscaceae	1775	1125	600	775	4275
10	Oscillatoriaceae	625	600	475	825	2525
11	Spirulinaceae	725	400	600	425	2150
12	Surirellaceae	-	825	-	1075	1900
13	Prorocentraceae	-	575	275	625	1475
14	Biddulphiaceae	-	-	-	250	250

Anexo 5. Índices ecológicos de “La Chocolatera” y “San Lorenzo”

La Chocolatera			
	Ind. Diversidad	Ind. Dominancia	Ind. Equitatividad
M1	1,74	0,77	0,75
M2	1,83	0,80	0,76
M3	1,74	0,77	0,68
M4	1,92	0,81	0,75

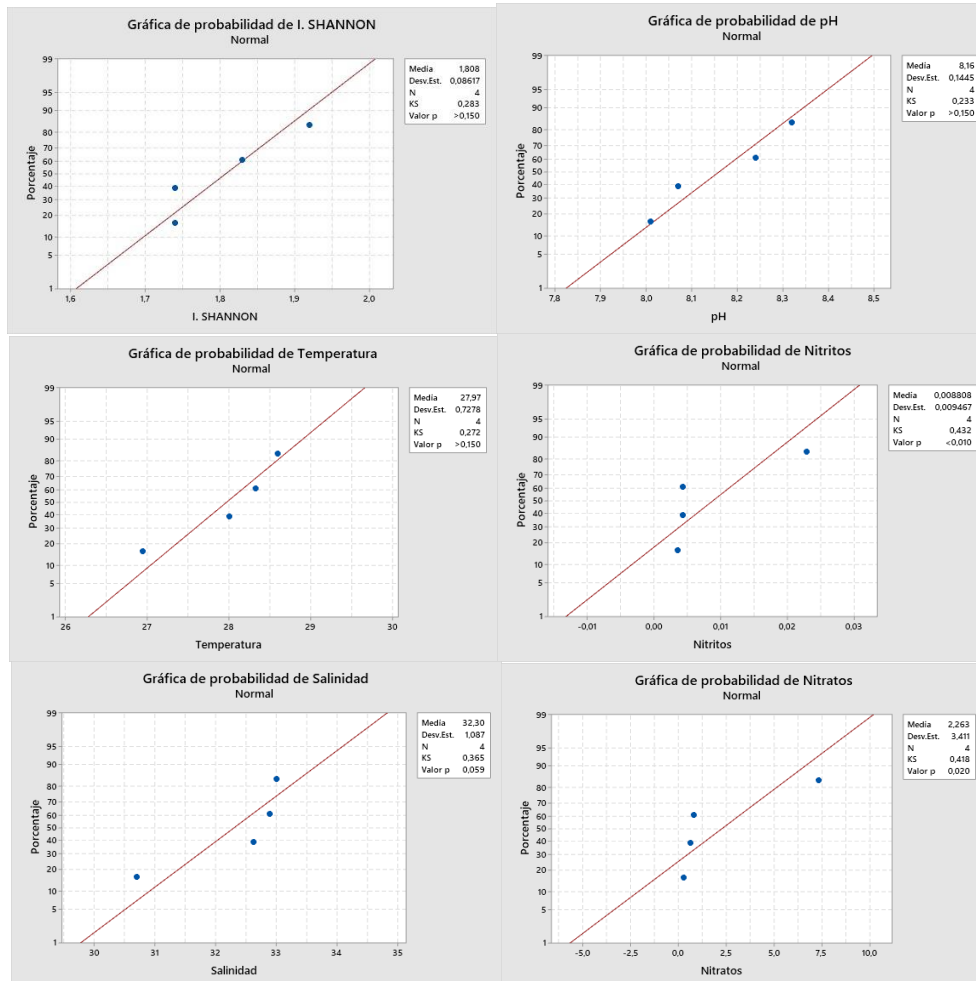
San Lorenzo			
	Ind. Diversidad	Ind. Dominancia	Ind. Equitatividad
M1	1,99	0,82	0,82
M2	2,14	0,86	0,83
M3	1,84	0,80	0,74
M4	1,85	0,80	0,72

Anexo 6. Matriz de Datos para CCA en "La Chocolatera"

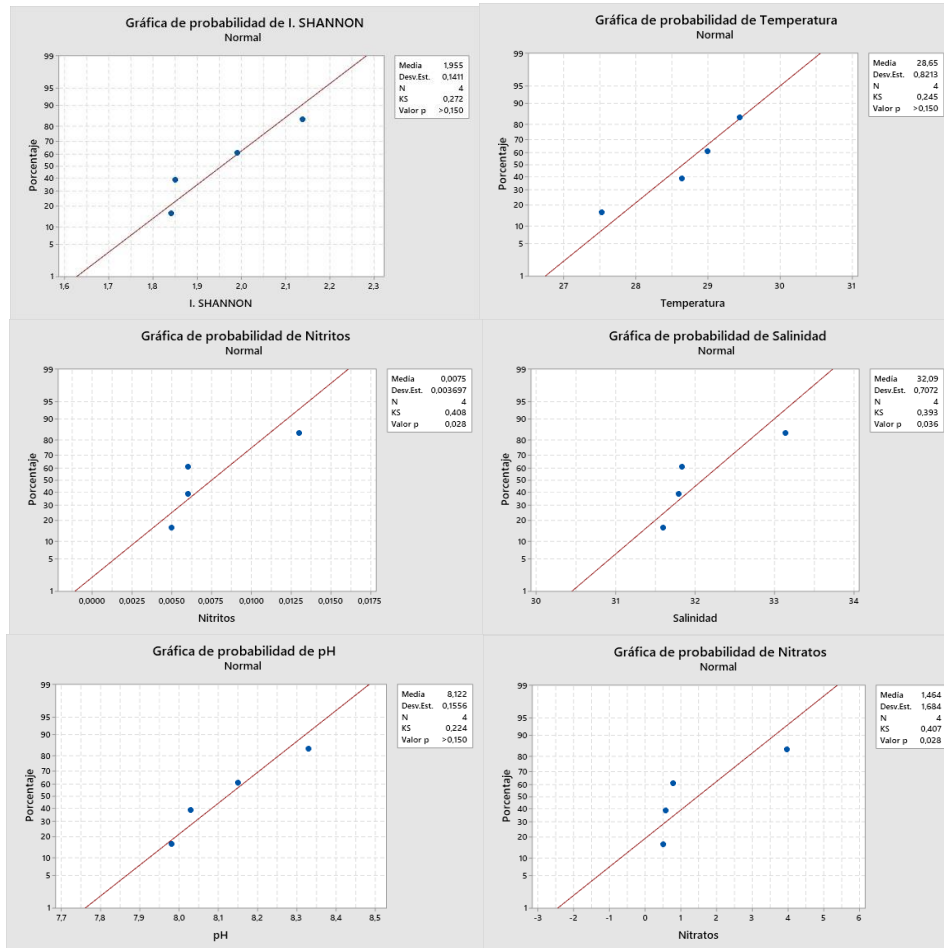
Monitoreo	°C	PSU	pH	NO2-	NO3-	Bacillariaceae (Fam1)	Naviculaceae (Fam 2)	Pinnulariaceae (Fam 3)	Leptocylindraceae (Fam 4)
M1	28,33	30,69	8,07	0,0036	0,270	40950	10925	20300	7000
M2	28,60	33,00	8,32	0,0043	0,782	64400	42875	37625	18550
M3	26,94	32,90	8,24	0,0230	7,370	10150	29425	4725	9600
M4	28,01	32,62	8,01	0,0043	0,631	8600	20300	7750	7625
Monitoreo	°C	PSU	pH	NO2-	NO3-	Licmophoraceae (Fam 5)	Cymbellaceae (Fam 6)	Coscinodiscaceae (Fam 7)	Pleurosigmaaceae (Fam 8)
M1	28,33	30,69	8,07	0,0036	0,270	8475	2850	5425	3850
M2	28,60	33,00	8,32	0,0043	0,782	10875	9750	8925	6025
M3	26,94	32,90	8,24	0,0230	7,370	13625	3200	1550	175
M4	28,01	32,62	8,01	0,0043	0,631	5350	5175	575	1825
Monitoreo	°C	PSU	pH	NO2-	NO3-	Prorocentraceae (Fam 9)	Oscillatoriaceae (Fam 10)	Dinophysaceae (Fam 11)	Spirulinaceae (Fam 12)
M1	28,33	30,69	8,07	0,0036	0,270	350	-	-	250
M2	28,60	33,00	8,32	0,0043	0,782	950	575	-	275
M3	26,94	32,90	8,24	0,0230	7,370	925	250	-	-
M4	28,01	32,62	8,01	0,0043	0,631	350	275	825	175
Monitoreo	°C	PSU	pH	NO2-	NO3-	Amphipleuraceae (Fam 13)	Surirellaceae (Fam 14)	Biddulphiaceae (Fam 15)	Diploneidaceae Fam 16
M1	28,33	30,69	8,07	0,0036	0,270	-	-	-	-
M2	28,60	33,00	8,32	0,0043	0,782	-	-	-	-
M3	26,94	32,90	8,24	0,0230	7,370	525	-	100	75
M4	28,01	32,62	8,01	0,0043	0,631	-	275	-	-

Anexo 7. Matriz de Datos para CCA de "San Lorenzo"

Monitoreo	°C	PSU	pH	Nitritos	Nitratos	Licmophoraceae (Fam 1)	Leptocylindraceae (Fam 2)	Pleurosigmataceae (Fam 3)	Naviculaceae (Fam 4)
M1	27,52	31,79	7,98	0,005	0,510	7700	24625	3625	5050
M2	29,00	31,60	8,03	0,006	0,781	15050	5575	2925	6250
M3	29,44	33,14	8,33	0,013	3,985	41825	26775	19675	6275
M4	28,64	31,83	8,15	0,006	0,581	27325	24400	9450	15700
Monitoreo	°C	PSU	pH	Nitritos	Nitratos	Bacillariaceae (Fam 5)	Pinnulariaceae (Fam 6)	Amphipleuraceae (Fam 7)	Cymbellaceae (Fam 8)
M1	27,52	31,79	7,98	0,005	0,510	6950	8300	5075	3550
M2	29,00	31,60	8,03	0,006	0,781	2800	6825	10500	6300
M3	29,44	33,14	8,33	0,013	3,985	18550	7600	4550	1975
M4	28,64	31,83	8,15	0,006	0,581	3800	8825	-	1250
Monitoreo	°C	PSU	pH	Nitritos	Nitratos	Coscinodiscaceae (Fam 9)	Oscillatoriaceae (Fam 10)	Spirulinaceae (Fam 11)	Surirellaceae (Fam 12)
M1	27,52	31,79	7,98	0,005	0,510	1775	625	725	-
M2	29,00	31,60	8,03	0,006	0,781	1125	600	400	825
M3	29,44	33,14	8,33	0,013	3,985	600	475	600	-
M4	28,64	31,83	8,15	0,006	0,581	775	825	425	1075
Monitoreo	°C	PSU	pH	Nitritos	Nitratos	Prorocentraceae (Fam 13)	Biddulphiaceae (Fam 14)	-	-
M1	27,52	31,79	7,98	0,005	0,510	-	-	-	-
M2	29,00	31,60	8,03	0,006	0,781	575	-	-	-
M3	29,44	33,14	8,33	0,013	3,985	275	-	-	-
M4	28,64	31,83	8,15	0,006	0,581	625	250	-	-



Anexo 8. Gráficas de Prueba de Normalidad Para "La Chocolatera"



Anexo 9. Gráficas de Prueba de Normalidad para "San Lorenzo"

Anexo 10. Abundancia en todo el estudio

Abundancia	Familias	La Chocolatera	IAR	San Lorenzo	IAR	Total D/C	Total IAR
1	Bacillariaceae	124100	28,55	32100	9,13	156200	19,87
2	Naviculaceae	103525	23,82	33275	9,46	136800	17,40
5	Licmophoraceae	38325	8,82	91900	26,13	130225	16,56
4	Leptocylindraceae	42775	9,84	81375	23,14	124150	15,79
3	Pinnulariaceae	70400	16,20	31550	8,97	101950	12,97
8	Pleurosigmataceae	11875	2,73	35675	10,15	47550	6,05
6	Cymbellaceae	20975	4,83	13075	3,72	34050	4,33
7	Coscinodiscaceae	16475	3,79	4275	1,22	20750	2,64
13	Amphipleuraceae	525	0,12	20125	5,72	20650	2,63
9	Prorocentraceae	2575	0,59	1475	0,42	4050	0,52
10	Oscillatoriaceae	1100	0,25	2525	0,72	3625	0,46
12	Spirulinaceae	700	0,16	2150	0,61	2850	0,36
14	Surirellaceae	275	0,06	1900	0,54	2175	0,28
11	Dinophysaceae	825	0,19	0	0,00	825	0,10
15	Biddulphiaceae	100	0,02	250	0,07	350	0,04
16	Diploneidaceae	75	0,02	0	0,00	75	0,01
		434625		351650		786275	100



Anexo 11. Macroalga Padina spp. encontrada en "La Chocolatera"



Anexo 12. Medición del transecto de estudio



Anexo 13. Recolección de macroalga



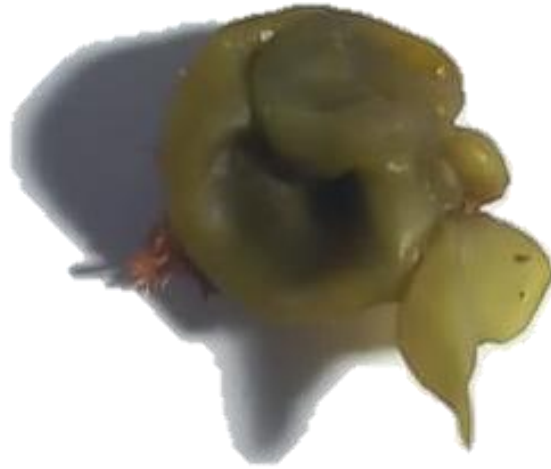
Anexo 14. Toma de Parámetros físicos



Anexo 15. Toma de peso Húmedo de Macroalgas



Anexo 16. Alicuota Final para análisis en Laboratorio



Anexo 17. Macroalga Colpomenia encontrada en "San Lorenzo"



Anexo 18. Recolección de Macroalga



Anexo 19. Rotulación de envases de acuerdo con la muestra


















Anexo 20. Alícuotas para análisis en el Laboratorio


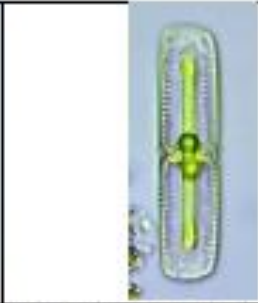
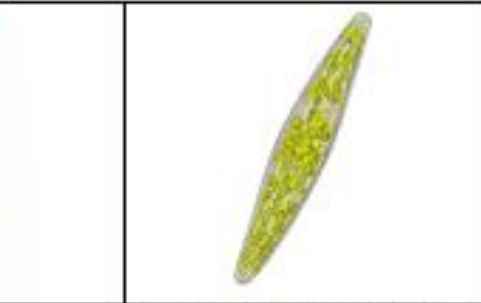

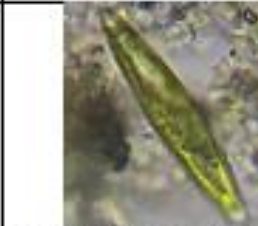

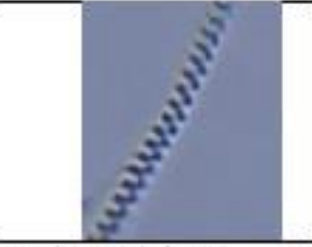
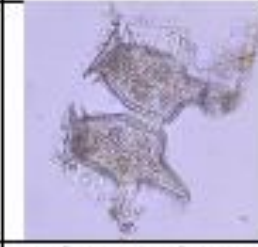




Anexo 21. Toma de parámetros físicos del agua



Anexo 22. Análisis de microalgas en el Laboratorio

		
Estudiante: <i>Bidulphia pulchella</i>	Estudiante: <i>Coscinodiscus sp.</i>	Estudiante: <i>Cymbella affinis</i>
Especialista: Familia.- <i>Biddulphiaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Coscinodiscaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Cymbellaceae</i>
		
Estudiante: <i>Frustulia</i>	Estudiante: <i>Diploneis sp.</i>	Estudiante: <i>Fragilariopsis sp.</i>
Especialista: Familia.- <i>Amphipleuraceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Diploneidaceae</i>	Especialista: Clase.- <i>Bacillariaceae</i>
		
Estudiante: <i>Gyrasigma acuminatum</i>	Estudiante: <i>Leptocylinthus danicus</i>	Estudiante: <i>Licmophora abbreviata</i>
Especialista: Familia.- <i>Pleurosigmataceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Leptocylinthaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Licmophoraceae</i>
		
Estudiante: <i>Licmophora flabellata</i>	Estudiante: <i>Licmophora gracilis</i>	Estudiante: <i>Lithodesmium sp.</i>
Especialista: Familia.- <i>Licmophoraceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Licmophoraceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Naviculaceae</i>
		
Estudiante: <i>Navicula salinicola</i>	Estudiante: <i>Navicula spp.</i>	Estudiante: <i>Navicula tripunctata</i>
Especialista: Familia.- <i>Naviculaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Naviculaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Naviculaceae</i>

		
Estudiante: <i>Nitzschia closterium</i>	Estudiante: <i>Pinnularia sp.</i>	Estudiante: <i>Pleurosigma rigidum</i>
Especialista: Familia.- <i>Bacillariaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Pinnulariaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Pleurosigmaaceae</i>
		
Estudiante: <i>Surirella sp.</i>	Estudiante: <i>Stauroneis spp.</i>	Estudiante: <i>Oscillatoria sp.</i>
Especialista: Familia.- <i>Surirellaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Naviculaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Oscillatoriaceae</i>
		
Estudiante: <i>Spirulina sp.</i>	Estudiante: <i>Dinophysis caudata</i>	Estudiante: <i>Prorocentrum lima</i>
Especialista: Familia.- <i>Spirulinaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Dinophysaceae</i>	Especialista: Familia.- <i>Prorocentraceae</i>
		
Estudiante: <i>Prorocentrum micans</i>		
Especialista: Familia.- <i>Prorocentraceae</i>		

ND.- No determinado

Conclusión. - en general las fotografías carecen de caracteres morfológicos y morfométricos específicos, que permitan ubicar en niveles jerárquicos superiores de las categorías taxonómicas.

Observación. - el exceso de retoque en las fotos, causa un error en la definición de fenotipos de cada ejemplar.



DAVID ELOY GARCIA
ASENCIO

Blgo. David Eloy García Asencio, MSc.

Profesional en Plancton - IPIAP

Anexo 23. Certificación de Familias resultantes en este estudio

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA No. 416**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2023-0416

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2024-02-15	2024-08-15

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Chromista

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE
RECOLECCION**

N° de C./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	N° REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1712887767	CUENCA ZAMBRANO MAYRA MAGALI	Ecuatoriana	1006-2016-1740716		Phaeophyceae
2400336323	CAÑAR MACIAS INGRID JENNIFER	Ecuatoriana	Tesista		Phaeophyceae

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA
DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

Nombre del Proyecto: Presencia de Microalgas Epifitas alojadas en Phaeophyceae en la zona intermareal La Chocolateira y San Lorenzo Salinas-Ecuador

Anexo 24. Permiso de Investigación