



UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

**“COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS  
EPIBENTÓNICOS ASOCIADOS A MACROALGAS EN DOS  
PLAYAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

**BIÓLOGO MARINO**

AUTOR:

ROGER ENRIQUE CATUTO MAGALLAN

TUTOR:

LUIS TROCCOLI GHINAGLIA, Ph.D.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

**“COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE  
DINOFLAGELADOS EPIBENTÓNICOS ASOCIADOS  
A MACROALGAS EN DOS PLAYAS DE LA  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR:

ROGER ENRIQUE CATUTO MAGALLAN

TUTOR:

LUIS TROCCOLI GHINAGLIA Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

Roger Catuto Magallán

Roger Enrique Catuto Magallan

C.I. 2400001539

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme culminar esta meta.

A mis padres Enrique y Esperanza, a mis hermanos Karina, Jaminton y Henry, que me apoyaron incondicionalmente en este largo proceso de conocimiento y preparación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

A cada uno de mis docentes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena que me guiaron por los caminos del conocimiento.

En particular al Dr.: Luis Troccoli Ghinaglia, tutor de tesis, porque con sus ideas científicas profesionales orientó nuestro trabajo.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



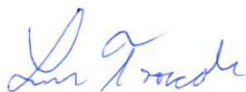
---

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.  
Decano (a).  
Facultad de ciencias del mar



---

Blga. Tanya Gonzales Banchón, Mgt.  
Directora de carrera (e).  
Carrera de Biología Marina



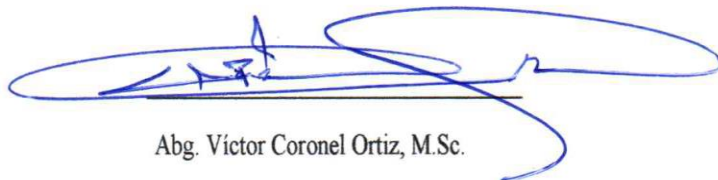
---

Blgo. Luis Troccoli Ghinaglia, Ph.D  
Docente tutor



---

Blga. Gladys Torres Chuquimarca, Ph.D  
Docente de área



---

Abg. Victor Coronel Ortiz, M.Sc.

Secretario General

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>TRIBUNAL DE GRADUACIÓN</b> .....	iv
<b>GLOSARIO</b> .....	ix
<b>ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	5
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	5
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>5.2. Dinoflagelados</b> .....	7
<b>5.3. Morfología y clasificación de los dinoflagelados</b> .....	8
<b>5.3.1. Dinoflagelados atecados</b> .....	8
<b>5.3.2. Dinoflagelados tecados</b> .....	9
<b>5.4. La importancia del estudio de dinoflagelados epibentónicos</b> .....	10
<b>5.5. Floraciones Algales Nocivas</b> .....	10
<b>5.6. Las intoxicaciones o síndromes</b> .....	11
<b>5.7. Macroalgas marinas</b> .....	12
<b>6. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	13
<b>6.2. Área de Estudio</b> .....	13
<b>6.3. Trabajo de campo</b> .....	14
<b>6.4. Trabajo de Laboratorio</b> .....	14
<b>6.4.1. Procesamiento de muestras</b> .....	14

6.4.2.	Determinación de Biomasa de los sustratos .....	15
6.4.3.	Identificación de DEB y estimación de la abundancia .....	15
6.4.4.	Análisis de datos .....	16
7.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	17
8.	CONCLUSIONES .....	29
9.	RECOMENDACIONES .....	30
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	31
11.	ANEXOS .....	44



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Morfología externa de los dinoflagelados atecados. ....	8
<b>Figura 2.</b> Aspecto morfológico de un dinoflagelado tecado. ....	9
<b>Figura 3.</b> Ubicación geográfica del área de estudio. ....	13
<b>Figura 4.</b> Dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en dos playas de la Provincia de Santa Elena (La Libertad y Salinas).....	17
<b>Figura 5.</b> Abundancia total de dinoflagelados epibentónicos expresada en cel/gPS de macroalgas, en relación a los sitios de muestreo (la libertad y Salinas). ....	19
<b>Figura 6.</b> Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en el Sector de las conchas. ....	20
<b>Figura 7.</b> Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en el Malecón de la Libertad. ....	21
<b>Figura 8.</b> Abundancia total de dinoflagelados epibentónicos expresada en cel / gPS de macroalgas, en relación a los meses de muestreo. ....	23
<b>Figura 9.</b> Abundancia total (Cél / gPS), de las especies mas frecuentes en relacion a macroalga del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta).....	25
<b>Figura 10.</b> Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Chlorophyta.....	26
<b>Figura 11.</b> Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Phaeophyta. ....	27
<b>Figura 12.</b> Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Rhodophyta. ....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

**Pág.**

<b>Tabla 1.</b> Especies de DEB, identificada en las macroalgas del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta). En el sector las conchas (Salinas) y el malecón de la Libertad (La libertad), durante el periodo de marzo – junio del 2019. ....	18
---	----

## GLOSARIO

**Dinoflagelado:** Microorganismos unicelulares que presentan cuerpos tecados o desnudos.

**Epibentónicos:** Organismos que viven sobre el sedimento o sustratos de cualquier índole natural.

**Ciguatera:** Enfermedad causada por toxinas producida por dinoflagelados epibentónicos, que afecta a peces marino e incluso al ser humano.

**Ciguatotoxinas:** Ficotoxinas producida por dinoflagelados que pueden provocar la paralización o muerte de organismos marinos.

**Clupeotoxismo:** Enfermedad producida por toxinas producida por dinoflagelados epibentónicos de los géneros *Ostreopsis* y *Prorocentrum*.

**Blooms:** Floraciones micro algales dentro de sistema libres o cerrados.

**Intoxicación:** Daño o trastorno provocado por algo tóxico o sustancias tóxicas que contienen algún tipo de veneno o sustancia dañinas para el organismo.

**Proliferación:** Alteración de la biomasa de microalgas benéficas o perjudiciales para el medio marino o dulceacuícola.

**Polifilético:** grupo que no incluye al antepasado común más reciente de todos sus miembros; constituido por la unión artificial de ramas dispersas del árbol evolutivo.

**Laceración:** Ruptura que se produce en la piel (humanos), o en las branquias (peces), la cual puede ser de alta gravedad para cada organismo o individuo.

**Abundancia:** Porcentaje numérico de especies en general representado a una comunidad de organismos a estudiar.

**Sedimento:** Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo marino sumergido en un líquido.

**Turbidez:** Proceso de oscurecimiento o alteración a un medio con transparencia poca clara.

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

**DEB:** dinoflagelados epibentónicos.

**KW:** Kruskal-Wallis.

**ml:** mililitro.

**cel/g:** célula / gramos.

**N:** número de organismos.

**V:** volumen

**P:** peso.

**°C:** grados Celsius.

**gPS:** gramos de peso seco.

**PSP:** envenenamiento paralizante de marisco.

## RESUMEN

Los dinoflagelados epibentónicos son considerados organismos potencialmente tóxicos debido a su capacidad de producir toxinas, responsables de formar floraciones algales nocivas (FANs). Por lo que se estimó la composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos, presentes en la playa del Sector Las Conchas de Salinas y Malecón de La Libertad de la provincia de Santa Elena. Se colectaron 24 muestras de macroalgas del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta), al azar en los sitios de estudio entre marzo a junio del 2019. Se identificaron 9 especies de dinoflagelados: *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum borbonicum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum sigmoide*, *Prorocentrum compressum*, *Gambierdiscus* sp, *Ostreopsis* sp, y *Ostreopsis ovata*. Con respecto a los sitios de estudios se obtuvo una mayor abundancia en la playa del Sector Las Conchas de Salina, siendo *P. lima* la más frecuente y abundante ( $0,30 \pm 0,19$  cel/gPS), probablemente esta mayor abundancia registrada se deba a la densidad de los bancos de macroalgas que se ubican cerca del sitio de muestreo, los cuales sirven de sustratos para estos microorganismos. En relación a los meses de estudio la mayor abundancia se presentó en marzo ( $0,33 \pm 0,23$  cel/gPS), tendiéndose a reducir durante los siguientes meses de estudio, sin evidenciarse diferencias significativas dentro del estudio realizado en los sitios de estudios antes mencionado. En cuanto a la asociación de los dinoflagelados epibentónicos a los diferentes sustratos macroalgales, fue *P. lima* la más representativa con mayor preferencia a macroalgas del Phylum *Chlorophyta* ( $0,34 \pm 0,15$  cel/gPS) y *Rhodophyta* ( $0,21 \pm 0,17$  cel/gPS), en este caso el análisis de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas para la especie de *P. lima* y *P. micans*. Esta preferencia a estos tipos de sustratos macroalgales posiblemente esté relacionado con las características morfológicas que cada macroalga presenta.

Palabras claves: Dinoflagelados bentónicos, Macroalgas, *Prorocentrum*, Ecuador, Pacífico SE.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados son microalgas eucarióticas, heterotróficas o parásitas. Adaptadas a una diversidad de hábitats, poblando la mayoría de ambientes marinos y dulceacuícolas, integrados en el medio pelágico o bentónico. Entre los dinoflagelados, se registran aquellos de vida planctónica, los mismos que han sido estudiados en la costa central de Ecuador (Torres *et al.*, 2002), como en algunos países del Pacífico occidental (Keith *et al.*, 2013) y otras regiones del mundo como las costas italianas (Moreira-González, 2010). Además, están aquellos asociados a ambientes bentónicos conocidos como dinoflagelados epibentónicos (DEB), los mismos que son formadores de colonias epífitas adheridas a macroalgas, pastos marinos (Cruz & Villareal, 2006; Okoldokov *et al.*, 2007), y también a sustratos arenosos o rocosos (Faust, 2000).

La mayoría de las especies de DEB, son productoras de toxinas, causando problemas de intoxicación, la más comunes son: la ciguatera y la intoxicación diarreica por mariscos (Muciño *et al.*, 2015; Ruiz, 2016). En ese sentido, se han realizado varios estudios de DEB a nivel global; es así como se registran las investigaciones realizadas en el Caribe por Morton & Faust (1997), Delgado *et al.*, (2006), Boisnoir *et al.*, (2018), en regiones del Atlántico norte como el Golfo de México por Okoldokov *et al.*, (2007, 2014), y en Florida por Bomber *et al.*, (1989), además de otros realizados en el Pacífico Oriental, entre ellos los de Parsons & Preskitt (2015); Richlen & Lobel (2011). Cada uno de esos estudios, ha aportado con información relevante para conocer el papel de los dinoflagelados dentro de los ecosistemas marinos y como estos pueden llegar a ser perjudiciales. Maciel (2015) comenta que se conocen 81 especies de DEB potencialmente tóxicos, y a pesar de su alto nivel de afectación directa e indirecta hacia el ser humano, en muchas zonas en Latinoamérica, como en el Golfo de México y el Caribe, y en la zona del Pacífico Sur Oriental, como Colombia existen pocos estudios, y en Ecuador son escasos. Entre estos, se destacan los estudios realizados por Mancera

*et al.*, (2014); Carnicer *et al.*, (2016); Ramírez (2017); Arbeláez *et al.*, (2017) y Yépez *et al.*, (2018).

Carnicer *et al.* (2016), realizó un estudio en las costas de Esmeraldas y Manabí durante un año, estableciendo los primeros registros de *Ostreopsis ovata* asociadas a macroalgas. Posteriormente a ello, Ramírez (2017), reportó concentraciones bajas para la zona de Esmeralda y Manabí, concluyéndose que las condiciones ambientales de los sitios no eran óptimas para el desarrollo de estos microorganismos; debido a la proximidad de los sitios a un cuerpo de agua dulce, las condiciones oceanográficas y climatológicas, e inclusive actividad antropogénica (Delgado, 2005), fueron los factores determinantes de esta baja abundancia

La presencia de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos, genera preocupación debido a los impactos negativos, entre los que se destacan las altas pérdidas económicas, como se ha evidenciado en países costeros que sostienen su economía a través de los beneficios del mar (Delgado, 2005); y los problemas en la salud humana a causa de las intoxicaciones por el consumo de especies marinas contaminadas (Hallegraeff *et al*, 2004; Mancera *et al*, 2009; Gómez *et al*, 2011).

Entre 2004 y 2009, se ha reportado a nivel mundial, un incremento aparente de intoxicaciones de seres humanos y muerte de organismos asociados a la intensificación en las proliferaciones microalgales (Hallegraeff *et al*, 2004; Mancera *et al*, 2009), siendo los responsables de estos síndromes de intoxicación los dinoflagelados epibentónicos asociados a varios tipos de sustratos (macroalgas, sedimentos y corales), que les proporcionan nutrientes y protección frente a depredadores (Riobó, 2008).



Bajo este contexto y debido a la escasez de investigaciones sobre dinoflagelados bentónicos en Ecuador, se realizó esta investigación con el objetivo de analizar la composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos en las playas de La Libertad y Salinas de la provincia de Santa Elena y su asociación a macroalgas de los Phylum Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas u otros tipos de sustratos, son capaces de producir toxinas, siendo los géneros: *Ostreopsis*, productores de ovatoxinas y palitoxina (Lenoir *et al.*, 2004; Brissard *et al.*, 2014), *Coolia*, que produce cooliatoxina, y *Prorocentrum* causante del intoxicamiento diarreica por ingesta de mariscos (DSP). No obstante, el género *Gambierdiscus* es el más peligroso, dado que producen ciguatoxinas y maitotoxinas, que se albergan en peces de arrecifes como la barracuda o picuda (*Sphyraena barracuda*), entre otras especies, causando problemas en la salud humana como la intoxicación por ciguatera o DSP, entre otros problemas gastrointestinales, neuronales, neuropsicológicos y cardíacos, según Mancera *et al.* (2014); Delgado *et al.* (2005); Aguilar *et al.* (2014); Muciño *et al.* (2015); Ruiz (2016); Lassus *et al.* (2016).

No todas los DEB son productores de toxinas, dada la amplia variabilidad morfológica que presenta cada especie, y la capacidad de producir toxinas que algunas de ellas poseen, como se mencionó anteriormente. Las investigaciones a nivel mundial se han incrementado, en relación a los diferentes sustratos en los que han sido registrado como por ejemplo en macroalgas (Vila *et al.*, 2001; Vargas *et al.*, 2012; Almazán *et al.*, 2015, Hachani *et al.*, 2015), en pastos marinos y sedimentos arenosos (Aguilar *et al.*, 2014). Por esta razón se analizó la composición y abundancia de DEB, asociados a macroalgas en dos playas de la provincia de Santa Elena entre marzo a junio del 2019. Cabe destacar que este estudio constituye el avance en la investigación de los dinoflagelados epibentónicos dentro de Ecuador, e impulsa a continuar con su estudio. Por lo consiguiente, los resultados de esta investigación aportarán con nuevos conocimientos sobre la abundancia de especies de dinoflagelados en sustratos macroalgales y su preferencia a ellos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos en las playas de La Libertad y Salinas de la Provincia de Santa Elena y su asociación a macroalgas del Phylum Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Identificar los dinoflagelados epibentónicos asociados a los sustratos macroalgales.
  
- Determinar la variación espacio-temporal de la abundancia de dinoflagelados epibentónicos asociados a los sustratos macroalgales, en las dos playas de estudio.
  
- Determinar las preferencias de los dinoflagelados epibentónicos a los diferentes sustratos macroalgales en las dos playas de estudio.

#### **4. HIPÓTESIS**

Los dinoflagelados epibentónicos se encuentran asociados a macroalgas del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta), en las playas de La Libertad y Salinas.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.2. Dinoflagelados

Los dinoflagelados son considerados como el grupo más diverso y abundante después de las diatomeas (Parra *et al.* 2011); la mayoría son de origen marino, principalmente en aguas costeras, pero también existen especies dulceacuícolas, hallándose en zonas fóticas (incidencia de luz solar) y habitando aguas tropicales e incluso aguas polares. Existen especies unicelulares eucariotas o coloniales, con capacidades fotosintéticas, heterótrofas o parásitas. Taxonómicamente se presentan dos grandes grupos, formado por organismos tecados (presencia de una cubierta rígida), y los atecados (carecen de una cubierta rígida) (Parra *et al.* 2011). Según estudios, los dinoflagelados epibentónicos (DEB), pueden adherirse a varios sustratos (macroalgas, pastos marinos, sedimentos y arrecifes de coral) (Almazán *et al.* 2012).

Son las microalgas más estudiadas por su papel en el origen de las células eucariotas; siendo a nivel mundial divididos en planctónicos y bentónicos (Delgado & Lechuga, 2006). Su tamaño varía entre 20 y 500  $\mu\text{m}$  (microplancton), a excepción del *Noctiluca* que llega a medir 2 mm de diámetro.

Llorente & Cereceda (2001), mencionan que el éxito de sobrevivencia y reproductivo de este grupo se debe propiamente a las características morfológicas de cada especie poseen dos flagelos, que le permiten desplazarse, también poseen una cubierta de célula llamada teca, que favorece la maniobra perfecta donde en la columna de agua es mayor. En general son estudiados en base su tamaño y forma celular, presencia de flagelo en la parte ventral (dinoconta), y al flagelo terminal (desmoconta), también por la posición

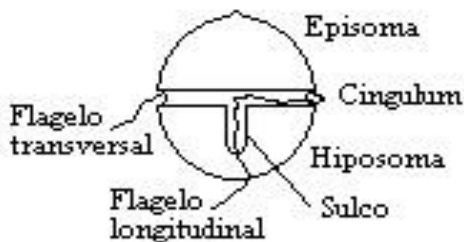
del cíngulo o surco transversal (que le permite desplazarse en relación a los polos del organismo) (Hallegraeff *et al*, 2004).

Son considerados como propagadores número uno de las mareas rojas o elevados Bloom, siendo un fenómeno que afecta a muchas regiones oceánicas, provocando altos niveles de contaminación. Aguilar *et al.*, (2014), Muciño *et al.*, (2015) y Ruiz (2016), mencionan que en las últimas décadas se ha detectado que la diversidad de dinoflagelados productores de toxinas ha causado problemas de salud humana, debido al consumo masivo de mariscos.

### 5.3. Morfología y clasificación de los dinoflagelados

#### 5.3.1. Dinoflagelados atecados

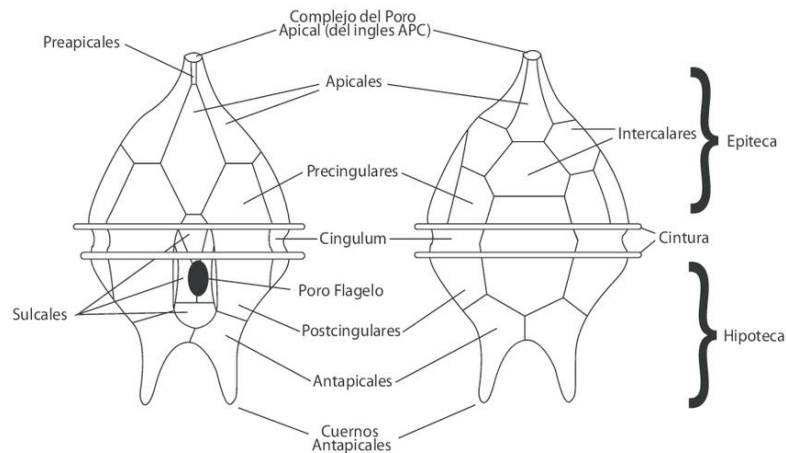
La parte morfológica de este grupo se debe a que su cuerpo es totalmente desnudo, por lo que es complicado preservar muestras de este tipo de especie con formalina ya que destruye sus células (Figura 1). Por lo que estudio paleontológicos afirman que para un estudio o recuento de estos tipos de microorganismos se debe utilizar una solución de Lugol con el fin de fijar las muestras para recuento celular (Llorente & Cereceda, 2001).



**Figura 1.** Morfología externa de los dinoflagelados atecados.  
Fuente: Tomado de Llorente & Cereceda, 2001.

### 5.3.2. Dinoflagelados tecados

Comúnmente los dinoflagelados tecados presentan dos regiones denominadas EPITECA que es la parte superior del organismo, e HIPOTECA que es la parte inferior del organismo (Figura 2). Al igual que los atecados, ambos están separados por el cingulum, que sostiene el flagelo transversal, y el sulcus que se presenta en la región ventral de la hipoteca que sostiene al flagelo longitudinal (Llorente & Cereceda, 2001). La epiteca se extiende en un cuerno apical, y la hipoteca en dos cuernos antapicales, los cuales en algunas especies corresponden a espinas.



**Figura 2.** Aspecto morfológico de un dinoflagelado tecado.  
**Fuente:** Tomado de Torres et al., 2016.

Las especies que presentan teca están representadas por los órdenes Prorocentrales, Dinophysiales y Gonyaulacales, mientras que las especies con el cuerpo desnudo están representadas por los géneros Gymnodiniales y Noctilucales.

#### **5.4. La importancia del estudio de dinoflagelados epibentónicos**

Los DEB, han sido poco estudiados y en el Ecuador se han registrado investigaciones específicas de este grupo, capaz de producir toxinas (Mancera *et al.*, 2014; Carnicer *et al.*, 2016; Ramírez, 2017; Arbeláez *et al.*, 2017; Yépez *et al.*, 2018). Por otro lado, en lo que concierne a la amplia variabilidad morfológica que presenta cada especie, se han realizado identificaciones erróneas (Fraga, 2014). Los estudios se basan en la importancia que presentan estos microorganismos dentro del eslabón o escala trófica por ser un componente primario en el océano, considerándose como la base principal de la cadena alimentaria marina (Troccoli 2001; Wehde *et al.*, 2001; Liu & Dagg, 2003).

#### **5.5. Floraciones Algales Nocivas**

El incremento de los blooms microalgales o floraciones, es considerado como un fenómeno natural que a veces provoca beneficios o perjuicio en las redes tróficas marinas, pero cabe recalcar que son muy importantes debido a que son catalogadas como la fuente principal de alimento para el zooplancton (Jessop, 1975; Balech, 2002).

Las Floraciones Algales Nocivas (FANs) (en inglés “Harmful Algal Blooms”, o su acrónimo HAB), es una denominación adoptada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, que estudian en procesos y consecuencias de elevadas proliferaciones de DEB, que pudiese causar impactos negativos en la salud humana, la economía pesquera y sobre todo el medio ambiente (Reguera *et al.*, 2011).



## 5.6. Las intoxicaciones o síndromes

Sar *et al.*, (2002) clasifican las intoxicaciones provocadas por las toxinas que producen los DEB, de acuerdo a los efectos biológicos en los organismos:

- Intoxicación Paralizante por Mariscos (PSP, Envenenamiento paralizante de mariscos)
- Intoxicación Diarreica por Mariscos (DSP, Envenenamiento diarreico de mariscos).
- Intoxicación Amnésica por Mariscos (ASP, Envenenamiento por marisco amnésico).
- Intoxicación Neurotóxica por Mariscos (NSP, Envenenamiento neurotóxico de mariscos).
- Intoxicación por Azaspirácidos (AZP, Envenenamiento azaspirácido).
- Intoxicación Ciguatera de Pescado o Ciguatera (CFP, Ciguatera Envenenamiento De Peces).

Existen varios grupos de toxinas de origen microalgal causantes de los síndromes mencionados anteriormente, dentro de los cuales se destacan los siguientes:

- Toxinas de tipo paralizante (PST: Toxinas paralizantes de mariscos), producidas por dinoflagelados planctónicos de los géneros *Alexandrium*, *Gymnodinium* y *Pyrodinium* (Reguera *et al.*, 2011)
- Toxinas lipofílicas (DST, Toxinas diarreicas de mariscos, pectenotoxina y exotoxinas).

- Las toxinas diarreicas (dinophysistoxinas y ácido okadaico), causada por dinoflagelados plantónico del género *Dinophysis* y dinoflagelado epibentónico del género *Prorocentrum*; las pectenotoxinas por *Dinophysis* sp, y las y esotoxinas por dinoflagelados planctónicos como *Gonyaulax spinifera*, *Lingulodinium polyedrum* y *Protoceratium reticulatum*.
- Ciguatoxinas (CTX, Ciguatoxinas), enfermedad producida por DEB del género *Gambierdiscus*.

### **5.7. Macroalgas marinas**

Las algas son consideradas como un grupo polifilético con una gran diversidad de especies, como organismos fotosintéticos que son capaces de producir su propio alimento y sirven de sustratos para otras especies (Velasco, 2008). Habitan fondos marinos e incluso viven adheridas a sustratos formando parte de la costa (Luizzi, 2010), forman parte de cadena trófica marina debido a sus capacidades metabólicas (Oliva *et al.*, 2014), sirviendo de hábitat par diversos organismos epifitos (Okolodkov *et al.*, 2007).

## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.2. Área de Estudio

El área de estudio seleccionada para esta investigación correspondió a las playas de Salinas y La Libertad, localizadas en la parte occidental de la Provincia de Santa Elena con una pequeña parte de territorio que se adentra en el océano Pacífico. **Sector las Conchas de Salinas** ( $02^{\circ}12'38.16''$  S,  $80^{\circ}56'51.96''$  O) ubicada al noroeste de la provincia de Santa Elena, con una línea de costa de 4 km, con un rango de marea de 1-1,5 m, una bajamar de 0,1 m (Sicigia) y 0,3 m (Cuadratura), y una Pleamar de 2,5 m (Sicigia) y 2,3 m (Cuadratura) (Sánchez, 2001). **Malecón de la Libertad** ( $02^{\circ}13'12.94''$  S,  $80^{\circ}54'50,97''$  O) ubicado en el frente costero de la provincia de Santa Elena, con una longitud de 820 m, limitando al este con el sector de La Caleta, y muelle petrolero de Petroecuador, comprende una la línea de costa de  $0,0169$  km<sup>2</sup>, con presencia de mareas altas que van de 2 a 4 m (Sánchez, 2001), caracterizada por ser una zona litoral rocosa y arenosa con influencias de mareas (figura 3).



**Figura 3.** Ubicación geográfica del área de estudio, señalando las estaciones de muestreos (círculo rojo). Playa Sector Las Conchas (inferior izquierda) y Playa Malecón de la Libertad (inferior derecha).  
**Fuente:** ArcGIS 10.3.

### **6.3. Trabajo de campo**

Se colectaron muestras de macroalgas del Phylum Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, mensualmente entre marzo a junio del 2019. En condiciones de marea baja (7:30 a 9 AM). Las muestras de macroalgas fueron tomadas manualmente al azar en los dos sitios de estudio, con la ayuda de una balanza electrónica portátil se procedió a pesar 200 g de macroalgas con agua previamente filtrada para su posterior procesamiento según la metodología descrita por Rodríguez *et al.*, (2010). Que consistió en colocar las macroalgas en fundas ziploc para su traslado al laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

### **6.4. Trabajo de Laboratorio**

#### **6.4.1. Procesamiento de muestras**

Para el procesamiento de las muestras de macroalgas se basó en la metodología propuesta por Reguera *et al.*, (2016), que consistió en colocar las muestras de macroalgas en 500 ml de agua de mar filtrada de la misma estación de muestreo, para luego agitar de forma manual por un periodo de 5 minutos. Después se procedió a retirar las macroalgas y el volumen de agua remanente, depositando en probeta de 500 ml. Con el fin de estandarizar el volumen de la muestra con el fin de obtener una submuestra de 100 ml. Posteriormente se procedió a fijar las muestras con formalina al 4% y a almacenar debidamente etiquetadas para el posterior análisis.

Consecutivamente, el líquido contenido con los DEB, se pasó a través de una malla de 20 micras de abertura, con fines de separar los organismos epibentónicos de partículas de sedimentos o materia orgánica. Luego se vertió el líquido remanente en frascos de plásticos (capacidad 100 ml).

#### **6.4.2. Determinación de Biomasa de los sustratos**

Se determinó el peso húmedo y seco de las muestras de macroalgas, mediante el uso de una balanza modelo analítica Universal. Y el secado de las mismas se lo realizó en una estufa modelo Universal en la cual permaneció durante 24 horas a una temperatura constante de 60 °C, según Reguera et al., (2011).

#### **6.4.3. Identificación de DEB y estimación de la abundancia**

Los dinoflagelados fueron analizados de manera cualitativa y cuantitativa empleando un microscopio de marca BOECO WF 10X18. Seguidamente, se aislaron las células con ayuda de una micropipeta y colocada en un portaobjetos para su identificación taxonómica según Reguera et al., (2011).

Para determinar las especies de dinoflagelados que pudiesen estar presente en las dos estaciones de estudios, se utilizó las descripciones y claves taxonómicas descritas por Hansen *et al.*, (2001), Penna *et al.*, (2005), Mohammad-Noor *et al.*, (2005) y Al-Yamani & Saburova (2010).

#### 6.4.4. Análisis de datos

Se realizó un análisis cuantitativo de la densidad de los DEB, por cm<sup>2</sup> de sustrato mediante la utilización de la formula descrita por Moreira & Tester (2016).

$$\text{Cel/g} = [(N * v)/V]/ P$$

Dónde: N = Número de organismos observados en toda la cámara

v = Volumen concentrado en ml

V = Volumen decantado (10 ml)

P = Peso seco de la muestra.

Se elaboró una matriz con una lista de especies de DEB, encontradas en las dos playas colocando la presencia y ausencia de estos organismos en cada sitio de muestreo. Con fines de llevar un análisis cualitativo de las especies registradas.

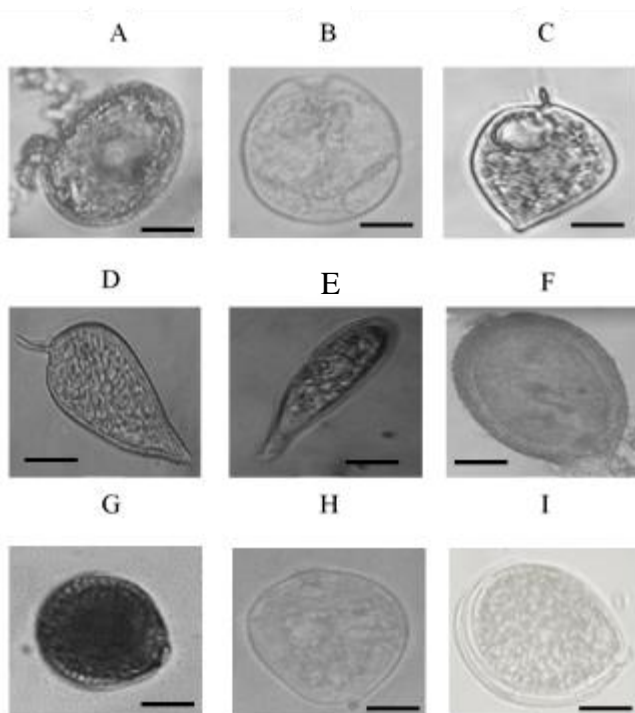
Para determinar la existencia de diferencias entre abundancia de DEB, en relación a macroalgas del Phylum Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, sitios de muestreo (sector las Conchas - Salinas, Malecón de La Libertad) y meses de muestreo (marzo, abril, mayo y junio), se efectuó un análisis de varianza no paramétrico (Kruskall-Wallis), luego de comprobar en no cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad (Boyer *et al.*, 1997). Dicho análisis fue realizado mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI.II (Batanero & Díaz, 2008).

Se llevó a cabo un análisis de clasificación (Clúster) basado en el índice de Bray-Curtis, con el fin de observar la similaridad entre los sitios de muestreo y los tipos de sustrato. Este análisis fue llevado a cabo mediante el paquete estadístico PAST 3.20 (Hammer, *et al.*, 2001).

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.2. Composición de especies de dinoflagelados epibentónicos

Se analizó un total de 24 muestras macroalgales colectadas en 2 localidades de playa (Salinas y La Libertad), identificándose 9 especies de dinoflagelados epibentónicos, agrupados en 2 órdenes, 2 familias y 3 géneros (Anexo 1). Las especies identificadas fueron las siguientes: *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum borbonicum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum sigmoide*, *Prorocentrum compressum*, *Gambierdiscus* sp, *Ostreopsis* sp, *Ostreopsis ovata* (Figura 4). Dichas especies ya han sido reportadas en estudios anteriores en el Ecuador (Torres, 2011; Yépez *et al.*, 2018; Torres *et al.*, 2019), incluso el estudio reciente de Yépez *et al.*, (2018) reportó una gran abundancia y diversidad del género *Ostreopsis* y *Prorocentrum* en las islas Galápagos.



**Figura 4.** Dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en dos playas de la Provincia de Santa Elena (La Libertad y Salinas). *P. lima* (A), *P. borbonicum* (B), *P. micans* (C), *P. gracile* (D), *P. sigmoide* (E), *P. compressum* (F), *Gambierdiscus* sp (G), *Ostreopsis* sp (H), *Ostreopsis ovata* (I). – = 10  $\mu$ .  
**Fuente:** Catuto, 2019

**Tabla 1.** Especies de DEB, identificadas en las macroalgas del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta). En el sector las conchas (Salinas) y el malecón de La Libertad (La Libertad), durante el periodo de marzo – junio del 2019.

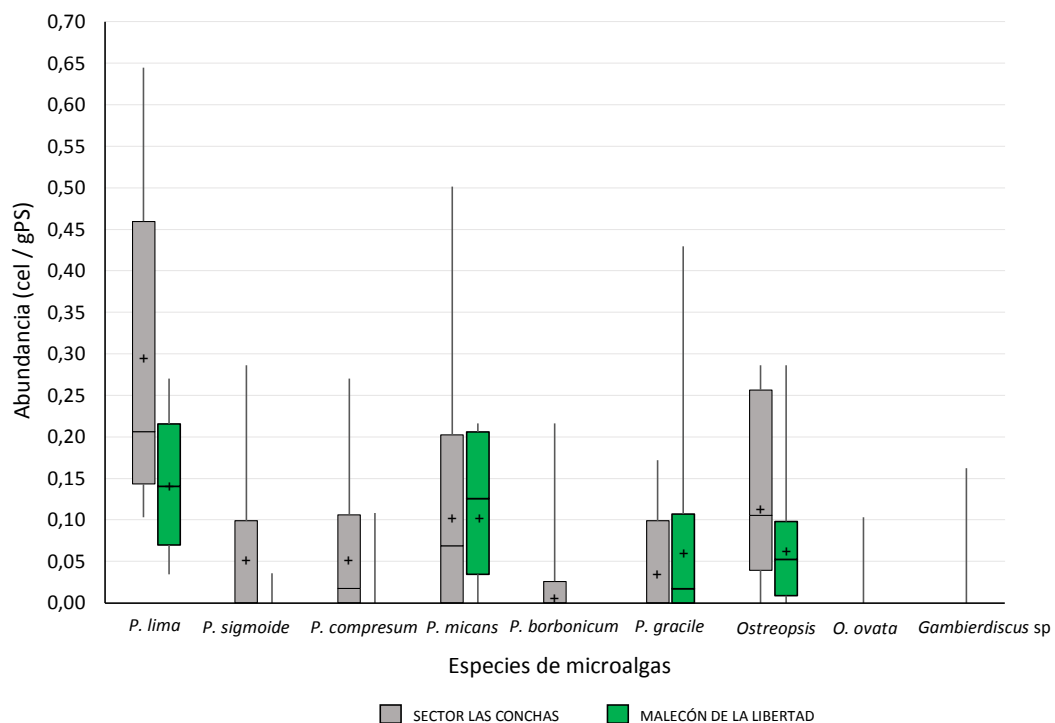
Especies	SECTOR LAS CONCHAS			MALECÓN DE LA LIBERTAD		
	Chlorophyta	Phaeophyta	Rhodophyta	Chlorophyta	Phaeophyta	Rhodophyta
<i>P. lima</i>	X	X	X	X	X	X
<i>P. Micans</i>	X			X	X	X
<i>P. gracile</i>		X		X	X	X
<i>P. sigmoide</i>	X				X	
<i>P. compresum</i>		X	X	X	X	X
<i>P. borbonicum</i>	X					
<i>Gambierdiscus sp</i>	X	X	X			
<i>Ostreopsis sp</i>	X	X	X	X	X	X
<i>O. ovata</i>		X				

### 7.3. Variación espacio-temporal de la abundancia de dinoflagelados epibentónicos asociados a los sustratos macroalgales.

La abundancia de los dinoflagelados epibentónicos con respecto a las localidades de playas (La Libertad y Salinas), no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). No obstante, se evidenció mayores abundancias de dinoflagelados en el Sector Las Conchas - Salinas, destacando a la especie *P. lima*, por ser la más abundante ( $0,30 \pm 0,19$  cel/gPS) y predominante, seguida de *Ostreopsis sp* ( $0,13 \pm 0,11$  cel/gPS) y *P. micans* ( $0,11 \pm 0,14$  cel/gPS) (Figura 5), coincidiendo en parte con Yépez (2018), quien también halló altas abundancias de estos géneros en las Islas Galápagos. Según Maciel (2015) el género *Prorocentrum* presentó una distribución cosmopolita, con un gran poder de adaptabilidad. La alta abundancia observada de este dinoflagelado en la playa del Sector de las Conchas, posiblemente se deba a los bancos de macroalgas que se ubican a pocos metros de profundidad en la columna de agua, los cuales permiten a los microorganismos adherirse a estos sustratos. La abundancia de DEB asociados a macroalgas en el Malecón de la Libertad se observó relativamente baja



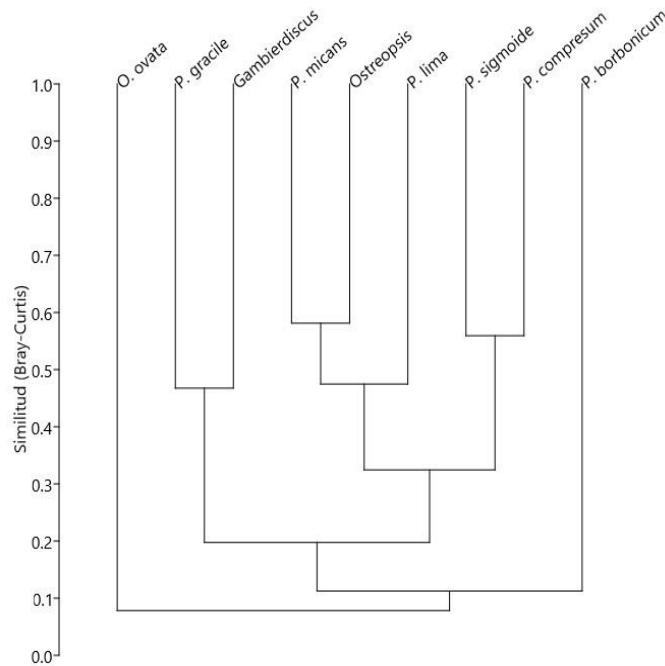
(aunque cabe destacar que *P. lima*, y *P. micans* fueron las especies más frecuentes) e inclusive se evidenció la ausencia de varias especies, probablemente este suceso se encuentre relacionado con las malas condiciones sanitarias y ambientales del sitio de muestreo, según el estudio realizado por la empresa PSI (2007) este sitio presentó varias fuentes de contaminación que corresponden principalmente a la descarga de aguas servidas y efluentes provenientes de las refinerías ubicadas en áreas aledañas. Sin lugar a duda, estos problemas medioambientales afectan la calidad de agua, y por ende condiciona la supervivencia y adaptación de varios tipos de microorganismos (Arrieta *et al.*, 2012).



**Figura 5.** Abundancia total de dinoflagelados epibentónicos expresada en cel/gPS de macroalgas, en relación a los sitios de muestreo (La Libertad y Salinas).  
**Fuente:** Catuto, 2019

El análisis de similaridad en relación al sitio de muestreo (Sector las conchas), indicó la conformación de 3 grupos, el primero formado por *P. lima*, *P. micans* y *Ostreopsis* sp, el segundo por *Gambierdiscus* sp y *P. gracile* y el tercer grupo formado por *P. compresum* y *P. sigmoide* (Figura 6), resultados que se asemejan a los obtenidos en el

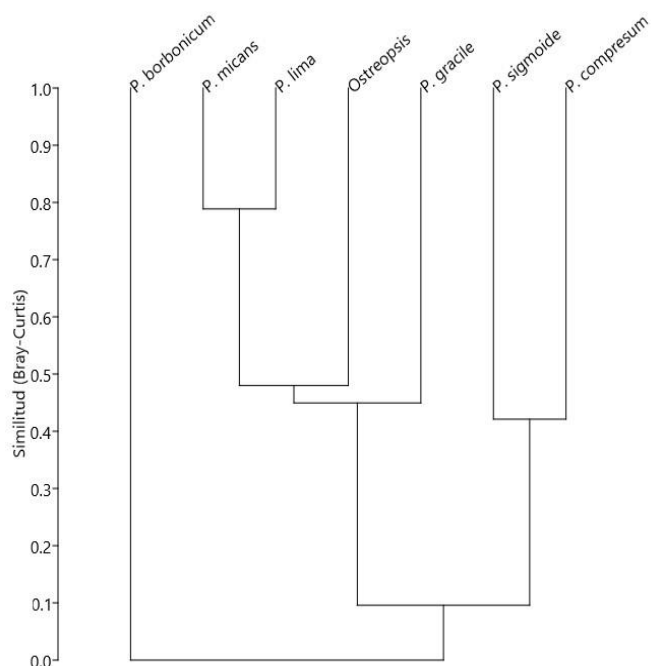
estudio de Mosquera (2011) en la zona costera de Boca del Río Venezuela, donde también se reportó la asociación del género *Ostreopsis*, y *Prorocentrum* con otras especies de dinoflagelados, en este caso los grupos formados fueron: *Coolia monotis* y *Ostreopsis ovata*, y *Prorocentrum sigmoide* y *Amphidinium*.



**Figura 6.** Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en el Sector de las conchas.

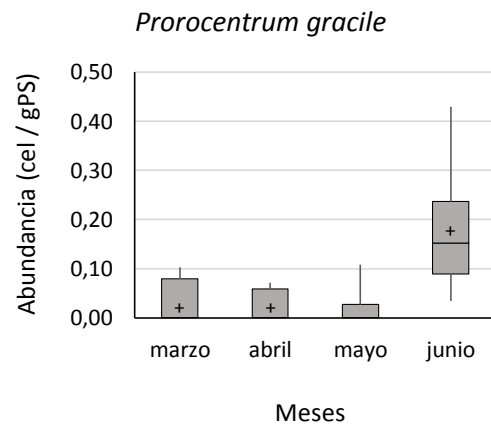
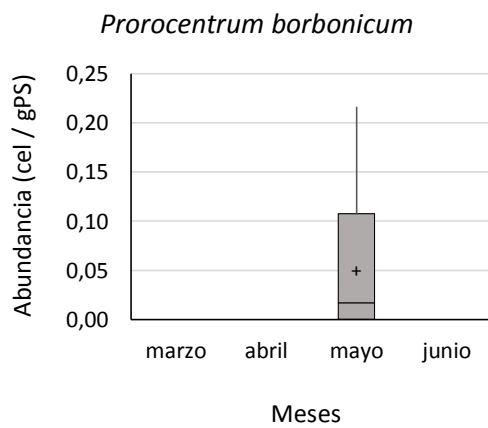
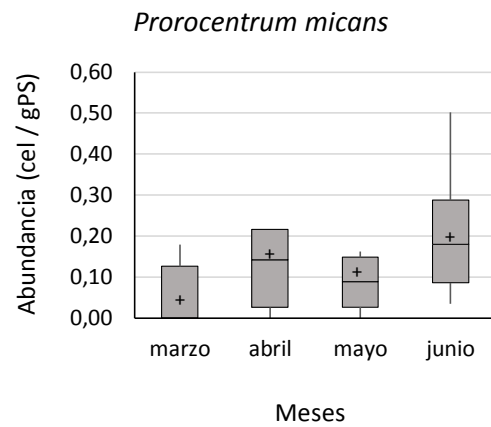
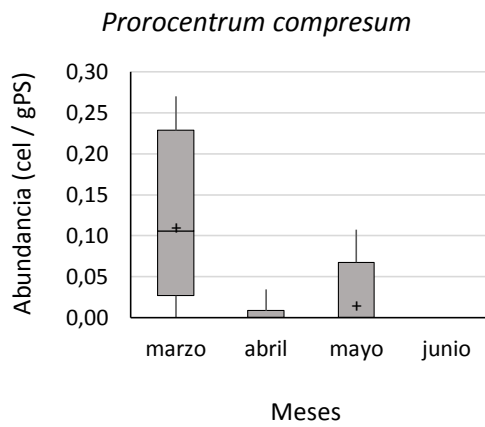
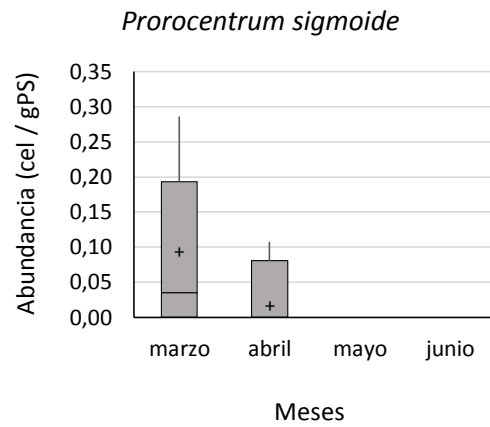
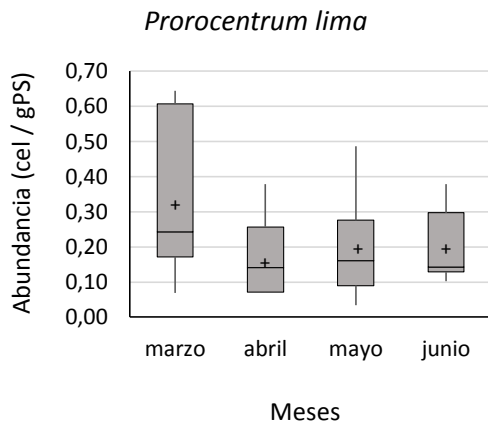
**Fuente:** Catuto, 2019

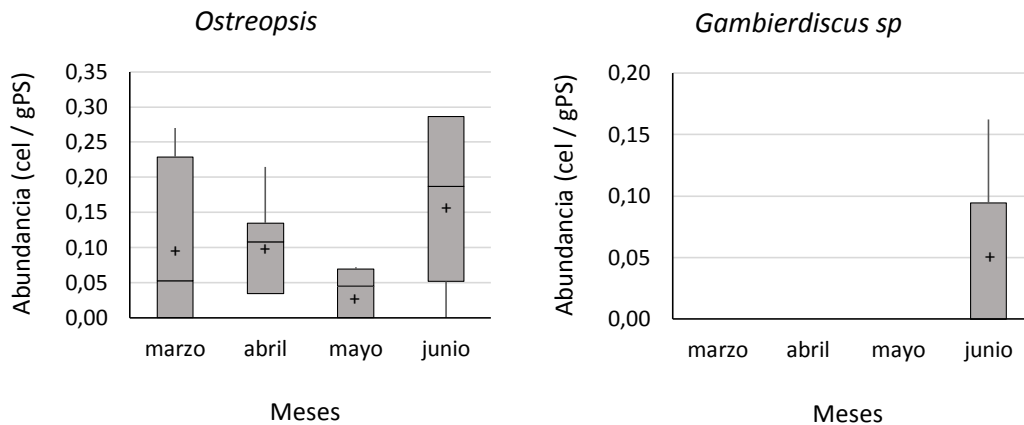
En cuanto al análisis de similaridad en relación al sitio de muestreo (Malecón de La Libertad), se detectó la presencia de 2 grupos, el primero formado por *P. micans* y *P. lima*, y el segundo por *P. compressum* y *P. sigmoide* (Figura 7). A diferencia del estudio realizado por Morales (2019) en la playa la Maceta Boca del Río, que registró un grupo representado por *P. dentatum* y *P. scutellum*, especies no registradas en las dos playas de Ecuador.



**Figura 7.** Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados a macroalgas en el Malecón de La Libertad.  
**Fuente:** Catuto, 2019

En lo que respecta a la abundancia de dinoflagelados epibentónicos en relación a los meses de muestreo (marzo, abril, mayo y junio), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, se evidenció una mayor abundancia de *P. lima* ( $0,33 \pm 0,23$  cel/gPS) en marzo (época cálida), y tiende a reducir durante los próximos meses, dichos resultados que se asemejan a lo reportado por Torres *et al.*, (2019), en su estudio realizado del Ecuador, quienes también registraron mayor abundancia de dinoflagelados en febrero y marzo del 2015 y 2017. Borbor *et al.*, (2006) sugiere que la abundancia alta durante este periodo puede estar relacionadas con el aporte de grandes cantidades de nutrientes (nitratos y fosfatos) provenientes de las fuertes lluvias que se presencian durante el fenómeno El Niño. Dichos nutrientes mejoran las condiciones ecológicas en la columna de agua, permitiendo de esta manera el afloramiento de los dinoflagelados (Delgado, 2006; Gadea, 2009).





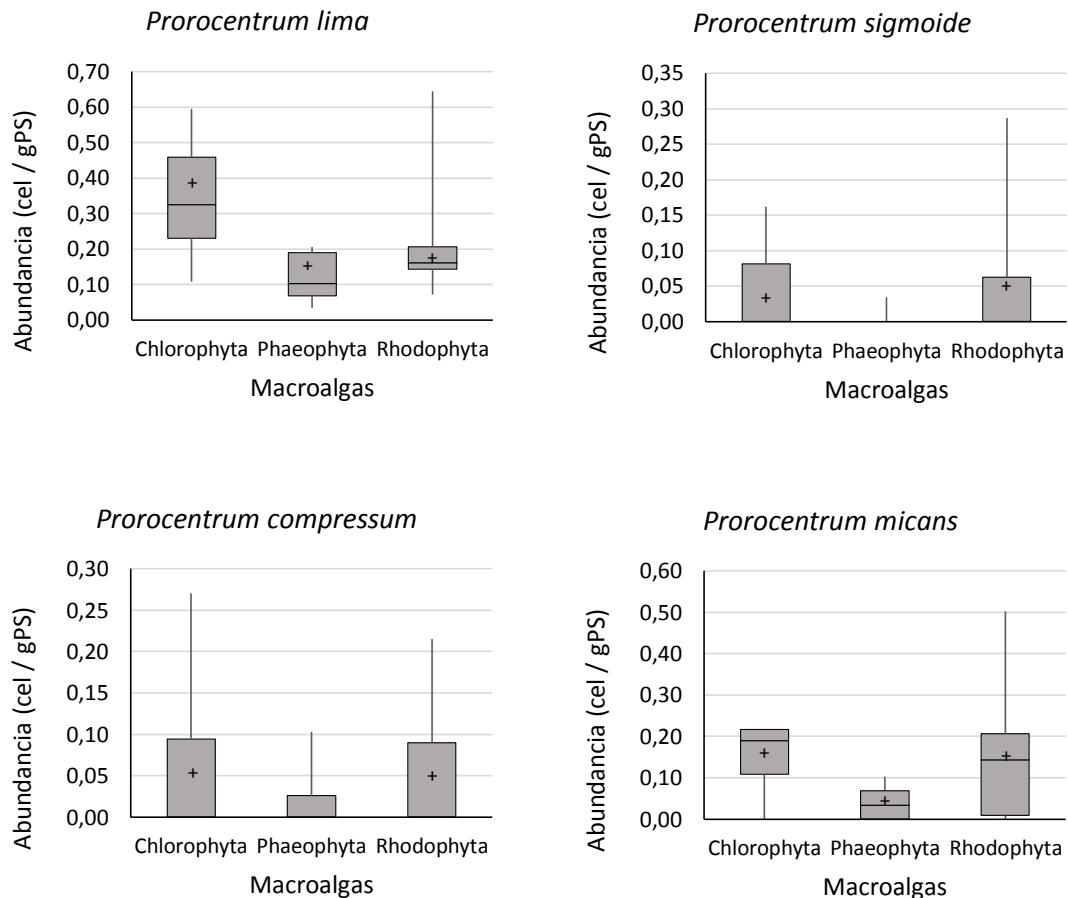
**Figura 8.** Abundancia total de dinoflagelados epibentónicos expresada en cel / gPS de macroalgas, en relación a los meses de muestreo.  
**Fuente:** Catuto, 2019

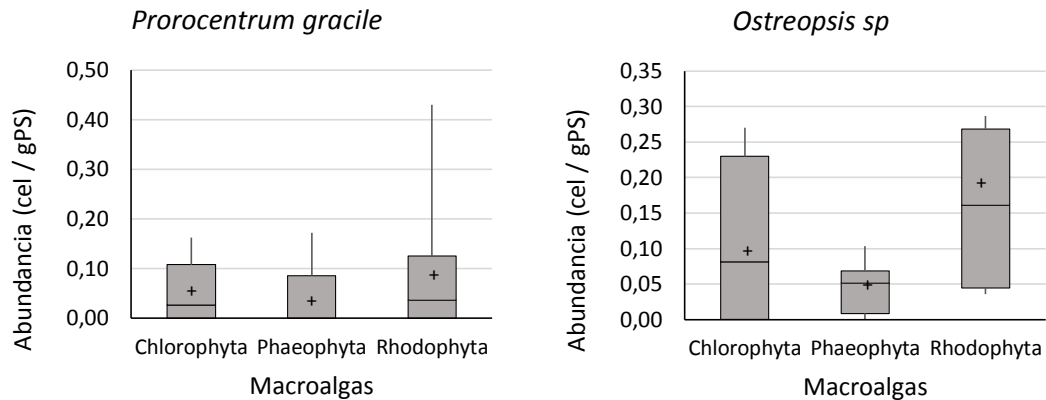
#### 7.4. Preferencia de los dinoflagelados epibentónicos a los sustratos macroalgales.

La abundancia de dinoflagelados epibentónicos se observó que la especie de *P. lima* y *P. micans* mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), mientras que para las demás no detectan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). En este sentido *P. lima*, especie más representativa, manifestó una mayor adherencia a *Ulva lactuca* (Chlorophyta) ( $0,34 \pm 0,15$ ) y *Gracilariopsis* sp y *Gracilaria* sp (Rhodophyta) ( $0,21 \pm 0,17$  cel/gPS), y menor adherencia en *Padina* sp ( $0,11 \pm 0,06$  cel/gPS) (Chlorophyta) (Figura 9). Estos resultados se sujetan a lo citado por Bomber *et al.*, (1985) quienes aluden que, en el estudio realizado por Anderson *et al.*, (1985), se reportó mayores abundancias de *P. lima* en algas verdes (Chlorophyta) de la especie *Halimeda opuntia*, *Penicillus capitatus* y *Avrainvillea nigricans*. Además, se asemejan a lo indicado por Betancourt (2011), quien registró una mayor abundancia de los dinoflagelados bentónicos asociados al Phylum Rhodophyta, mostrando una diferencia estadísticamente significativa en la especie *P. lima*. No obstante, difiere de lo reportado por Delgado *et al.*, (2006), quienes registraron con mayores abundancias de *P. lima* en *Padina* sp y *Dictyota dicotoma* (Phaeophyta). Todos estos antecedentes e inclusive la presente

investigación permiten corroborar lo indicado por Maciel (2015) sobre la gran capacidad adaptativa y de adherencia a los diferentes sustratos macroalgales que presentó el género *Prorocentrum*.

En este sentido, la preferencia que mostraron los dinoflagelados por las macroalgas del Phylum Chlorophyta, probablemente sea porque son macroalgas con una mayor superficie de fijación, además de ser abundantes. Por lo tanto, son el sustrato más frecuente para microorganismos (Comba, 2017). Mientras que la preferencia de los dinoflagelados a las macroalgas del Phylum Rhodophyta, se debe a la gran cantidad de mucilago que acumulan en sus paredes celulares estas macroalgas, lo que favorece la adherencia de las microalgas a su superficie (Vila *et al.*, 2001; Acosta, 2008 y Kim *et al.*, 2011).

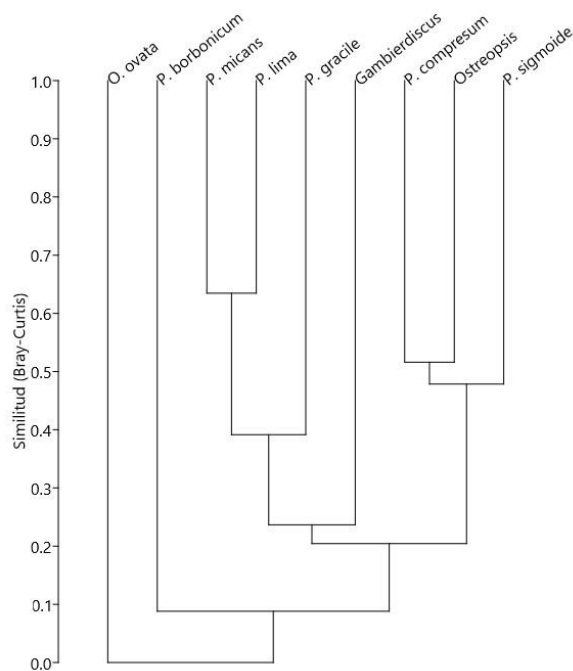




**Figura 9.** Abundancia total (Células por g de peso seco), de las especies más frecuentes en relación a macroalga del Phylum (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta):  
**Fuente:** Catuto, 2019

## Chlorophyta

A pesar de que anteriormente ya se resaltó la buena adherencia de *P. lima* a algas verdes, el análisis de clasificación indica también la preferencia de *P. lima* y otras especies de dinoflagelados en este Phylum, en este caso se detectó la conformación de dos grupos, el primero formado por *P. lima* y *P. micans*, el segundo por *P. compressum* y *Ostreopsis* (Figura 10). Lo obtenido se asemeja a los resultados reportados en el estudio de Mosquera (2011) y Betancourt (2011), en la zona costera de Boca del Río Venezuela, quienes también encuentran grupos conformados por especies del género *Prorocentrum* y *Ostreopsis*, asociados al Phylum Chlorophyta.

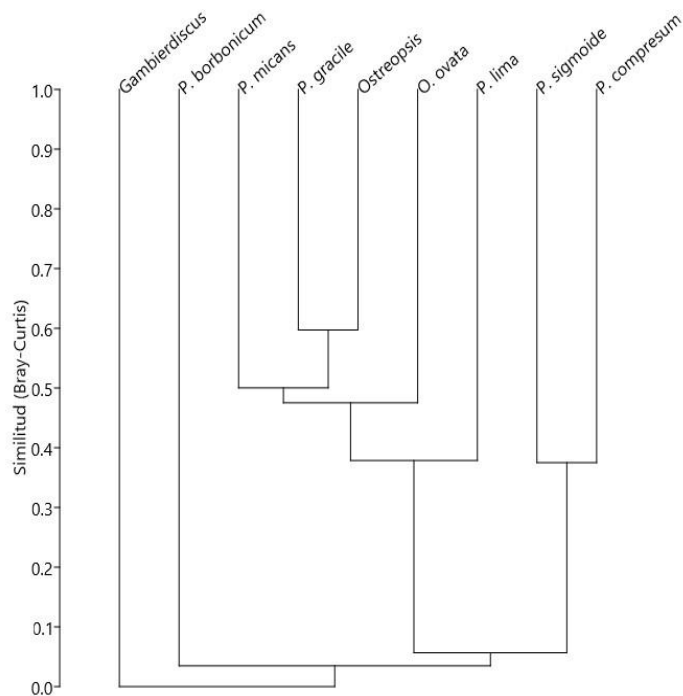


**Figura 10.** Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Chlorophyta.  
**Fuente:** Catuto, 2019

## Phaeophyta

Con respecto a la asociación de dinoflagelados a las algas pardas, el análisis de clasificación mostró la conformación de dos grupos, el primero formado por *P. gracile* y *Ostreopsis* sp, y el segundo por *P. sigmoide* y *P. compressum* (Figura 11). Esto difiere con lo reportado por Mosquera (2011), quien evidenció hallar grupos conformados por *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum micans*, y *Prorocentrum lima*, que muestran una asociación a macroalgas del Phylum *Phaeophyta*.

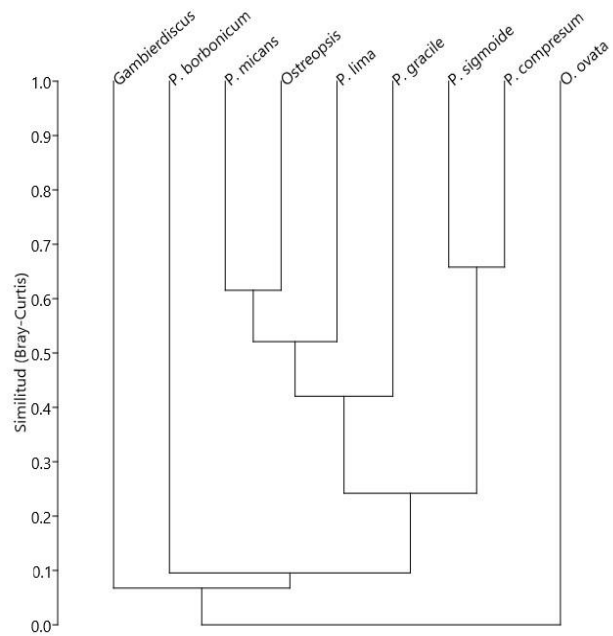




**Figura 11.** Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Phaeophyta.  
**Fuente:** Catuto, 2019

## Rhodophyta

En cuanto a la asociación de dinoflagelados a las algas rojas el análisis de clasificación detectó la conformación de dos grupos, el primero formado por *P. lima*, *P. micans* y *Ostreopsis* sp, y el segundo por *P. sigmoide* y *P. compressum* (Figura 12). Conformaciones similares también encuentra Mosquera (2011) en su estudio, en este caso *P. micans*, se lo encontró agrupado con otras especies del género *Prorocentrum* y *Ostreopsis*, mientras que *P. sigmoide* comparte grupo con *Amphidinium*, especie que no se registró en el presente estudio.



**Figura 12.** Dendrograma de clasificación (Bray-Curtis) de los dinoflagelados epibentónicos asociados al Phylum Rhodophyta.  
**Fuente:** Catuto, 2019

## 8. CONCLUSIONES

Los dinoflagelados epibentónicos identificados en los sitios de muestreos (Salinas y La Libertad) fueron del grupo de “tecados”: *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum borbonicum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum sigmoide*, *Prorocentrum compressum*, *Gambierdiscus* sp, *Ostreopsis* sp, *Ostreopsis ovata*. Siendo *P. lima* la especie más frecuente y abundante. Siendo especies que tienen referencias de poseer toxinas.

La playa del Sector Las Conchas (Salinas) fue el sitio con mayor abundancia de dinoflagelados epibentónicos, posiblemente debido a la presencia de bancos de macroalgas aledañas al sitio, que sirven de sustrato para estos microorganismos. Mientras que en El Malecón la Libertad se registró una baja abundancia de DEB, probablemente atribuida a la mala calidad sanitaria y ambiental del sitio.

La mayor abundancia de dinoflagelados a nivel temporal se determinó en el mes de marzo, probablemente influenciado por el gran aporte de nutrientes a causa de las lluvias durante esta época del año.

Las macroalgas del Phylum Chlorophyta y Rhodophyta presentaron mayor preferencia de dinoflagelados epibentónicos, observándose en ellas las mayores abundancias, por tanto, se deduce que esto posiblemente se deba a las características morfológicas propias de las macroalgas.

## 9. RECOMENDACIONES

Debido a que se reportó una baja abundancia de dinoflagelados epibentónicos en una de las playas en estudio se recomienda seguir con el estudio, prolongando los meses de muestreo para determinar su comportamiento por el cambio de estación climática.

Igualmente, se recomienda el estudio de la presencia de DEB, dentro de sustratos artificiales como maderas, corcho y cuerdas, que se encuentran frecuentemente botados o sumergido en las playas de la Provincia de Santa Elena por ser zona costera y de pesca para los pobladores.

Y estudios oceanográficos y geomorfológicos que permitan realizar asociaciones y así como también determinar si existe alguna relación con intoxicaciones humanas y afectaciones al ambiente.

Continuar con el estudio de DEB, asociadas a macroalgas, con respecto a su abundancia y composición, tomando en consideración los parámetros ambientales y su relación con los parámetros físico-químicos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. (2008). Dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a la vegetación acuática sumergida en algunas localidades del estado Nueva Esparta. Boca del Río: Universidad de Oriente, Departamento de Acuicultura [Disertación Grado Licenciado en Biología Marina]. pp. 38.
- Al-Yamani, F., Saburova, M. (2010). Guía ilustrada sobre dinoflagelados de sedimentos blandos intermareales de Kuwait. Instituto de Investigación Científica de Kuwait, Safat, Kuwait.
- Arbeláez, N., Mancera, J., & Reguera, B. (2017). Dinoflagelados epífitos de *Thalassia testudinum* en dos sistemas costeros del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*. 46 (2), 9-40.
- Aguilar, A., Okolodkov, Y., Merino, F., Osorio, I. & Herrera, J. (2014). Variación espacial de dinoflagelados bentónicos/epifíticos en aguas costeras del norte de Yucatán (2011). En: Botello A, Rendón von Osten J, Benítez J, Gold-Bouchot G, editores. Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. México, Mérida: UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV. 147-160 pp.
- Arrieta, O., Rivera, A., Arias, L., Alberto, B., Ruiz, O., & Cardona, S. (2012). Biorremediación de un suelo con diésel mediante el uso de microorganismos autóctonos. *Gestión y ambiente*, 15 (1), 27-40.

- Almazán-Becerril, A., Rosiles-González, G., Escobar-Morales, S., Rodríguez-Palacios, M., & Hernández-Becerril, D. (2012). Dinoflagelados bentónicos del Arrecife Mesoamericano: Caribe Mexicano. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Ciencias Del Agua. Informe Final SNIB-CONABIO, 24.
- Almazán, A., Escobar, S., Rosiles, G., & Valadez, F. (2015). Benthic-epiphytic dinoflagellates from the northern portion of the Mesoamerican Reef System. *Bot. Mar*, 58 (2), 115-128.
- Anderson, D., White, A. & Baden, D. (Eds) (1985). Toxic Dinoflagellates. New York: Elsevier.
- Balech, E. (1980). On thecal morphology of dinoflagellates with species emphasis on cingular and sulcal plates. *Anales del Centro de Ciencias del Mar & Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 7 (1), 55-64.
- Balech E. (2002). Dinoflagelados tecados toxicos del cono sur americano. En *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Américo*, Sar E. M. Ferrario y B. Reguera (eds). Instituto de Oceanografía. Argentina, 151 págs.
- Batanero, C & Díaz, C. (2008). Análisis de datos con Statgraphics. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. España.
- Betancourt, C. (2011). Dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos, asociados a macroalgas de dos localidades diferentes en la Península de Macanao, estado

Nueva Esparta: Universidad de Oriente, Departamento de Acuicultura [Disertación Grado Licenciado en Biología Marina]. 54 pp.

Brissard, C., Herrenknecht, C., Séchet, V., Hervé, F., Pisapia, F., Harcouet, J., Lémée, R., Chomérat, N., Hess, P & Amzil, Z. (2014). Complex toxin profile of French Mediterranean *Ostreopsis* cf. *ovata* strains, seafood accumulation and ovatoxins prepurification. *Mar Drugs*, 12 (5), 2851-2876.

Boyer, J., Fourqurean, J., & Jones, R. (1997). Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries* 20 (4),743-758.

Bomber, J., Norris, D & Mitchell, L. (1985). Dinoflagelados bentónicos asociados con ciguatera de los Cayos de Florida. II. Heterogeneidad temporal, espacial y de sustratos de *Prorocentrum lima*. pag. 45-50. En DM Anderson, AW White y DG Baden (eds.). Dinoflagelados tóxicos. Elsevier Scientific, Amsterdam, Holanda.

Bomber, J.; Rubio, M. & Norris, D. 1989. Epiphytism of dinoflagellates associated with the disease ciguatera: substrate specificity and nutrition. *Phycologia*, 28 (3), 360 - 368.

Boisnoir, A., Pascal, P., Cordonnier, S., & Lemée, R. (2018). La distribución en profundidad de dinoflagellates bentónicos en el Mar Caribe. *J. Mar Res*, 135, 74-83.

- Borbor, et al., (2006). “Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la bahía de Santa Elena (La Libertad – Ecuador) durante octubre 2004 – octubre 2005”. Tesis de grado. Biología Marina. UPSE. 159 págs.
- Carnicer, O., García, M., Andree, K., Diogène, J., & Fernández, M. (2016). First evidence of *Ostreopsis* cf. *ovata* in the eastern tropical Pacific Ocean, Ecuadorian coast. *Botánica Marina*, 59 (4), 267–274.
- Comba, N. (2017). Caracterización molecular de bacterias epífitas de *Ulva lactuca* y búsqueda de enzimas con potencial biotecnológico. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Cruz, R., & Villareal, A. (2006). Macroalgal palatability and the flux of ciguatera toxins through marine food webs. *Harmful Algae*, 5(5), 497-525.
- Delgado, G., Popowski, G., García, C., Lagos, N. & Lechuga, C. (2006): Presence of DSP- toxins in *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge in Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 26 (3), 229-234.
- Delgado, G. (2005). Dinoflagelados bentónicos tóxicos asociados a la ciguatera: abundancia, toxicidad, y relación con los factores ambientales en un área del litoral noroccidental de Cuba. La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Programa de Estudios de Posgrado [Disertación Doctorado en Ciencias]. 72 pp.



- Delgado, G., Lechuga, C., Popowski, G., Troccoli, L., & Salinas, C. (2006). Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 54, 299–310.
- Faust, M. (1997). Three new benthic species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) from Belize: *P. norrisianum* sp. nov., *P. tropicalis* sp. nov, and *P. reticulatum* sp. nov. *Journal of Phycology*, 33, 851-858.
- Faust, M. (2000). Dinoflagellate associations in a coral reef-mangrove ecosystem: pelican and associated cays, Belize. *Atoll Res. Bull.* 473, 133–149.
- Fraga, S. (2014). Caracterización taxonómica y ecología de especies crípticas o pseudocrípticas de dinoflagelados nocivos. (Tesis doctoral), Universidad de Vigo, Vigo España.
- Gadea, I. (2009). Variación espacial del fitoplancton en la zona costera de Gandía y su relación con la entrada de nutrientes (Tesis de postgrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.
- Gaitán, J. (2007). Ictiotoxismo por consumo de barracuda (*Sphyraena barracuda*) y morena manchada (*Gymnothorax moringa*) en la comunidad de pescadores artesanales de Tasajera, Caribe colombiano. *DUAZARY*, 4 (2), 160-167.
- Gómez, F., Moreira, D & López, P. (2011). Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiológica*, 21 (3), 343-364.

- Hallegraeff, G., Anderson, D. & Cembella, A. (2004). Manual on harmful marine microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO. París. 793 pp.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología*, 4 (1), 9.
- Hachani, M.A., Dhib, A., Fathalli, A., Ziadi, B., Turki, S., Aleya, L. (2015). Harmful epiphytic dinoflagellate assemblages on macrophytes in the Gulf of Tunis. *Harmful Algae* 77, 29–42.
- Hansen G., Turquet J., Pasca J., Ten-Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Opongo B., Tunja S., & H. Rakotoarinjanahary. (2001). Potentially Harmful microalgae of the Western Indian Ocean: a guide base a preliminary survey.
- Johnson, R. & Wichern, D. (1992). Applied multivariate statistical analysis. 3th ed. Prentice-Hall. New Jersey. 312 pp.
- Jessop, N.M. (1975), Biosfera: los seres vivos y su ambiente, Omega, S.A., Barcelona, España.
- Keith, I., Dawson, T., Collins, K., & Banks, S. (2013). Especies marinas invasoras en la Reserva Marina de Galápagos: Un caso para investigación adicional, mejoramiento del manejo y revisión de políticas. *Informe Galapagos 2013-2014*, 83–88.

- Kim, H., Kim, S., Jung, M., & Lee, J. (2013). New record of dinoflagellates around Jeju Island. *Journal of Ecology and Environment*, 36 (4), 273–291.
- Kofoed, C. (1909). On *Peridinium steinii* Jørgensen, with a note on nomenclature of the skeleton of *Peridinidae*. *Archiv für Protistenkunde*, 16, 25-47.
- Kofoed, C. (1911). On the skeletal morphology of *Gonyaulax catenata*. University of California. *Zoology*, 8, 287-294.
- Lassus, P., Chomérat, N., Hess, P. & Nézan, E. (2016). Toxic and harmful microalgae of the world ocean. Denmark, International Society for the Study of Harmful Algae / Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO: ISSHA IOC UNESCO. 523 pp.
- Lenoir, S., Ten, L., Turquet, J., Quod, J., Bernard, C. & Hennion, M. (2004). First evidence of palytoxin analogues from an *Ostreopsis mascarenensis* (Dinophyceae) benthic bloom in south-western Indian Ocean. *J. Phycol.* 40 (10), 42-51.
- Liu, H., Dagg, H. (2003). Interactions between nutrients, phytoplankton growth and micro – and mezooplankton grazing in the plume of the Mississippi River. *Marine Ecology Progress Series* 258: 31 - 42.
- Llorente, M., & Cereceda, I. (2001). DINOFLAGELADOS. *Micropaleontología*, 2000 – 2001.

- Luizzi, M. (2010). Macroalgas bentónicas como sustrato y refugio de invertebrados marinos. (Tesis Doctoral). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas Y Naturales, Buenos Aires, Argentina.
- Mancera, J., Gavio, B. & Arencibia, G. (2009). Floraciones algales nocivas, intoxicación por microalgas e impactos en el desarrollo regional: El caso de San Andrés isla, Caribe colombiano: 46-62. En: Mancera-Pineda, J.E., O. Sierra y S. Pérez. 2009. Cuadernos del Caribe No. 13. Reserva de Biosfera Seaflower. Problema Ambiental. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe. San Andrés Islas, Colombia. 78 pp.
- Mancera, J., Montalvo, M. & Gavio, B. (2014). Dinoflagelados potencialmente tóxicos asociados a material orgánico flotante (DRIFT) en San Andrés Isla, Reserva Internacional de la Biosfera - Seaflower. *Caldasia*, 36 (1), 139-156.
- Maciel, E. (2015). Dinoflagelados (Dinoflagellata) tóxicos de la costa de Chiapas, México, Pacífico centro oriental. *Res. J. Costa Rican Distance Educ. Univ.* 7 (1), 39-48.
- Morton, S.L., Faust, M.A., 1997. Survey of toxic epiphytic dinoflagellates from the belizean barrier reef ecosystem. *Bull. Mar. Sci.* 61, 899–906.
- Mosquera, C. (2011). Dinoflagelados bentonicos potencialmente tóxicos asociados a macroalgas en la zona Costera de Boca de Rio: Universidad de Oriente, Departamento de Acuicultura [Disertación Grado Licenciado en Biología Marina]. 64 pp.

Moreira-González, (2010). *Ostreopsis ovata* Fukuyo y *O. siamensis* Schmit, dos nuevos registros de dinoflagelados bentónicos tóxicos para Cuba. Rev. Invest. Mar, 31 (2), 96–100.

Morales, D. (2019). Dinoflagelados bentónicos presentes en playa la Maceta, Boca del Rio, Estado nueva Esparta: Universidad de Oriente, Departamento de Acuicultura [Disertación Grado Licenciado en Biología Marina]. 80 pp.

Moreira, A, Tester, P. (2016). Methods for sampling benthic microalgae. En: Reguera B, Alonso R, Moreira A, Méndez S, Dechraoui-Bottein M, editores. Guide for designing and implementing a plan to monitor toxinproducing microalgae. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO and International Atomic Energy Age. 19-30 pp.

Mohammad-Noor, N.; Daugbjerg, N.; Moestrup, O.; Anton, A. (2005). Marine epibenthic dinoflagellates from Malaysia-A study of live cultures and preserved samples based on light and scanning electron microscopy. Nordic Journal of Botany 24 (6), 629-690.

Muciño, R., Gárate, I., & López, D. (2015). Variación estacional del género *Prorocentrum* (Dinophyceae) en dos granjas atuneras en la bahía de La Paz, México. *Acta Biol. Colomb*, 20 (1), 195-206.

Okolodkov, Y., Campos, G., Gárate, I., González, J., Hoppenrath, M., & Arenas, V. (2007). Los cambios estacionales de dinoflagelados bentónicos y epifitas en la

zona de los arrecifes de Veracruz, Golfo de México. *Aquat. Microb. Ecol.* 47, 223-237.

Okolodkov, Y., Virgilio, F., Castillo, J., Trujillo, A., Espinosa, S., & Silveira, A. (2014). Los cambios estacionales en los conjuntos dinoflagellate epifitas cerca de la costa norte de la Península de Yucatán, Golfo de México. *Acta Bot. Mex.* 107, 121-151.

Oliva-Martínez, M. G., Godínez-Ortega, J. L., & Zuñiga-Ramos, C. A. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (85), 54–61.

Parra, D., Ramírez, M., & Hernández, D. (2011). Dinoflagelados (Dinophyta) de los órdenes Prorocentrales y Dinophysiales del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Rev. Biol. Trop.* 59 (1), 501-514.

Parsons, M., & Preskitt, L. (2015). Una encuesta de dinoflagelates epifita de las aguas costeras de la isla de Hawai. *Las algas nocivas*, 6, 658-669.

Penna, A., Vila, M., Fraga, S., Giacobbe, M. G., Andreoni, F., Riobó, P., & Vernesi, C. (2005). Characterization of *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) isolates in the western Mediterranean Sea based on morphology, toxicity and internal transcribed spacer 5.8s rDNA sequences. *Journal of Phycology*, 41(1), 212–225.

- PSI (2007). Estudio para la identificación/mitigación de la contaminación en la zona costera de La Libertad. Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC). Ecuador.
- Ramírez, A. (2017). Caracterización de la comunidad de microalgas epi-bentónicas de la Reserva Marina Galera San Francisco. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede Esmeraldas, Ecuador.
- Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A., & Méndez, S. (2011). Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. Paris y Viena, 46 pp.
- Reguera, B., Riobó, P., Rodríguez, F., Díaz, P. A., Pizarro, G., Paz, B., Blanco, J. (2016). *Dinophysis* toxins: Causative organisms, distribution and fate in shellfish. *Marine Drugs*, 12(1), 394–461.
- Riobó, P. (2008). Palitoxinas, ensayos biológicos y métodos químicos para su determinación en organismos marinos. Tesis de doctorado. Universidad de Vigo, 104 pp.
- Richlen, M., Lobel, P. (2011). ECTS de profundidad, hábitat, y el agua moción sobre la abundancia y distribución de dinoflagelates en el atolón de Johnston, Océano Pacífico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 421, 51-66.
- Rodríguez, E. Mancera, J. Gavio, B. (2010). Evaluación de dinoflagelados béticos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en San Andrés Isla, Reserva

Internacional Seaflower, Caribe Colombiano. En: Acta Biológica Colombiana 2010, 15(2), 229-246

Ruiz, A. (2016). Composición y abundancia de especies de dinoflagelados asociados a praderas de pastos marinos y macroalgas en la isla de Barú, durante periodos climáticos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias [Disertación Grado Magister en Ciencias-Microbiología].146 pp.

Sánchez, (2001). Estudio para la identificación/ mitigación de la contaminación en la zona costera de la libertad, provincia del Guayas: Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC). 255 pp.

Sar, E. A., Sunesen, I., Lavigne, A. S., & Goya, A. B. (2002). *Dinophysis spp.* Asociadas a detección de toxinas diarreicas (DSTS) en moluscos y a intoxicación diarreica en humanos (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45(3), 451–460.

Torres, G., M; Tapia, (2002). Distribución del fitoplancton en la región costera del mar ecuatoriano, durante diciembre-2000. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador), 11 (1), 63-72.

Torres, G. (2011). Eventos de mareas rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador. Revista Universidad de Guayaquil, 2001(117), 1–14.

Torres, G., Carnicer, O., Canepa A., De La Fuente, P., Recalde, S., Narea, R., Pinto, E & Borbor, M. (2019). Spatio-Temporal Pattern of Dinoflagellates Along the Tropical Eastern Pacific Coast (Ecuador). Mar. Sci. 6, 145.



- Troccoli, L. (2001). Cambios estructurales del fitoplancton costero tropical en una zona cársica: Perspectivas en escala espacial. Tesis de grado para optar al título de Doctor en Ciencias en la especialidad Ciencias Marinas. Departamento de Recursos del Mar. Centro Nacional y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. Yucatán, México. 178 pp.
- Vargas-Montero, M., Morales, A., & Cortés, J. (2012). Primer informe del género *Gambierdiscus* (Dinophyceae) y otros dinoflagelados bentónicos en el Parque Nacional Isla del Coco. *Revista de Biología Tropical*, 60(3), 187–199.
- Velasco, M. (2008). Introducción al estudio de las algas. Universidad de Guayaquil. 1° Edición. 213 pp.
- Vila, M., Garcés, E., Masó, M. (2001). Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquat. Microb. Ecol.* 26 (1), 51-60.
- Wehde, H., Backhaus, J., & Hegseth, E. (2001). The influence of oceanic convection in primary production. *Ecological Modelling* 138: 115 - 126
- Yépez, J. (2018). Presencia de dinoflagelados potencialmente tóxicos en la Reserva Marina de Galápagos. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador.
- Zar, J. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. 662 pp.

## 11. ANEXOS

**Anexo 1.** Clasificación taxonómica de los dinoflagelados registrados en El Sector Las Conchas y Malecón de la Libertad.

Ordenes	Familia	Géneros	Especies
Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i>	<i>P. lima</i>
			<i>P. borbonicum</i>
			<i>P. micans</i>
			<i>P. gracile</i>
			<i>P. compressum</i>
Gonyaulacales	Ostreopsidaceae	<i>Gambierdiscus</i> sp	
		<i>Ostreopsis</i> sp	
		<i>Ostreopsis</i>	<i>O. ovata</i>

**Anexo 2.** Datos de índices ecológicos de DEB, en el sector las conchas y Malecón de la Libertad durante marzo a junio del 2019.

Muestreo	Sitio	Algas	Especie Macroalga	abun	H	J	S
1	1	1	1	1,2972973	1,834	0,917	4
1	1	2	2	0,37800687	1,617	0,809	4
1	1	3	3	1,36103152	1,825	0,912	4
1	2	1	1	0,48648649	1,436	0,906	3
1	2	2	2	0,24054983	1,557	0,982	3

1	2	3	4	0,5730659	2,18	0,843	6
2	1	1	1	0,86486486	2,022	0,871	5
2	1	2	2	0,24054983	1,842	0,921	4
2	1	3	3	0,42979943	1,888	0,944	4
2	2	1	1	0,64864865	1,918	0,959	4
2	2	2	2	0,20618557	1,918	0,959	4
2	2	3	4	0,78796562	2,163	0,931	5
3	1	1	1	0,97297297	1,876	0,808	5
3	1	2	2	0,30927835	1,224	0,773	3
3	1	3	3	0,42979943	2,189	0,943	5
3	2	1	1	0,32432432	1,585	1	3
3	2	2	2	0,17182131	1,522	0,96	3
3	2	3	4	0,39398281	1,677	0,838	4
4	1	1	1	1,13513514	2,201	0,948	5
4	1	2	2	0,58419244	2,286	0,984	5
4	1	3	3	1,14613181	2,022	0,871	5
4	2	1	1	0,81081081	1,966	0,983	4
4	2	2	2	0,27491409	1,75	0,875	4
4	2	3	4	1,07449857	2,073	0,893	5

**Anexo 3.** Especies de Macroalgas presente en las dos playas de la provincia de Santa Elena.

	<b>Especies</b>	<b>Sector las Conchas</b>	<b>Malecón de la Libertad</b>
Chlorophyta	<i>Ulva lactuca</i>	X	X
Phaeophyta	<i>Padina</i> sp	X	X
Rhodophyta	<i>Gracilaria</i> sp	X	X