



UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



**COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y ANÁLISIS ESPACIAL
DE DINOFLAGELADOS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC
(PRIMAVERA DE 2017)**

TESIS

Para obtener el Título Profesional de
Licenciada en Biología Marina

Presenta

Carmen Elisa Rito Ruiz

Directora

M. en C. Alejandra Torres Ariño

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, enero 2024

Resumen

Los dinoflagelados son los organismos unicelulares dominantes en las regiones oceánicas tropicales, lugar donde muestran gran diversidad. Se realizó una colecta en la zona nerítica del Golfo de Tehuantepec a bordo del buque "TECOLUTLA" propiedad de la Secretaría de Marina de México. La actividad se realizó del 26 de abril al 02 de mayo de 2017, periodo en el cual se tomaron muestras en 20 puntos de muestreo, obteniendo 20 muestras de arrastres verticales. Se identificaron 140 especies de dinoflagelados, comprendidos en cuatro órdenes (Peridinales, Gonyaulacales, Dinophysales y Prorocentrales), 27 géneros y 19 familias. El género *Protoperidinium* fue el más abundante y se reconocieron varios morfotipos diferenciables, pero con especies indefinidas. *Tripos* es el segundo más abundante en este estudio y sus especies presentaron amplia variabilidad morfológica, al grado que se identificaron taxones infraespecíficos. Se mapeo la distribución de la riqueza específica utilizando el método IDW (ponderación de distancia inversa); las estaciones más lejanas a la costa presentaron el mayor número de especies, así como en las estaciones 15 y 18 que se localizan más cerca de la costa, se infiere que dichas estaciones cuentan con influencia de agua oceánica profunda por la presencia de la mayoría de las especies de *Histioneis*, género que prolifera en aguas profundas de zonas oceánicas sub-tropicales y tropicales. Se realizó una regresión lineal múltiple y se obtuvo un coeficiente de correlación (R) de 0.82, lo que indica una relación positiva y fuerte entre las variables independientes (velocidad del viento y temperatura superficial del océano) y la riqueza específica. Se presenta un catálogo descriptivo y con registro fotográfico de 140 especies de dinoflagelados en el que se resaltan comentarios generales que incluyen diferenciación entre especies morfológicamente similares, importancia ecológica, su grado nocivo o tóxico y su estatus de nuevo registro.

Dedicatoria

Para quienes se acercan a leer este documento con intención de nutrir sus investigaciones o simplemente por curiosidad del mundo microscópico.

Agradecimientos

A la **M. en C. Alejandra Torres Ariño** tanto por dirigir este proyecto de tesis, como por la enorme cantidad de conocimiento y experiencias compartidas. Gracias por siempre tenerme en consideración para sus proyectos, por su confianza incondicional, acompañamiento y constante motivación, tanto académica como personal. Aprecio y agradezco su apoyo y cariño.

A mi **mamá**, mis **abuelos**, a mi **hermano** y a **Linda** por apoyarme emocional y económicamente durante mis años como estudiante y como tesista. A mi **papá** por traer el mar a casa.

A la **Secretaría de Marina de México** por brindar la oportunidad de coleccionar muestras durante la campaña oceanográfica "PTOESCSAL_01_2017", a bordo del buque "TECOLUTLA".

A la **M. en C. Luz María Hernández Ballesteros**, a la **Dra. Lorena Durán Riveroll** y al **M. en C. Marco Hernández de Dios** por formar parte del comité revisor, por su tiempo, observaciones y comentarios que ayudaron a nutrir este trabajo.

Al **Dr. Yuri Okolodkov** por sus observaciones y comentarios, así como por recibirme en su laboratorio en el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana, estancia que me ayudó a ampliar mi conocimiento sobre el estudio y taxonomía de dinoflagelados.

A la **Dra. Lourdes Morquecho** de quien aprendí procedimientos para lograr una correcta y metódica disección de tecas e identificación de dinoflagelados.

Al **Laboratorio de Biotecnología de Microalgas** de la Universidad del Mar, espacio donde comencé a introducirme en el mundo de los microorganismos y donde logré procesar y trabajar distintas etapas de este proyecto.

Al **Laboratorio de Bentos** y al **Laboratorio de Investigación Química y Biológica** de la Universidad del Mar por las facilidades para trabajar en sus instalaciones.

A las **profesoras** y **profesores** que laboran en la Universidad del Mar, porque disfruté mucho lo aprendido en mis años como estudiante.

A mis **amigos**, porque se convirtieron en parte de mi familia.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE LÁMINAS	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Taxonomía e identificación	3
1.2 Distribución geográfica	6
1.3 Antecedentes.....	7
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. HIPÓTESIS	12
4. OBJETIVOS	13
4.1 Objetivo general	13
4.2 Objetivos particulares.....	13
5. MATERIAL Y MÉTODO	13
5.1 Área de estudio.....	13
5.2 Muestreo.....	15
5.3 Procesamiento de muestras	18
5.4 Trabajo de laboratorio.....	18
5.5 Análisis de datos.....	19
6. RESULTADOS	20
6.1 Nuevos registros de especies	24
6.2 Florecimientos algales nocivos.....	24
6.3 Arreglo sistemático	26
6.4 Descripciones taxonómicas.....	33
7. DISCUSIÓN	117
7.1 Plasticidad morfológica.....	117
7.2 Distribución geográfica.....	118
7.3 Nuevos registros de especies	119
7.4 Florecimientos algales nocivos.....	121
8. CONCLUSIÓN	122
9. REFERENCIAS	124
10. ANEXOS	136

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1	<p>A, célula dinoconta en vista ventral, donde se observa el cíngulo (c), sulco (s) y los flagelos, longitudinal (LF) y transversal (TF) de aspecto disimilar. B, esquema de la estructura interna de una célula móvil en vista lateral. (AV) vesículas del anfiesma, (TP) placa de la teca, (CP) cromosomas, (GO) aparato de Golgi, (MN) mitocondria, (NM) membrana nuclear, (UN) núcleo, (PE) película, (PU) pusula, (PY) pirenoide, (TR) tricosisto, (VAC) vacuola. Retomado de Steidinger & Tangen 1996; Fensome <i>et al.</i> 1993.....</p>	2
Figura 2	<p>Sistema kofoidiano, utilizado para la nomenclatura de la tabulación. Retomado de Hoppenrath (2017)</p>	4
Figura 3	<p>Figura 3. Variación en el arreglo y número de placas entre ordenes de Dinophyceae. (A) Prorocentrales con dos grandes placas (valvas) y una serie de hasta ocho placas pequeñas en su extremo ventral. (B) Dinophysiales con apariencia bivalvar. Epiteca, hipoteca, cíngulo y sulco formados por aproximadamente cuatro placas. Los Gonyaulacales (C) presentan cinco series latitudinales de placas y una longitudinal, con patrones asimétricos, a diferencia de los (D) Peridiniales, los cuales poseen las mismas series de manera más simétrica, además de placas intercalares y placas asociadas al poro apical. Por su parte, los Gymnodiniales (E) presentan múltiples placas muy delgadas. Retomado de Taylor (1980).....</p>	5
Figura 4	<p>(A) Terminología de las estructuras en Dinophysiales, vista lateral derecha; Lt: longitud total, Lc: longitud de la célula, At: diámetro total, Ac: diámetro de la célula, Aca: aleta cingular anterior, Ci: cíngulo, Acp: aleta cingular posterior, Pr: poros, H: hipoteca, Ep: espina, Asi: aleta sulcal izquierda, R1, R2 y R3: radios de la sulcal izquierda, Asd: aleta sulcal derecha. Retomado de Steidinger & Tangen 1996. (B) Variaciones y nomenclatura de la placa 1' y de la placa 2a en Peridiniales. Retomado de Okolodkov (2008).....</p>	5
Figura 5	<p>Mapa del área de estudio donde se señalan las estaciones de muestreo, las cuales se localizan frente a la costa de Salina Cruz, Oaxaca, dentro del Golfo de Tehuantepec.</p>	16
Figura 6	<p>Especies de dinoflagelados encontradas con mayor frecuencia en abril-mayo de 2017 en el Golfo de Tehuantepec</p>	20
Figura 7	<p>Número de especies de dinoflagelado identificadas en cada sitio de muestreo (E01-E20) en abril-mayo de 2017 en el Golfo de Tehuantepec</p>	21
Figura 8	<p>Mapa de distribución de la riqueza de especies por sitio de muestreo (Est.01-20) en abril-mayo de 2017 en el Golfo de Tehuantepec. Los números en la parte inferior derecha de la figura significan el número de especies encontradas</p>	21

Figura 9	Dendrograma donde en el eje X se encuentran las estaciones de muestreo, mientras que en el eje Y se indica el porcentaje de similitud entre las mismas. Se observan en rojo los grupos formados estableciendo un nivel de corte de 50% de similitud.	22
Figura 10	Gráfico de residuos de la regresión lineal múltiple donde se evalúa como se ve afectada la riqueza específica por la temperatura superficial del océano y la velocidad del viento. Los valores se dispersan en torno al cero, sugiriendo una distribución casi aleatoria	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Red de estaciones costeras en Salina Cruz, Oaxaca	Pág. 17
Tabla II	Listado de especies y su presencia en cada estación	150

ÍNDICE DE ANEXOS

Glosario	Pág. 136
Alcances de la metodología.....	139

INDICE DE LÁMINAS

	Pág.
Lámina 1	36
Fig. 1-3. <i>Blepharocysta splendor-maris</i> . Flecha en Fig. 1 señala la “abrazadera” apical, en Fig. 3 señala la aleta sulcal. Fig. 4-5. <i>Podolampas bipes</i> . Fig. 6. <i>P. palmipes</i> . Fig. 7. <i>P. reticulata</i> . Fig. 8. <i>P. spinifera</i> . Fig. 9-11. <i>Amphidiniopsis</i> cf. <i>hirsuta</i> . Escala 20 µm. Fig. 11 en vista lateral.....	36
Lámina 2	40
Fig. 1-2. <i>Archaeoperidinium</i> cf. <i>minutum</i> . Fig. 3-4. <i>Protooperidinium abei</i> . Fig. 5-7. <i>P. quarnerense</i> . Fig. 8-9. <i>P. ovatum</i> . Fig. 10. <i>P. cassum</i> . Fig. 11-12. <i>P</i> cf. <i>pyriforme</i> . Fig. 4. en vista lateral.....	40
Lámina 3	43
Fig. 1-4. <i>Protooperidinium longipes</i> . Fig. 5-6. <i>P.</i> cf. <i>ovum</i> . Fig. 7-9. <i>P. oviforme</i> . Fig. 10. <i>P. mite</i> . Fig. 11-12. <i>P. marukawai</i> . Escala 20 µm. Fig. 2 y 9 en vista lateral.....	43
Lámina 4	47
Fig. 1-2. <i>Protooperidinium subcrassipes</i> . Fig. 3-5. <i>P. grande</i> . Fig. 6. <i>P. claudum</i> . Fig. 7-9. <i>P. brochii</i> . Fig. 10-12. <i>P. divergens</i> . Escala 20 µm. Fig. 2, 4 y 12 en vista lateral.....	47
Lámina 5	50
Fig. 1-2. <i>Protooperidinium compressum</i> . Fig. 3-6. <i>P. oceanicum</i> . Fig. 7-9. <i>P.</i> cf. <i>subinermis</i> . Fig. 10-12. <i>P. persicum</i> . Escala 20 µm. Fig. 6 en vista lateral	50
Lámina 6	52
Fig. 1-3. <i>Protooperidinium thulesense</i> . Fig. 4-6. <i>P.</i> cf. <i>argentinese</i> . Fig. 7. <i>P. venustum</i> . Fig. 8-9. <i>P. conicum</i> . Fig. 10-11. <i>P.</i> sp. 1. Fig. 12. <i>P.</i> sp. 2 Escala 20 µm.....	52
Lámina 7	54
Fig. 1-3. <i>Protooperidinium</i> sp. 3. Fig. 4-5. <i>P.</i> sp. 4. Fig. 6-7. <i>P.</i> sp. 5. Fig. 8-10. <i>P.</i> sp. 6. Fig. 11-12. <i>P.</i> sp. 7. Escala 20 µm.....	54
Lámina 8	56
Fig. 1-2. <i>Protooperidinium</i> sp. 7. Fig. 3-5. <i>P.</i> sp. 8. Fig. 6-8. <i>P.</i> sp. 9. Fig. 9-10. <i>P.</i> sp. 10. Fig. 11-12. <i>P.</i> sp. 11. Escala 20 µm. Fig. 8 y 12 en vista lateral.....	56
Lámina 9	58
Fig. 1. <i>Protooperidinium</i> sp. 11. Fig. 2-5. <i>P.</i> sp. 12. Fig. 6-8. <i>P.</i> sp. 13. Fig. 9-11. <i>Diplopsalopsis globula</i> . Fig. 12. <i>D. bomba</i> . Escala 20 µm.....	58
Lámina 10	60
Fig. 1-3. <i>Diplopsalopsis bomba</i> . Fig. 4-5. <i>Heterodinium milneri</i> . Fig. 6-7. <i>H. obesum</i> . Fig. 8. <i>Oxytoxum sceptrum</i> . Fig. 9. <i>O. scolopax</i> . Fig. 10. <i>Corythodinium belgicae</i> . Fig. 11. <i>C.</i> cf. <i>biconicum</i> . Fig. 12. <i>C. constrictum</i> . Escala 20 µm.....	60
Lámina 11	66
Fig. 1. <i>Corythodinium reticulatum</i> . Fig. 2-3. <i>C. tessellatum</i> . Fig. 4. <i>Amphidoma caudata</i> . Fig. 5. <i>Prorocentrum compressum</i> . Fig. 6. <i>P. gracile</i> Fig. 7. <i>P. micans</i> . Fig. 8. <i>P.</i> cf. <i>robustum</i> . Fig. 9. <i>P.</i> cf. <i>sigmoides</i> . Escala 20 µm.....	66
Lámina 12	70
Fig. 1. <i>Amphisolenia bidentata</i> . Fig. 2. <i>A. globifera</i> . Fig. 3-4. <i>Phalacroma cuneus</i> . Fig. 5. <i>P. doryphorum</i> . Fig. 6. <i>P. hindmarchii</i> . Fig. 7. <i>P. mitra</i> . Fig. 8-9. <i>P. porodictyum</i> . Fig. 10. <i>P.</i> cf. <i>parvulum</i> . Escala 20 µm, excepto Fig. 1 = 100 µm. Fig. 4 en vista ventral.....	70
Lámina 13	
Fig. 1. <i>Phalacroma ovum</i> . Fig. 2. <i>P.</i> cf. <i>lativeletum</i> . Fig. 3. <i>Dinophysis</i> cf. <i>capitulata</i> . Fig. 4-5. <i>D. caudata</i> . (Fig. 5	

	probablemente, un gameto). Fig. 6 <i>D. cf. fortii</i> . Fig. 7-8. <i>D. cf. ovum</i> . Fig. 9. <i>D. cf. exigua</i> . Fig. 10-11. <i>D. similis</i> . Fig. 12. <i>Histioneis isselii</i> . Escala 20 µm.....	74
Lámina 14	Fig. 1-2. <i>Histioneis cf. inclinata</i> . Fig. 3. <i>H. costata</i> . Fig. 4-5. <i>H. cf. crateriformis</i> . Fig. 6. <i>Metaphalacroma skogsbergii</i> . Fig. 7. <i>Ornithocercus heteroporus</i> . Fig. 8. <i>O. magnificus</i> . Fig. 9. <i>O. steinii</i> . Fig. 10-11. <i>O. thumii</i> . Fig. 12. <i>Pseudophalacroma cf. nasutum</i> . Escala 20 µm.....	83
Lámina 15	Fig. 1. <i>Pseudophalacroma cf. nasutum</i> . Fig. 2-3. <i>Ceratocorys bipes</i> . Fig. 4-5. <i>C. horrida</i> . Fig. 6-7. <i>C. cf. reticulata</i> . Fig. 8-9. <i>Protoceratium cf. globosum</i> . Escala 20 µm. Fig. 3, 4 y 7 en vista lateral.....	86
Lámina 16	Fig. 1. <i>Tripos extensus</i> . Fig. 2. <i>T. fusus</i> var. <i>seta</i> . Fig. 3. <i>T. fusus</i> var. <i>longirostrus</i> . Fig. 4. <i>T. falcatus</i> . Fig. 5. <i>T. cf. inflatus</i> . Fig. 6. <i>T. candelabrus</i> . Fig. 7-8. <i>T. californiensis</i> . Fig. 9. <i>T. furca</i> var. <i>furca</i> . Fig. 10. <i>T. furca</i> var. <i>hircus</i> . Fig. 11. <i>T. kofoidii</i> . Escala 20 µm excepto Fig. 1 = 100 µm.....	91
Lámina 17	Fig. 1-2. <i>Tripos cf. minutus</i> . Fig. 3. <i>T. pentagonus</i> var. <i>tenerus</i> . Fig. 4. <i>T. teres</i> . Fig. 5. <i>T. azoricus</i> . Fig. 6. <i>T. brevis</i> . Fig. 7-8. <i>T. massiliensis</i> var. <i>carriensis</i> . Fig. 9. <i>T. muelleri</i> f. <i>contrarius</i> . Fig. 10. <i>T. deflexus</i> . Fig. 11-12. <i>T. gibberus</i> . Escala Fig. 1-6 y 8 =20 µm, Fig. 7 = 100 µm, Fig. 9-12= 50 µm.....	97
Lámina 18	Fig. 1. <i>Tripos hexacanthus</i> . Fig. 2. <i>T. horridus mollis</i> . Fig. 3. <i>T. limulus</i> . Fig. 4-5. <i>T. lunula</i> . Fig. 6. <i>T. macroceros</i> . Fig. 7. <i>T. massiliensis</i> . Fig. 8. <i>T. massiliensis</i> var. <i>armatus</i> . Fig. 9. <i>T. muelleri</i> f. <i>parallelus</i> . Fig. 10. <i>T. platycornis</i> . Fig. 11-12. <i>T. ranipes</i> . Escala = 50 µm.....	103
Lámina 19	Fig. 1. <i>Tripos schmidtii</i> . Fig. 2. <i>T. trichoceros</i> . Fig. 3. <i>T. muelleri</i> var. <i>atlanticus</i> . Fig. 4. <i>T. cf. tripodioides</i> . Fig. 5. <i>T. volans</i> . Fig. 6-7. <i>Goniodoma polyedricum</i> . Fig. 8. <i>G. cf. sphaericum</i> . Fig. 9. <i>Gonyaulax cf. birostris</i> . Fig. 10. <i>G. digitalis</i> . Fig. 11-12. <i>G. hyalina</i> . Escala 50 µm excepto Fig. 5 = 100 µm.....	108
Lámina 20	Fig. 1. <i>Gonyaulax hyalina</i> Fig. 2. <i>G. kofoidii</i> . Fig. 3. <i>G. polygramma</i> . Fig. 4-6. <i>G. scrippsiae</i> . Fig. 7-8. <i>G. spinifera</i> . Fig. 9. <i>G. turbynei</i> . Fig. 10. <i>Pyrocistys lunula</i> . Fig. 11. <i>P. fusiformis</i> . Escala 20 µm excepto Fig. 1,2 = 50 µm y Fig. 11= 100 µm.....	113
Lámina 21	Fig. 1-2. <i>Pyrophacus steinii</i> . Fig. 3-4. <i>Amylax diacantha</i> . Fig. 5-7. <i>Lingulodinium polyedra</i> . Fig. 8. <i>Ceratocorys horrida</i> . Escala 20 µm	116