

Análisis de la abundancia de *Triplos furca*, *Triplos fusus*, y *Triplos macroceros* (Dinophyceae) durante los años 2016 y 2017 en la Bahía de Santa Lucía Acapulco, México

Analysis of the abundance of *Triplos furca*, *Triplos fusus*, and *Triplos macroceros* (Dinophyceae) during the years 2016 and 2017 in Santa Lucía Bay, Acapulco, Mexico

Donaciano Pérez Castro^{1*}, Víctor Alfonso Cervantes Urieta¹, José Ignacio Benítez Villasana¹, Gustavo Jesús González-Martínez²

¹Laboratorio de Biotecnología Impacto ambiental, Escuela Superior de Ciencias Ambientales UAGro. Carretera Cayaco-Puerto Marqués (Ejido Llano Largo Parcelas 56, 57 y 58), Llano Largo, 39906, Acapulco, Guerrero.

²Escuela Superior de Economía Acapulco, Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera Cayaco- Puerto Marqués (Ejido Llano Largo Parcelas 56, 57 y 58), Campus Llano Largo, 39906, Acapulco, Guerrero.

ARTICLE INFO

Article history:

Recibido 21 enero 2025

Revisado 06 mayo 2025

Aceptado 09 julio 2025

* Corresponding author: perezdon2000@hotmail.com
(D. Pérez Castro)

Edited by Dr. Jorge Bello Martínez

Keywords:

Phytoplankton, dinoflagellates, analysis, dominance, distribution.

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia

Creative Commons.Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIguual 4.0
Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://doi.org/10.62384/fesgro.V11i1.6>

RESUMEN

Los dinoflagelados cuentan con una extensa distribución y por ende son las especies más abundantes en los cuerpos marítimos, teniendo funciones importantes para los ecosistemas marítimos. Se realizó un análisis de la distribución de los dinoflagelados *Triplos macroceros*, *Triplos fusus* y *Triplos furca* en la Bahía de Santa Lucía tomando muestras en 6 estaciones donde se iniciaba en el Canal de Boca Chica, posteriormente la estación de la Bocana, de ahí a la Base Naval, el Morro del Obispo, la Terminal Marítima y la Playa Manzanillo. Las muestras fueron tomadas con una red de plancton, usando arrastres circulares de tres minutos, empleando un microscopio LEICA CME, y usando los objetivos 10X y 40X, para contar los individuos se hizo con una cámara Sedgwick Rafter. Para la obtención de dominancia se recurrió al índice de Simpson 1-D, para determinar estadísticamente si se encuentra una especie dominando sobre otra. Los resultados mostraron durante el 2016 el mayor número de individuos en el mes de noviembre, con 1876 cel/mL. Mientras que para el año 2017 el registro más alto se dio en el mes de abril, con 802 cel/mL. Mientras que los registros más bajos se dieron en el mes de abril para el 2016 con 18 cel/mL, y octubre para el 2017 con 151 cel/mL. Esto nos lleva a concluir que *Triplos macroceros* es la especie con mayores cantidades de población, seguida de *Triplos fusus* y finalmente *Triplos Furca* para los dos años.

ABSTRACT

Dinoflagellates have an extensive distribution and are therefore the most abundant species in marine bodies, having important functions for marine ecosystems. An analysis was carried out on the distribution of the dinoflagellates *Triplos macroceros*, *Triplos fusus*, and *Triplos furca* in Santa Lucia Bay, taking samples at six stations, starting at the Boca Chica Canal, then the Bocana station, later to the Naval Base, Morro del Obispo, Maritime Terminal, and Manzanillo Beach. The samples were taken with a plankton net using three-minute circular trawls; a LEICA CME microscope was used with 10X and 40X objectives, and a Sedgwick Rafter Chamber was utilized to count the individuals. To determine dominance, the Simpson 1-D index was used to statistically determine if one species was dominating over another. The results showed that during 2016, the highest number of individuals was observed in the month of November, with 1876 cells/mL. While for the year 2017, the highest record occurred in the month of April, with 802 cells/mL. The lowest records were observed in April 2016 with 18 cells/mL and October 2017 with 151 cells/mL. Based on the results, it is concluded that *Triplos macroceros* is the species with the highest amounts of population, followed by *Triplos fusus* and finally *Triplos furca* for both years.

Introducción

Los dinoflagelados son el segundo grupo más abundante del fitoplancton presente en la Bahía de Acapulco, mientras que las diatomeas representan el grupo más abundante (Moreno et al., 2015). Las especies de *Triplos macroceros*, *Triplos fusus* y *Triplos furca* (antes *Ceratium*), forman parte del ensamblaje de dinoflagelados característicos en esta bahía. (Meave et al. 2012).

Los dinoflagelados cuentan con diversas estrategias de alimentación que les permite crecer en los ecosistemas marinos, incluso en condiciones oligotróficas. Por ejemplo, el dinoflagelado *Noctiluca scintillians* posee estrategias

heterotróficas obligadas, por lo que su crecimiento y establecimiento en el ecosistema depende de otros microorganismos que funcionan como su alimento (Bustillos, et al., 2013).

A diferencia de las diatomeas, los dinoflagelados son de especial interés debido a que una pequeña parte de estos producen toxinas, de las cuales se relacionan con los florecimientos de algas nocivos (FAN), comúnmente conocidas como Mareas Rojas (Hallegraeff, 2003). A pesar de que existen en el mundo alrededor de 4000 especies, solo el 1.5 % de las especies registradas pueden generar mareas rojas tóxicas (Carreto y

Bremec, 2007; Taylor, 2008). En la Bahía de Santa Lucía de Acapulco, México, se han observado diversas especies de dinoflagelados dominantes durante estaciones climáticas de baja precipitación (Cervantes et al. 2025). El dinoflagelado *Triplos balechii* se ha registrado en los meses de noviembre, misma que causó una descoloración en el agua presuntamente provocando un FAN, particularmente desde las estaciones del canal de Boca Chica y la base naval (Pérez et al, 2015).

Asimismo, se ha reportado a *Cochlodinium catenatum* (ahora *Margalefidinium polykrikoides*) desde la estación del Asta Bandera y la Base Naval con un máximo de 260,000 cél L⁻¹, mientras que en la estación de Morro del Obispo se registró una abundancia de 140,000 cél L⁻¹, con una duración del fenómeno FAN de 13 días (Pérez et al., 2018). La alta riqueza de especies fitoplanctónica asociada al peligro latente de muchas especies formadoras de FAN con la que cuenta la Bahía de Acapulco (Meave et al., 2012) hace necesario el estudio ecológico de estas especies a los largo del tiempo. El objetivo de la presente investigación fue analizar la abundancia de las especies *Triplos furca*, *Triplos fusus*, y *Triplos macroceros* durante los años 2016 y 2017 en la Bahía de Santa Lucía de Acapulco, México.

Materiales y Métodos

Los muestreos se realizaron en el interior de la Bahía de Acapulco a lo largo de seis estaciones durante dos años, desde enero del 2016 a diciembre del 2017. 1) Canal de boca chica con coordenadas, 1860838.03-403990.31, 2) Bocana 1860231.31 - 406095.81, 3) Base naval 1861582.14-408449.14, 4) Morro de fraile 1863569.96 -406872.89, 5) Terminal Marítima 1862973.09-404089.43 y 6) Playa Manzanillo 1862425.68- 403212.75 (Coordenadas Geográficas UTM).

Los parámetros tomados en consideración en las muestras fueron pH, Temperatura, Salinidad. El pH y la temperatura de tomaron con un potenciómetro (HI 98129) y la salinidad con un refractómetro (STX-3). La red utilizada para llevar a cabo los arrastres fue de tipo cono trucado con una longitud de 1 metro, 50 cm de diámetro y 54 micras de abertura de poro, obteniendo una muestra de 125 ml por estación.

Las muestras colectadas se mantuvieron vivas, esto debido a que los dinoflagelados al tener tecas o estar recubiertos por valvas no se rompen en su estructura como a diferencia de los dinoflagelados desnudos, como es el caso de *Cochlodinium catenatum*, sin embargo, para su posterior análisis se tuvo que fijar la muestra con Lugol en un porcentaje de 1-6 % (Pérez, 1995), para su posterior conteo.

Se empleó un microscopio LEICA CME utilizando los objetivos 10X y 40X. Para efectuar el conteo celular se empleó de una cámara Sedgwick-Rafter con capacidad de 1ml de profundidad, realizando tres conteos por muestra. Obteniendo así el número de células por mililitro (cél mL⁻¹).

Para el cálculo de dominancia, se recurrió a la fórmula de Simpson, la cual nos indica la probabilidad de que dos especies tomadas de la misma muestra sean de la misma especie.

$$D = (\sum n(n-1)) / (N(N-1))$$

Donde:

D= Índice de Simpson

n= número total de organismos de una sola especie

N= número total de organismos de todas las especies

Por último, los datos obtenidos de los conteos fueron vaciados en los softwares Microsoft Excel y PAST 4.03 con el cual se realizaron los cálculos estadísticos y la generación de las gráficas pertinentes al comportamiento poblacional de las especies, así como también las gráficas de dominancia.

Resultados y Discusión

Se obtuvieron datos de abundancia correspondiente a los años 2016 y 2017 (Tabla 1 y 2). El año 2016 presentó el mayor número de individuos en el mes de noviembre, con 1876 cél mL⁻¹, mientras que en el año 2017 la mayor abundancia se registró en el mes de Abril, con 802 cél mL⁻¹. Contrariamente, las menores abundancias se registraron en los meses de Abril en el año 2016 con 18 cél mL⁻¹ y octubre en el 2017 con 151 cél mL⁻¹. La especie con mayores abundancias en el año 2016 correspondió a la especie de *T. macroceros* en el mes de Noviembre con 992 cél mL⁻¹. Mientras que en el años 2017, esta misma especie se registró con una abundancia 781 cél mL⁻¹ durante el mes de Abril. Mientras que la especie con menor abundancia registrada fue la especie *T. furca* para ambos años. (Figura 1 y 2).

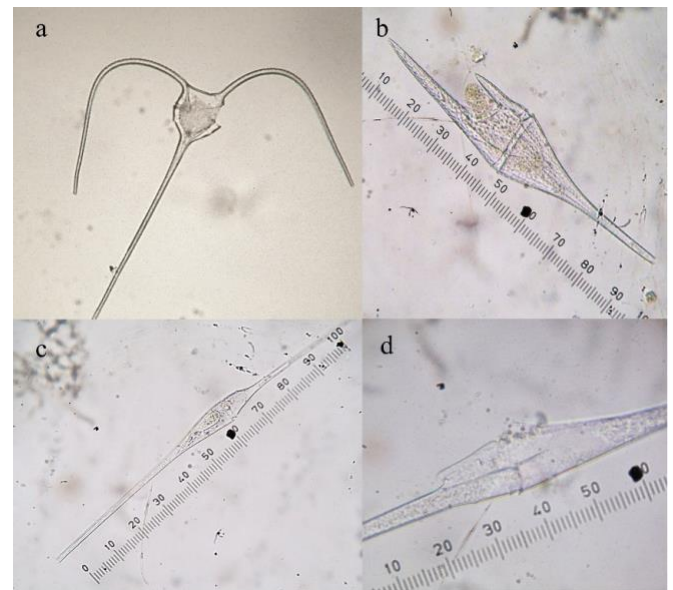


Figura1. Dinoflagelados heterotróficos de la Bahía de Acapulco. a) *Triplos macroceros*, b) *Triplos furca*, c y d) *Triplos fusus*.

La mayor abundancia de *T. fusus* fue registrada en el año 2016 con 864 cél ml⁻¹ durante el mes de Noviembre, mientras que en los meses de Febrero a Abril no se registró. Durante el 2017 *T. fusus* fue registrado en todos los meses de estudio con una máxima abundancia de 112 cél ml⁻¹ durante el mes de Febrero y una mínima de 17 cél mL⁻¹ durante el mes de Mayo.

La máxima abundancia de *T. macroceros*, *T. furca* y *T. fusus* registrada durante los meses de Octubre a Diciembre y de Enero a Mayo en este estudio, se debe principalmente a las temporadas climáticas en la zona y las formas de alimentación de estas especies (Meave et al. 2020, Cervantes et al. 2025). Asimismo, la presencia de estas especies concuerda con el recambio de especies fitoplanctónicas presentes en la había (Meave et al. 2012, 2020; Rojas et al. 2012; Moreno et al. 2015; Pérez et al. 2025; Cervantes et al. 2021, 2025).

La estrategia de alimentación heterotrófica de estas especies es fundamental para garantizar su presencia en ambientes oligotróficos (Smith et al. 2018). Debido a que los dinoflagelados heterotróficos aumentan su biomasa cuando la proporción de nitrógeno inorgánico disminuye, que a la vez esta relacionada con fitoplancton fotosintético, lo que disminuye la competencia interespecífica (Adolf et al. 2006). Asimismo, la estacionalidad climática contribuye a la presencia o ausencia de

este gremio de especies, debido principalmente a las aportaciones pluviales que aportan macronutrientes esenciales para el crecimiento de fitoplancton (Cervantes et al. 2021). Esto es congruente con los resultados encontrados en este estudio, principalmente porque la mayor abundancia fue registrada durante la estación seca, donde los aportes de aguas continentales a los sistemas marinos son escaso o nulo (Meave et al. 2020, Cervantes et al. 2025).

Diversas especies del género *Tripos* tiene la capacidad de promover florecimientos algales nocivo (FAN) por lo que es indispensable su estudio, principalmente por las afectaciones a los ecosistemas marinos (GEOHAB, 2001). Registros previos en la Bahía de Acapulco indican procesos de dominancia estacional de especies del género *Neoceratium* (ahora *Tripos*) como, *Neoceratium balechii* y *Neoceratium tripos* principalmente durante los meses de Abril y Mayo (Moreno et al. 2015), lo que confirma lo observado en este estudio.

La mayor dominancia registrada durante los meses de Octubre a Diciembre del año 2016 fue de 0.54 a 0.63. Mientras que en el año 2017 fueron los meses de Julio, Agosto y Octubre, con 0.57, 0.55 y 0.66 respectivamente. (Tabla 3 y 4, Figura 3), esto concuerda con los picos de mayor abundancia de las especies en este estudio. Estos registros de abundancia concuerdan con estudios previos reportados por Moreno et al. 2015, particularmente en los meses de Octubre a Diciembre, mismos que concuerdan con la estación seca-fría (Meave et al. 2020) con una alta dominancia de dinoflagelados (Cervantes et al. 2021, 2025).

Conclusiones

Las especies *T. macroceros*, *T. fusus* y *T. furca* presentaron una mayor abundancia y dominancia durante los meses correspondientes a la estación seca-fría (noviembre-enero) y seca-caliente (febrero-abril) correspondiente a los años 2016 y 2017. Durante el año 2016 la abundancia superó las 1500 células mL⁻¹, durante estos meses, mientras que la menor abundancia observada fue de 16 células mL⁻¹. Para el año 2017 el registro más alto se dio en el mes de abril, con 802 células mL⁻¹ y el más bajo, en octubre con 151 células mL⁻¹, la especie más dominante en este estudio fue *T. macroceros*, una especie intermedia *Tripos fusus* y la más baja en los dos años el género *Tripos furca*. Es importante realizar un seguimiento anual de las principales especies de dinoflagelados (incluida el género *Tripos*) asociados a FAN en la Bahía de Acapulco.

Declaración de conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses

Referencias

- Adolf, J. E., Stoecker, D. K., y Harding Jr, L. W. (2006). The balance of autotrophy and heterotrophy during mixotrophic growth of *Karlodinium micrum* (Dinophyceae). *Journal of plankton research*, 28(8), 737-751.
- Bustillos-Guzmán, J. J., Band-Schmidt, C. J., López-Cortés, D. J., Hernández-Sandoval, F. E., Núñez-Vázquez, E., y Gárate-Lizárraga, I. 2013. Pastoreo del dinoflagelado *Noctiluca scintillans* sobre el dinoflagelado productor de toxinas paralizantes *Gymnodinium catenatum*: ¿Elimina el pastoreo células durante un florecimiento? *Ciencias Marinas*, 39(3), 291-302. [Consultado 13 de Marzo 2024] Disponible en: <https://doi.org/10.7773/cm.v39i3.2242>
- Carreto, J.I.; Bremec, C., eds. 2007. El ecosistema marino. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP.
- Cervantes-Urieta, V. A., Durán-Riveroll, L. M., Rojas-Herrera, A. A., Moreno-Díaz, G., Galeana-Parra, A., y Cembella, A. D. (2025). Spatial and seasonal changes of microphytoplankton community assemblages, including harmful species in Acapulco Bay, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 104040.
- Cervantes-Urieta, V. A., Trujillo-Tapia, M. N., Violante-González, J., Moreno-Díaz, G., Rojas-Herrera, A. A., y Rosas-Guerrero, V. (2021). Temporal dynamics of the phytoplankton community associated with environmental factors and harmful algal blooms in Acapulco Bay, Mexico. *Latin American journal of aquatic research*, 49(1), 110-124.
- GEOHAB, G. E. (2001). Oceanography of Harmful Algal Blooms, Science Plan. IOC and SCOR, 87.
- Hallegraeff, G. M. (2003). Harmful algal blooms: a global overview. *Manual on harmful marine microalgae*, 33, 1-22.
- Meave del Castillo, M. E., Zamudio-Reséndiz, M. E., Castillo-Rivera, M. A., Gutiérrez-Mendieta, F. J., Varona-Cordero, F., y Hernández-Cárdenas, G. (2020). Co-ocurrencia de dos dinoflagelados tóxicos en la Bahía de Acapulco, Guerrero, México: una oportunidad para cuantificar su biología y ecología. *Acta Botanica Mexicana*, (127). <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1559>.
- Meave-del Castillo, María Esther, Zamudio-Resendiz, María Eugenia, y Castillo-Rivera, Manuel. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera adyacente, Guerrero, México. *Acta botánica mexicana*, (100), 405-487. Recuperado en 14 de agosto de 2023, [Consultado el 26 Febrero 2024].
- Moreno-Díaz, G., Rojas-Herrera, A. A., González-González, J., Violante-González, J., Rosas Acevedo, J. L., y García Ibáñez, S. (2015). Variación temporal de la abundancia y composición de especies de fitoplancton colectado con red, en la Bahía de Acapulco, México. *Revista Bio Ciencias*, 3(2), 88-102. Moreno, G. 2015. Abundancia y diversidad fitoplanctónica de la bahía de Santa Lucía Acapulco Guerrero. Acapulco.
- Pérez C. D. 1995. Cultivo Experimental de las Diatomeas *Thalassiosira subtilis*, *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros affinis* en condiciones de Laboratorio para fines de Acuicultura. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. México, 61p.
- Pérez Castro, D., Galeana Parra, A., Benítez Villasana, J. Villanueva Arce, J. y González Alarcón, G. 2018. Impacto ambiental ocasionado por la Marea Roja producida por *Cochlodinium catenatum* en la Bahía de Santa Lucía de la Ciudad y Puerto de Acapulco Guerrero, México. *Tlamati*, 9(1), 5-10.
- Pérez Castro, D., Rebolledo Rios J., Gonzalez Gonzalez, J., Salazar-Alcaraz, I. (2015) 2014-2015. Contaminación por marea roja en la bahía de Santa Lucía de la ciudad y puerto de Acapulco Guerrero, Mexico. *Foro de estudios sobre Guerrero*, 1-2:377-381.
- Rovira Forcada, S. J. 1991. Observaciones sobre los dinoflagelados (Pyrrhophyta) de las costas de Castellón (España). *Acta Botanica Malacitana*, 16(1), 31-42. [Consultado el 27 Febrero 2024] Disponible en: Rojas-Herrera, A. A., Violante-González, J., García-Ibáñez, S., Sevilla-Torres, V. M., Gil-Guerrero, J. S., & Flores-Rodríguez, P. (2012). Temporal variation in the phytoplankton community of Acapulco Bay, Mexico. *Microbiology Research*, 3(1).
- Smith, J. L., Tong, M., Kulis, D., & Anderson, D. M. (2018). Effect of ciliate strain, size, and nutritional content on the growth and toxicity of mixotrophic *Dinophysis acuminata*. *Harmful algae*, 78, 95-105.
- Taylor, F. J. R., Hoppenrath, M., & Saldarriaga, J. F. (2008). Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity and conservation*, 17, 407-418.

Tabla 1. Conteo en la cámara de Sedgwick-Rafter obteniendo el número de organismos por mL de los dinoflagelados del año 2016.

Table 1. Count in Sedgwick-Rafter Chamber obtaining the number of organisms per mL of the dinoflagellates of the year 2016.

Species	JAN-16	FEB-16	MAR-16	APR-16	MAY-16	JUN-16	JUL-16	AUG-16	SEP-16	OCT-16	NOV-16	DEC-16	TOTAL
Tripos macroceros	450	360	18	18	324	324	0	876	576	288	922	270	4426
Tripos furca	54	18	36	0	54	180	0	162	18	108	90	162	882
Tripos fusus	288	0	0	0	18	18	543	18	180	360	864	126	2415
TOTAL	792	378	54	18	396	522	543	1056	774	756	1876	558	7723

Tabla 2. Count in Sedgwick-Rafter Chamber obtaining the number of organisms per ml of the dinoflagellates of the year 2017.

Tabla 2. Conteo en la cámara de Sedgwick-Rafter obteniendo el número de organismos por ml de los dinoflagelados del año 2017

Species	JAN-17	FEB-17	MAR-17	APR-17	MAY-17	JUN-17	JUL-17	AUG-17	SEP-17	OCT-17	NOV-17	DEC-17	TOTAL
Tripos macroceros	237	457	641	781	575	116	130	149	184	53	161	157	3641
Tripos furca	12	12	11	7	12	17	30	35	37	53	24	8	258
Tripos fusus	47	112	27	14	17	21	77	64	43	45	47	30	544
TOTAL	296	581	679	802	604	154	237	248	264	151	232	195	4443

Tabla 3. Dominance index (Simpson 1-D) corresponding to the year 2016, for the dinoflagellates studied.

Tabla 3. Índice de dominancia (Simpson 1-D) correspondiente al año del 2016, para los dinoflagelados estudiados.

	JAN-16	FEB-16	MAR-16	APR-16	MAY-16	JUN-16	JUL-16	AUG-16	SEP-16	OCT-16	NOV-16	DEC-16
Taxa_S	3	2	2	1	3	3	1	3	3	3	3	3
Individuals	792	378	54	18	396	522	543	1056	774	756	1876	558
Simpson_1-D	0.5403	0.0907	0.4444	0	0.3099	0.4946	0	0.288	0.3916	0.6077	0.544	0.6306

Table 4. Dominance index corresponding to the dinoflagellates studied in 2017.

Tabla 4. Índice de dominancia correspondiente a los dinoflagelados estudiados en el año 2017.

	JAN-17	FEB-17	MAR-17	APR-17	MAY-17	JUN-17	JUL-17	AUG-17	SEP-17	OCT-17	NOV-17	DEC-17
Taxa S	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Individuals	296	581	679	802	604	154	237	248	264	151	232	195
Simpson 1-D	0.3321	0.3437	0.107	0.0513	0.09253	0.4018	0.5775	0.5525	0.4681	0.6648	0.4667	0.3264

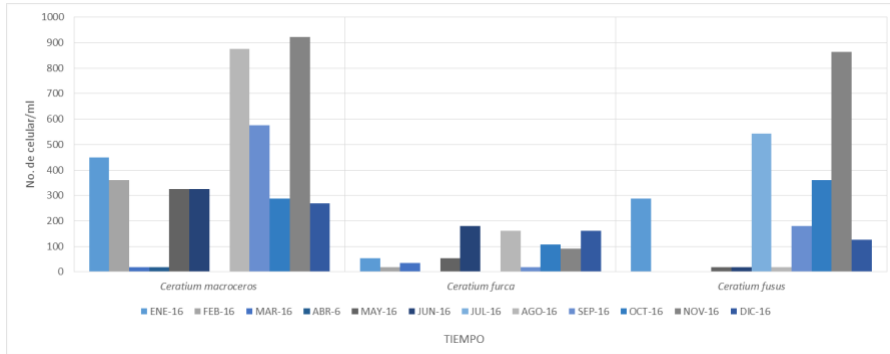


Figure 1. Count of dinoflagellates by cells per milliliter, corresponding to the year 2016.

Figura 1. Conteo de dinoflagelados por células por mililitro, correspondientes al año 2016.

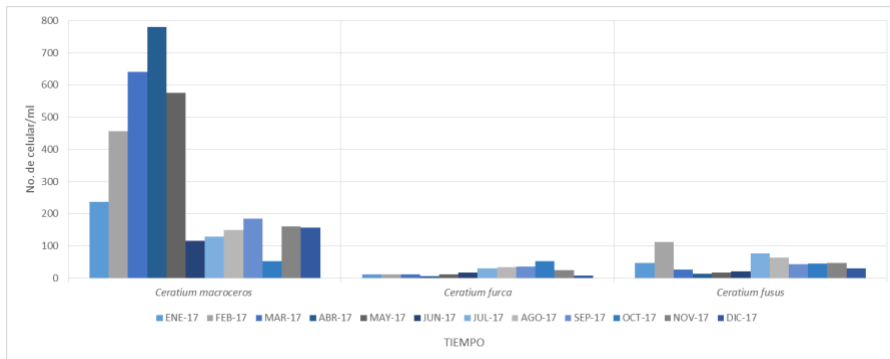


Figure 2. Count of dinoflagellates by cells per milliliter, corresponding to the year 2017.

Figura 2. Conteo de dinoflagelados por células por mililitro, correspondientes al año 2017.

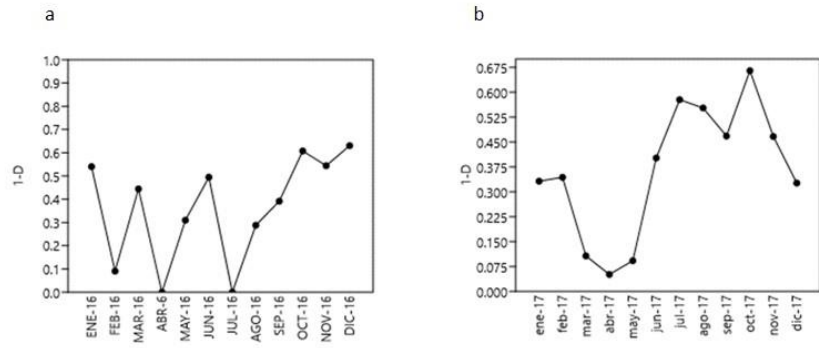


Figure 3. a) Graph of the Simpson 1-D index corresponding to the year 2016, b) dominance index of the Simpson 1-D for the year 2017, carried out in the PAST software.

Figura 3. a) Grafico del índice de Simpson 1-D correspondiente al año 2016, b) índice de dominancia del Simpson 1-D para el año 2017, realizadas en el software PAST.