



Biotempo (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

SPATIO-TEMPORAL VARIATION OF THE MARINE PHYTOPLANKTON ON THE ALBACORA PLATFORM, LOT Z1, TUMBES, PERU

VARIACIÓN ESPACIO - TEMPORAL DEL FITOPLANKTON MARINO EN LA PLATAFORMA ALBACORA, LOTE Z1, TUMBES, PERÚ

Sandra Falero-Alama¹ & Flor de María Madrid-Ibarra¹

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ecología (IRNE) Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
sandraclaudettef@gmail.com; flordemaria.madrid@urp.edu.pe

ABSTRACT

The present investigation was carried out on the Albacora platform of Lot Z1, 10 nautical miles from the coast of the districts of Corrales and La Cruz, Province of Tumbes - Tumbes, Peru and consisted in evaluating the quarterly spatio-temporal variation of the marine phytoplankton of the year 2014. The environmental variables were taken as sea surface temperature, salinity, pH and dissolved oxygen. 100 samples were collected in total. The phytoplankton samples were collected on the surface, by means of a network of 75 u of opening with a diameter of 20 cm, by surface trawling in a craft fishing vessel at a speed of 3 knots for 5 min. A total of 201 species was recorded between diatoms and dinoflagellates, with diatoms predominating with 119 species. The spatio-temporal variation of the phytoplankton registered greater richness and abundance in stations E-4 (2 km, southwest of the Platform) and E-5 (2 km, southeast of the Platform) during the second quarter at an average surface temperature of 25.5°C, salinity 33.2 UPS, pH 8.1 and Dissolved Oxygen 5.9 mg·L⁻¹, values that are within the water quality standards (ECA), according to DS°002-2008-MINAM (Ministry of the Environment) of Peru. Regarding phytoplankton diversity indices, the dominance of diatoms over dinoflagellates in E-1 stations (500 m northeast of the Platform, in favor of the current), E-2 (500 m northwest) of the Platform, against the current) and E-3 (Plataforma Albacora), was recognized during all the quarters of the year. The presence of *Chaetoceros coarctatus* Lauder 1864, *Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle in Hasle & Syvertsen 1996 and *Ceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) Schröder 1906 related to the increase in temperature and typical of Surface Equatorial Waters (AES) are reported as phytoplankton bioindicators.

Key words: Diversity indices – Phytoplankton – Spatial-temporal variation

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la plataforma Albacora del Lote Z1, a 10 millas náuticas de la costa de los distritos de Corrales y La Cruz, Provincia de Tumbes - Tumbes, Perú y consistió en evaluar la variación espacio-temporal trimestral del fitoplancton marino del año 2014; se tomaron las variables ambientales como temperatura superficial del mar, salinidad, pH y oxígeno disuelto. Se obtuvieron 100 muestras en total. Las muestras de fitoplancton

se recolectaron en superficie, mediante una red de 75 μ de abertura con un diámetro de 20 cm, por arrastre superficial en una embarcación de pesca artesanal a una velocidad de 3 nudos por 5 min. Se registró un total de 201 especies entre diatomeas y dinoflagelados, predominando las diatomeas con 119 especies; obteniéndose como resultados que la variación espacio-temporal del fitoplancton registró mayor riqueza y abundancia en las estaciones E-4 (2 Km, al suroeste de la Plataforma) y E-5 (2 Km, al sureste de la Plataforma) durante el segundo trimestre, a una temperatura superficial promedio de 25,5°C, salinidad 33,2 UPS, pH 8,1 y Oxígeno Disuelto 5,9 mg·L⁻¹, valores que se encuentran dentro de los estándares de calidad de agua (ECA), según el DS° 002-2008-MINAM (Ministerio del Ambiente) del Perú. En cuanto a los índices de diversidad del fitoplancton reconocen el dominio de las diatomeas sobre los dinoflagelados en las estaciones E-1 (a 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente), E-2 (a 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente) y E-3 (Plataforma Albacora), durante todos los trimestres del año. Se reportan como bioindicadores del fitoplancton a *Chaetoceros coarctatus* Lauder 1864, *Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle in Hasle & Syvertsen 1996 y *Ceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) Schröder 1906 relacionados con el incremento de la temperatura y típicas de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

Palabras clave: Fitoplancton - Índices de diversidad - Variación espacio-temporal

INTRODUCCIÓN

El ecosistema marino del Noroeste peruano forma parte de la Corriente Ecuatorial y se caracteriza por ser de aguas cálidas que aparecen entre los meses de diciembre a abril. Esta corriente provoca el aumento de la temperatura superficial del mar y sus meses de mayor intensidad son de enero a abril, posee un flujo estrecho costero de norte a sur que proviene de la cuenca de Panamá, y baja hasta las costas de Ecuador y Perú (INOCAR, 2017). La diversidad planctónica que presenta el mar de Tumbes, cuya temperatura corresponde a aguas tropicales y ecuatoriales, muestra una gran diversidad de hábitats y nichos ecológicos; teniendo al fitoplancton como representante de la cadena trófica. En la provincia de Tumbes, se ha desarrollado la actividad de extracción de hidrocarburos mediante el uso de plataformas marinas, como la Plataforma Albacora que se encuentra en el Lote Z1 ubicada a 10 millas náuticas de la costa norte. Las operaciones de exploración, perforación y extracción de hidrocarburos alteran las condiciones físico-químicas y biológicas de los ecosistemas marinos. Estos parámetros son determinantes para la estabilidad de la biodiversidad (Ruppert *et al.*, 1996; Morón, 2000; Coello *et al.*, 2010; Montero, 2013).

Los cambios que se producen en el espacio y en el tiempo generan variaciones en la composición del fitoplancton, determinando que especímenes se repiten en un mismo espacio-tiempo de manera que se puedan considerar como potenciales bioindicadores (Lanza-Espino *et al.*, 2011). El fitoplancton es utilizado como un bioindicador muy promisorio debido a sus ciclos vitales cortos en el medio marino; además reflejan su sensibilidad a los cambios de temperatura y salinidad, siendo buenos indicadores

oceanográficos (Zuta & Guillén, 1970; Mohan *et al.*, 2006; Delgado, 2018). Este responde rápidamente a los cambios que pueden ocurrir en las masas de agua por procesos naturales o antrópicos.

Algunas especies son buenos indicadores biológicos de las masas de agua como Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). Es importante también relacionar la información existente ya publicada, sobre la comunidad planctónica, y reconocer las especies que se presentan estacional y temporalmente (Delgado *et al.*, 2015). Cumpliendo con las obligaciones que tienen las empresas de actividades extractivas en la provincia de Tumbes con el estado peruano, se llevan a cabo planes de control y seguimiento de la calidad ambiental y calidad del agua marina en las áreas que se realizan operaciones de exploración, perforación y extracción de hidrocarburos. El monitoreo y la evaluación de la calidad del agua, está basado en las propiedades físico-químicas y biológicas del agua, cuya meta es brindar información útil para la gestión ambiental (INVEMAR, 2003).

La presente investigación evaluó la variación espacio-temporal del fitoplancton marino en la plataforma Albacora, Lote Z1, Tumbes, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica a 10 millas náuticas (mn) de la línea de costa entre los distritos de Corrales y La Cruz (Provincia de Tumbes). Se tomaron datos de cinco estaciones hasta un radio de 2 Km de la plataforma (Fig. 1). Las estaciones fueron georreferenciadas con el uso del GPS y escogidas según lo indicado en Tabla 1.

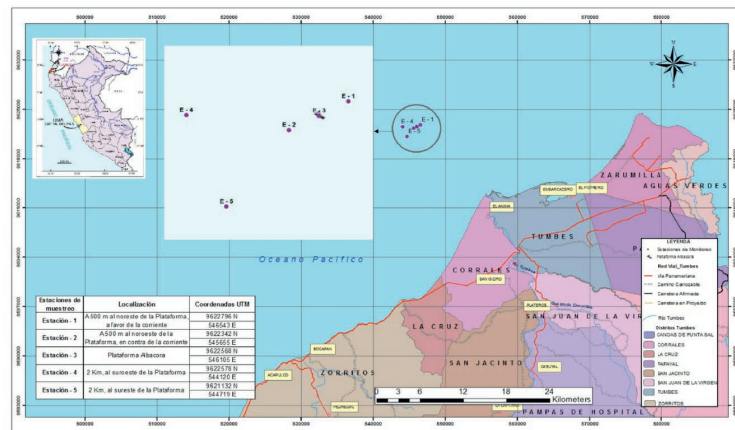


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la plataforma Albacora, Lote Z1, Tumbes, Perú.

Tabla 1. Estaciones de muestreo y sus coordenadas UTM.

Estaciones de muestreo	Localización	Coordenadas UTM
Estación – 1 (E-1)	A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente	9622796 N, 546543 E
Estación – 2 (E-2)	A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente	9622342 N, 545655 E
Estación – 3 (E-3)	Plataforma Albacora	9622568 N, 546105 E
Estación – 4 (E-4)	2 Km, al suroeste de la Plataforma	9622578 N, 544120 E
Estación – 5 (E-5)	2 Km, al sureste de la Plataforma	9621132 N, 544719 E

Toma de muestra en Campo

Se hizo desde una embarcación de pesca artesanal de la localidad de Zorritos. Se recolectaron 100 muestras en total y la metodología utilizada fue la de Rice & APHA (2012) con algunas modificaciones en campo (SMEWW 10200 – C1, F2). Adicionalmente se tomó la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto “in situ” con un multiparámetro de marca Hanna^(R) (Figura 2) en cada estación de muestreo.



Figura 2. Medición de las variables ambientales con el uso del Multiparámetro de marca Hanna.

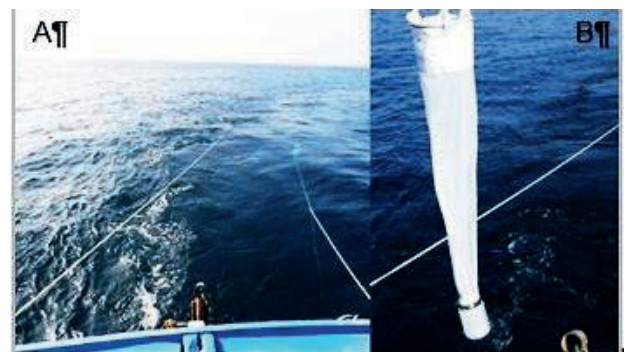


Figura 3. Colecta del plancton: El lado izquierdo (A) muestra las redes del plancton arrastradas desde la embarcación. El lado derecho (B) muestra la red de fitoplancton con el material recolectado.

Procedimiento y análisis de datos

Las muestras del fitoplancton se analizaron mediante la observación al microscopio empleando la técnica de recuento de Utermöhl (1958). Los resultados se expresan en número de células/Litro (abundancia). La identificación taxonómica de las especies se realizó con el uso de claves taxonómicas especializadas en el tema (Balech & Ferrando, 1964; Pesantes, 1983; Round *et al.*, 2000).

Se construyó una matriz de la riqueza y abundancia de especies por meses y por estaciones, además, se graficaron los valores por trimestre con el uso del programa Excel. Los índices de diversidad se obtuvieron con el uso del programa estadístico PAST (PAleontological STatistics Software versión 3.0), asimismo se trabajaron los índices de Shannon- Wiener, Simpson y Pielou según Magurran (1988) y Hernández & Alcolado (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desplazamiento de aguas superficiales hacia la zona costera fue evidente por la gran riqueza de especies observadas durante todo el año 2014, determinándose el dominio absoluto de las diatomeas sobre los dinoflagelados.

Durante el primer trimestre se reportó un total de 110 especies en el fitoplancton evaluado, la abundancia total fue de 600.070 cel·L⁻¹ entre diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas se registraron con el dominio del género *Chaetoceros* Ehrenberg, 1844 con 19 especies, coincidiendo con Vera (2014) y Basilio (2014) que mencionan a *Chaetoceros* como dominante en aguas superficiales. La especie más abundante fue *Chaetoceros curvisetus* Cleve, 1889 con 217.640 cel·L⁻¹ (Tabla 2), similar a lo que mencionan Ordinola (2017), Ruiz (2017) y Tarazona *et al.* (2003), como especie típica de la zona norte del Perú. Las estaciones con mayor número de especies fueron E-1 y E-2, la estación E-3 presentó menor riqueza y abundancia, no obstante la recuperación de la riqueza y la abundancia se observa en las estaciones E-4 y E-5 (Figuras 4-5).

En cuanto a los dinoflagelados registraron al género *Prorocentrum* Ehrenberg, 1833 con 3 especies, con su especie más abundante *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834; con 3.720 cel·L⁻¹ (Tabla 3), coincidiendo con los autores Torres & Tapia (2000), Tapia (2012) y Ruiz (2017), que mencionan a estos géneros como los más frecuentes y abundantes de los dinoflagelados. Asimismo Tarazona *et al.* (2003) mencionan que los dinoflagelados dominantes en la zona en su mayoría corresponden a los géneros *Ceratium* Schrank, 1793 y *Protoperdinium* Bergh, 1881, géneros reportados en nuestra investigación. La estación con mayor riqueza y abundancia fue E-4 (Figuras 4-5). Las variables ambientales se registraron de la siguiente manera: La temperatura superficial del mar osciló entre 26,2°C a 27,9°C; la salinidad entre 30,4 UPS y 33,9 UPS; el pH por debajo de 8 y el Oxígeno disuelto entre 5,4 a 6,4 mg·L⁻¹, valores que se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua marina (MINAM, 2008).

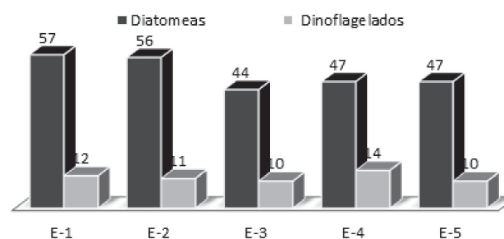


Figura 4. Riqueza del Fitoplancton registrado en el primer trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

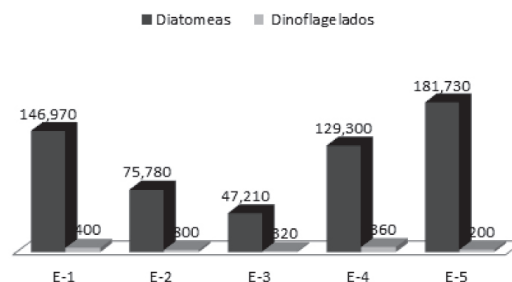


Figura 5. Abundancia (cel·L⁻¹) del Fitoplancton registrado en el primer trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

En el segundo trimestre (abril-junio 2014) el fitoplancton evaluado presentó un total de 101 especies entre diatomeas y dinoflagelados. La abundancia entre diatomeas y dinoflagelados registró un total de 2 844,530 cel·L⁻¹. Las diatomeas que dominaron fueron del género *Chaetoceros* con 26 especies, similar a los que menciona el autor Armijos (2007) con el dominio de este género en las evaluaciones superficiales de aguas cálidas, y la especie más abundante *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, 1863 con 351.010 cel·L⁻¹ (Tabla 4). Las estaciones con mayor número de especies e individuos fueron E-4 y E-5, en cuanto la estación E-3 presentó mayor riqueza y menor abundancia (Figuras 6-7). En cuanto a los dinoflagelados registraron la especie más abundante *Scrippsiella trochoidea* (F.Stein) A.R.Loeblich III, 1976 con 20.400 cel·L⁻¹ (Tabla 5), coincidiendo con Armijos (2007) debido a su presencia en el mes de abril. La estación con mayor riqueza y abundancia fue E-4 (Figuras 6-7).

Tabla 2. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Diatomeas registradas por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014. Se resaltan las especies con los valores más altos de abundancia.

	DIATOMEAS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1	<i>Actinocyclus</i> sp.	0	40	0	40	200	280
2	<i>Amphipora</i> sp.	240	0	0	200	0	440
3	<i>Amphora</i> sp.	0	40	0	0	0	40
4	<i>Asteromphalus arachne</i>	0	0	40	0	0	40
5	<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	40	0	40
6	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	1200	0	720	0	4160	6080
7	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0	280	0	0	0	280
8	<i>Bacteriastrum</i> sp.	0	560	0	0	0	560
9	<i>Ceratoulina pelagica</i>	1160	320	160	280	280	2200
10	<i>Ceratoulina bicornis</i>	120	0	240	340	640	1340
11	<i>Chaetoceros affinis</i>	440	1240	0	0	0	1680
12	<i>Chaetoceros borealis</i>	0	160	0	0	0	160
13	<i>Chaetoceros brevis</i>	1600	400	160	0	80	2240
14	<i>Chaetoceros cf. atlanticus</i>	80	160	0	320	0	560
15	<i>Chaetoceros compressus</i>	10840	2880	960	4000	1080	19760
16	<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	200	0	0	0	200
17	<i>Chaetoceros costatus</i>	1000	0	0	1240	0	2240
18	<i>Chaetoceros curvius</i>	33080	14360	15160	41760	113280	217640
19	<i>Chaetoceros danicus</i>	80	0	0	0	0	80
20	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	0	0	0	160	160
21	<i>Chaetoceros didymus</i>	280	320	0	0	0	600
22	<i>Chaetoceros eisenii</i>	0	0	320	0	0	320
23	<i>Chaetoceros facinorosus</i>	760	160	0	0	0	920
24	<i>Chaetoceros laevis</i>	0	0	120	0	0	120
25	<i>Chaetoceros lauderi</i>	0	0	0	0	160	160
26	<i>Chaetoceros lorentianus</i>	8760	2000	1320	6120	7520	25720
27	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	800	660	400	200	280	2340
28	<i>Chaetoceros radicans</i>	0	0	360	0	0	360
29	<i>Guinardia striata</i>	6720	5960	1080	1680	7400	22840
30	<i>Guinardia</i> sp.	1760	1920	120	480	0	4280
31	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	240	0	0	0	0	240
32	<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	80	0	40	0	120
33	<i>Coscinodiscus walesii</i>	0	40	0	0	0	40
34	<i>Cyclotella</i> sp.	520	40	0	0	0	560
35	<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	160	160	200	120	640
36	<i>Dactylosolen fragilissimus</i>	2160	520	960	1080	5840	10560
37	<i>Dactylosolen phuketensis</i>	1140	40	120	520	0	1820
38	<i>Detonula pumila</i>	2160	920	520	880	8480	12960
39	<i>Ditylum brightwellii</i>	40	160	120	0	0	320
40	<i>Eucampia cornuta</i>	0	0	0	0	480	480
41	<i>Eucampia zoodiacus</i>	4160	660	210	4320	2120	11470
42	<i>Fragilaropsis dolialis</i>	320	0	280	0	0	600
43	<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	120	120
44	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	11600	23720	5840	12720	10360	64240
45	<i>Lectocylindrus danicus</i>	6000	3220	640	4840	5160	19860
46	<i>Guinardia delicatula</i>	640	40	0	720	80	1480
47	<i>Guinardia flaccida</i>	800	520	1280	960	200	3760
48	<i>Chaetoceros socialis</i>	12240	0	6320	32640	0	51200
49	<i>Haslea</i> sp.	840	1160	520	1080	1000	4600
50	<i>Helicotheca thamesis</i>	0	0	80	0	40	120
51	<i>Hemiaulus huxkii</i>	240	80	0	0	200	520
52	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	320	0	0	0	400	720
53	<i>Hemiaulus sinensis</i>	320	120	0	0	0	440
54	<i>Lauderia annulata</i>	720	80	960	920	480	3160
55	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	1160	240	160	160	80	1800
56	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	680	200	80	440	160	1560
57	<i>Leptocylindrus minimus</i>	1340	280	160	1560	920	4160
58	<i>Lioloma</i> sp.	40	0	0	0	0	40
59	<i>Lioloma pacificum</i>	0	40	0	0	0	40
60	<i>Liomophora</i> sp.	480	0	0	0	160	640
61	<i>Meuniera membranacea</i>	3400	440	120	760	880	5600
62	<i>Navicula</i> sp.	240	50	40	360	0	690
63	<i>Nitzschia longissima</i>	2440	1440	720	720	1000	6320
64	<i>Nitzschia</i> sp.	840	5680	320	2160	720	9720
65	<i>Odontella mobilensis</i>	120	0	120	0	0	240
66	<i>Odontella sinensis</i>	0	200	0	0	120	320
67	<i>Pleurosigma</i> sp.	320	240	0	120	40	720
68	<i>Proboscia alata</i>	440	680	240	360	80	1800
69	<i>Pseudoguinardia recta</i>	0	0	0	240	80	320
70	<i>Pseudosolenia calcar-ovis</i>	120	160	200	160	80	720
71	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	0	50	0	0	0	50
72	<i>Rhizosolenia formosa</i>	0	0	0	80	0	80
73	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	280	0	0	1080	0	1360
74	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	500	0	0	40	0	540
75	<i>Rhizosolenia pungens</i>	90	160	0	40	120	410
76	<i>Rhizosolenia setigera</i>	11600	840	1760	960	1360	16520
77	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	2800	1040	80	40	80	4040
78	<i>Skeletonema costatum</i>	3400	360	1520	1200	2760	9240
79	<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	0	0	90	90
80	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	2280	160	320	120	1120	4000
81	<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	240	0	0	240
82	<i>Thalassiosira</i> sp.	160	80	0	0	1080	1320
83	<i>Thalassiosira subbillis</i>	960	80	1960	960	480	4440
84	<i>Thalassiothrix longissima</i>	0	0	0	120	0	120
85	<i>Trachymenia aspera</i>	0	140	0	0	0	140
	Total general	146970	75780	47210	129300	181730	580990

Tabla 3. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Dinoflagelados registrados por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014. Se resaltan las especies con los valores más altos de abundancia.

DINOFLAGELADOS		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1	<i>Amphidinium</i> sp.	0	0	40	0	0	40
2	<i>Ceratium massiliense</i>	40	0	0	0	40	80
3	<i>Ceratium furca</i>	0	40	0	0	80	120
4	<i>Ceratium breve</i>	440	280	320	240	280	1560
5	<i>Ceratium kofoidii</i>	0	0	0	40	40	80
6	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	40	0	40
7	<i>Ceratium trichoceros</i>	40	0	0	0	0	40
8	<i>Ceratium tripos</i>	0	0	160	0	0	160
9	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	40	0	0	40
10	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	0	0	0	40	0	40
11	<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	120	1360	160	1640
12	<i>Gyrodinium</i> sp.	560	1640	40	4080	2200	8520
13	<i>Noctiluca scintillans</i>	80	0	0	40	0	120
14	<i>Peridinium quinquecorne</i>	40	0	0	0	0	40
15	<i>Polykrikos</i> sp.	0	0	0	0	80	80
16	<i>Pronoctiluca</i> sp.	40	40	40	40	80	240
17	<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	40	0	40
18	<i>Prorocentrum micans</i>	3320	120	200	80	0	3720
19	<i>Prorocentrum</i> sp.	360	80	0	40	0	480
20	<i>Protoperidinium depressum</i>	360	120	80	160	200	920
21	<i>Protoperidinium minutum</i>	0	40	0	0	0	40
22	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0	40	0	0	0	40
23	<i>Protoperidinium</i> sp.	40	0	0	40	0	80
24	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	80	0	0	0	80
25	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	80	320	280	120	40	840
Total general		5400	2800	1320	6360	3200	19080

Tabla 4. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Diatomeas registradas por estación en el segundo trimestre abril – junio 2014.

DIATOMEAS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1 Adicorys armata	160	1720	80	0	560	2520
2 Adicorys sp.	640	1360	680	1680	3000	8160
3 Amphione sp.	40	0	200	120	120	480
4 Amphora sp.	280	520	0	1680	520	3000
5 Asterionella glacialis	160	0	40	0	440	640
6 Bacillaria debilem	6800	4680	860	2080	3000	17420
7 Bacillaria lyellum	11680	9680	560	4720	610	27320
8 Bacillaria sp.	1440	1400	0	1400	1240	5480
9 Caraculua bicornis	80	280	120	80	160	720
10 Caraculua pelagica	1680	1560	860	1400	480	6000
11 Chaetoceros affinis	240	460	4840	5360	4880	15760
12 Chaetoceros amathites	1040	160	440	480	1960	4680
13 Chaetoceros bowale	1160	1240	120	1440	200	4160
14 Chaetoceros brevis	8000	2000	120	5880	4000	20000
15 Chaetoceros coarctatus	5680	3040	4560	42100	6910	124420
16 Chaetoceros compressus	17360	16720	13440	41000	48560	136010
17 Chaetoceros costatus	1760	520	560	640	480	3600
18 Chaetoceros costatus	14000	41000	21880	16740	19640	116210
19 Chaetoceros curvatus	1080	2000	1000	1840	1040	6960
20 Chaetoceros debilis	160	520	120	140	0	1360
21 Chaetoceros debilis	0	80	0	240	80	400
22 Chaetoceros diploides	280	1640	1360	280	1320	4680
23 Chaetoceros diploides	8880	1680	120	1600	1680	20000
24 Chaetoceros edulis	0	1240	520	0	300	2120
25 Chaetoceros formosus	7040	9640	0	1680	600	18600
26 Chaetoceros lewisii	160	0	120	140	300	1280
27 Chaetoceros lewisii	480	300	0	1680	1220	3680
28 Chaetoceros lewisii	9640	5640	1400	5760	9120	35110
29 Chaetoceros penicillatus	24000	17760	1080	10400	12760	66320
30 Chaetoceros pseudocostatus	540	200	4480	3000	4160	13320
31 Chaetoceros radicans	1600	760	440	500	880	4380
32 Chaetoceros rotundus	720	160	0	480	0	1360
33 Chaetoceros rotundus	6880	9470	4200	6360	6810	15200
34 Chaetoceros sp.	3080	1480	0	1040	1160	21760
35 Chaetoceros subtile	120	1400	0	1200	2000	4720
36 Chaetoceros teretiusculus	700	80	0	800	780	2360
37 Corethron lyallii	40	240	0	280	0	560
38 Corethron lyallii	40	560	0	80	40	720
39 Corethron lyallii	400	110	0	80	40	630
40 Corethron lyallii	360	40	160	420	0	980
41 Corethron lyallii	80	280	0	400	1060	1820
42 Cyclotella sp.	680	1160	1200	800	1600	5640
43 Cyclotella striata	0	840	0	560	600	2000
44 Diacyclops fragilis	3040	6720	840	1020	2000	14620
45 Diacyclops phuketensis	1360	880	0	1600	1200	5160
46 Diacyclops pumilus	5880	1680	3240	1620	1160	13020
47 Diacyclops pumilus	120	0	0	1620	1440	3080
48 Ectocarpus cornutus	40	200	80	0	200	520
49 Ectocarpus cornutus	1440	120	1600	280	320	3680
50 Guillardia cylindrica	880	1040	680	200	240	3040
51 Guillardia delicatula	240	520	880	1080	1040	3760
52 Guillardia floccosa	2860	1880	1400	7240	1480	14680
53 Guillardia striata	76070	58660	11160	62880	89010	286220
54 Gyrodinium sp.	0	40	120	40	720	920
55 Helicobaculum thersites	360	600	0	240	800	2000
56 Helicobaculum thersites	160	80	0	200	960	1400
57 Hemidysidea hauckii	0	240	80	80	80	480
58 Hemidysidea membranacea	2880	1080	0	1480	1940	7380
59 Hemidysidea striata	80	0	0	160	100	340
60 Leptocylindrus armatus	2340	2200	0	5470	2480	12690
61 Leptocylindrus armatus	4360	1000	0	1160	2080	8600
62 Leptocylindrus armatus	5000	3640	1720	6540	9520	26710
63 Leptocylindrus mediterraneus	240	480	120	800	1440	3080
64 Leptocylindrus parvum	1480	960	0	800	520	3760
65 Leptocylindrus sp.	120	0	440	200	100	860
66 Leptocylindrus sp.	400	0	0	500	740	1640
67 Lithothamnion costatum	80	1000	480	1480	1440	4680
68 Lithothamnion membranacea	1360	1600	0	1020	800	5380
69 Nitzschia sp.	1120	1680	0	1760	100	5560
70 Nitzschia sp.	680	440	0	160	800	2360
71 Nitzschia longissima	3720	520	560	5040	3040	13600
72 Nitzschia sp.	9600	4360	0	2760	3000	18120
73 Obovella acuta	0	0	200	280	200	680
74 Obovella longicirca	0	0	280	120	160	560
75 Obovella mobilis	520	480	0	120	120	1240
76 Obovella striata	1400	1240	520	180	1440	4780
77 Pteridinium sp.	240	320	0	1240	1000	3000
78 Pteridinium striata	1360	1440	120	1440	1060	6220
79 Pseudogelidium recta	1920	320	0	680	440	3360
80 Pseudo-nitzschia delicatula	72200	39840	3870	60000	94110	250220
81 Pseudo-nitzschia armata	23160	18400	2680	17480	13640	75460
82 Pseudo-nitzschia californica	1360	1280	0	1010	3360	7010
83 Pseudo-nitzschia acuminata	960	40	0	80	80	1160
84 Pseudo-nitzschia bergonii	200	0	80	80	200	560
85 Pseudo-nitzschia bryocera	40	0	80	80	4000	4200
86 Pseudo-nitzschia lyallii	120	120	0	400	80	720
87 Pseudo-nitzschia endocata	2120	1080	600	1640	1720	7160
88 Pseudo-nitzschia purpurina	0	120	160	160	80	520
89 Pseudo-nitzschia sp.	20240	12400	14840	25880	26440	99760
90 Pseudo-nitzschia sp.	40	1020	0	800	0	1860
91 Pseudo-nitzschia sp.	33080	71560	3080	48420	72250	228800
92 Skeletonema costatum	6360	6280	2960	9040	7520	37560
93 Skeletonema sp.	360	1280	0	840	1640	4120
94 Skeletonema sp.	1800	1000	0	560	1880	5240
95 Skeletonema sp.	0	1720	800	600	2640	5760
96 Skeletonema sp.	12800	10200	4800	2120	3840	33760
97 Skeletonema sp.	120	100	0	110	1420	1750
98 Skeletonema sp.	1320	1520	240	1440	1240	5760
99 Skeletonema sp.	7120	6080	0	2880	3120	19120
100 Skeletonema sp.	2400	2160	1480	14200	4120	24440
101 Skeletonema sp.	1200	1640	160	2920	1000	6920
Total general	587980	519440	155200	707420	797210	2773150

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

Tabla 5. Composición y abundancia (cel·L-1) de Dinoflagelados registrados por estación en el segundo trimestre abril – junio 2014.

	DINOFLAGELADOS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1	<i>Alexandrium</i> sp.	280	120	0	0	200	600
2	<i>Amphidinium</i> sp.	0	0	0	40	0	40
3	<i>Ceratium breve</i>	0	40	1120	1240	520	2920
4	<i>Ceratium falcatum</i>	40	40	680	0	80	840
5	<i>Ceratium furca</i>	440	2440	1200	1480	2760	8320
6	<i>Ceratium fusus var fusus</i>	0	0	0	80	0	80
7	<i>Ceratium fusus var. furca</i>	0	0	40	160	0	200
8	<i>Ceratium kofoidii</i>	0	1600	80	0	0	1680
9	<i>Ceratium trichoceros</i>	40	0	0	0	0	40
10	<i>Corythodinium</i> sp.	40	480	0	0	0	520
11	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	280	480	40	800
12	<i>Dinophysis rotundata</i>	0	0	0	40	40	80
13	<i>Diplopelta asymerica</i>	40	0	0	40	0	80
14	<i>Diplopetopsis minor</i>	80	0	0	120	80	280
15	<i>Diplopsalis</i> sp.	0	880	40	40	0	960
16	<i>Gonyaulax</i> sp.	160	360	160	40	520	1240
17	<i>Gymnodinium</i> sp.	840	0	0	480	400	1720
18	<i>Gyrodinium</i> sp.	160	40	800	4440	400	5840
19	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	0	0	40	200	40	280
20	<i>Nocticula</i> sp	640	40	0	0	0	680
21	<i>Noctiluca scintillans</i>	680	280	80	0	160	1200
22	<i>Oxytoxum</i> sp.	40	40	40	0	120	240
23	<i>Pronoctiluca</i> sp.	1200	300	720	0	120	2340
24	<i>Prorocentrum dentatum</i>	40	0	0	0	0	40
25	<i>Prorocentrum gracile</i>	80	0	0	0	0	80
26	<i>Prorocentrum gradie</i>	240	0	0	0	0	240
27	<i>Prorocentrum micans</i>	2680	720	80	360	240	4080
28	<i>Prorocentrum minimum</i>	0	0	40	40	40	120
29	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	0	0	0	0	40	40
30	<i>Prorocentrum</i> sp.	80	0	0	80	80	240
31	<i>Protoberidinium bispinum</i>	40	0	0	40	80	160
32	<i>Protoberidinium conicum</i>	0	0	40	0	0	40
33	<i>Protoberidinium crassipes</i>	40	40	420	120	120	740
34	<i>Protoberidinium depressum</i>	0	40	0	40	0	80
35	<i>Protoberidinium divergens</i>	120	40	0	0	0	160
36	<i>Protoberidinium latispinum</i>	0	0	0	120	0	120
37	<i>Protoberidinium minutissimum</i>	0	0	80	0	0	80
38	<i>Protoberidinium minutum</i>	0	0	80	0	40	120
39	<i>Protoberidinium ovum</i>	80	40	760	80	0	960
40	<i>Protoberidinium pellucidum</i>	80	80	280	440	120	1000
41	<i>Protoberidinium pentagonum</i>	0	0	40	80	0	120
42	<i>Protoberidinium quarnerense</i>	0	0	0	40	0	40
43	<i>Protoberidinium</i> sp.	560	360	460	0	280	1660
44	<i>Protoberidinium steinii</i>	40	80	40	40	0	200
45	<i>Protoberidinium tuba</i>	40	120	0	120	400	680
46	<i>Protoberidinium vulgare</i>	0	40	0	0	0	40
47	<i>Pyrophacus horologium</i>	80	40	80	0	80	280
48	<i>Pyrophacus steinii</i>	0	0	40	40	0	80
49	<i>Scrippsiella spinifera</i>	6480	2000	40	0	80	8600
50	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	440	40	120	18920	880	20400
	Total general	15800	10300	7880	29440	7960	71380

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

Las variables ambientales se registraron de la siguiente manera: La temperatura superficial del mar osciló entre 22,4 °C a 29°C; la salinidad entre 30,1 UPS y 33,4 UPS; el pH entre 8 a 8,2 y el oxígeno disuelto entre 6,1 a 7,1 mg·L⁻¹, valores que se encuentran dentro de Estándar de Calidad Ambiental de agua marina (MINAM, 2008).

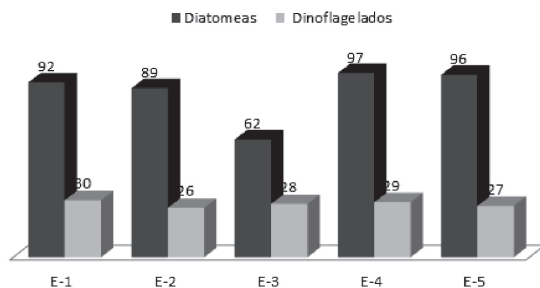


Figura 6. Riqueza del Fitoplancton registrado en el segundo trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

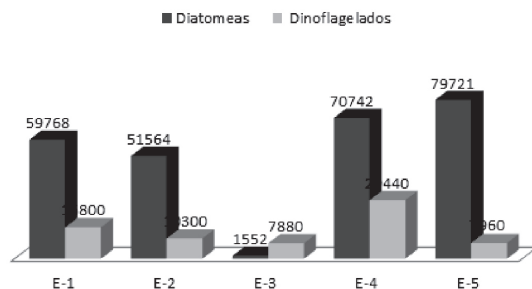


Figura 7. Abundancia (cel·L⁻¹) del Fitoplancton registrado en el segundo trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

En el tercer trimestre (julio-setiembre 2014) la riqueza del fitoplancton marino evaluado fue de 107 especies y la abundancia de 283.150 cel·L⁻¹ entre diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas dominaron con el género *Chaetoceros* coincidiendo con Ochoa & Gómez (1997), con la especie más abundante *Chaetoceros socialis* H.S.Lauder, 1864 con 37.440 cel·L⁻¹ (Tabla 6). Las estaciones con mayor número de especies e individuos fueron E-4 y E-5, en cuanto la estación E-3 presentó mayor abundancia (Figura 9). Los dinoflagelados se

presentó con la especie más abundante *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834 con 3,720 cel·L⁻¹ (Tabla 7), coincidiendo con Villanueva (1997) en el mes de agosto. La estación con mayor riqueza y abundancia fue E-5 (Figuras 8-9). Las variables ambientales se registraron de la siguiente manera: La temperatura superficial del mar osciló entre 23,8°C a 26,3°C; la salinidad entre 27,4 a 34 UPS; el pH entre 8 a 8,2 y el oxígeno disuelto entre 6,4 y 7,6 mg·L⁻¹, encontrándose dentro de los valores del ECA para agua (MINAM, 2008).

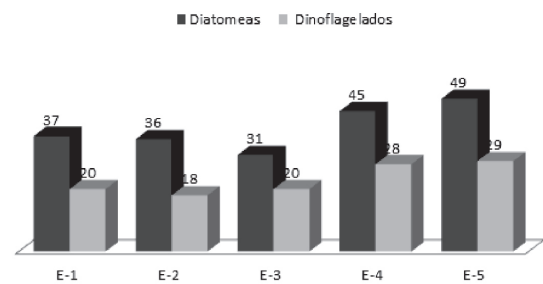


Figura 8. Riqueza del Fitoplancton registrado en el tercer trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

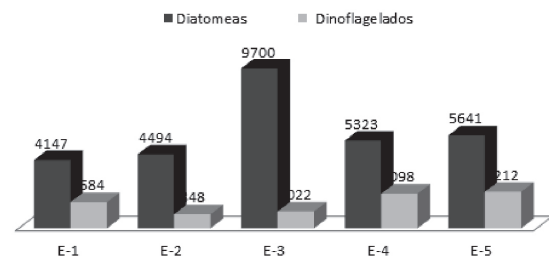


Figura 9. Abundancia (cel·L⁻¹) del Fitoplancton registrado en el tercer trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

En el cuarto trimestre (octubre-diciembre 2014) las diatomeas y los dinoflagelados 44 registraron un total de 134 especies y la abundancia de 942.430 cel·L⁻¹ entre diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas se registraron con el dominio del género *Chaetoceros* con 13 especies, siendo la especie más abundante *C. socialis* con 37,440 cel·L⁻¹ (Tabla 8). Y los dinoflagelados registraron al género *Prorocentrum* con 3 especies, con su especie más abundante *P. micans* con 3,720 cel·L⁻¹ (Tabla 9).

Tabla 6. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Diatomeas registradas por estación en el tercer trimestre julio – setiembre 2014.

DIATOMEAS		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	Total
1	<i>Amphiprora sp.</i>	0	0	0	40	240	280
2	<i>Amphora sp.</i>	0	0	0	400	240	640
3	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	40	0	40	0	0	80
4	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	280	0	0	280	0	560
5	<i>Bacteriastrium sp.</i>	960	320	0	200	80	1560
6	<i>Cerataulina bicornis</i>	0	400	0	200	280	880
7	<i>Cerataulina pelagica</i>	0	240	0	140	260	640
8	<i>Chaetoceros anastomosans</i>	80	40	0	0	0	120
9	<i>Chaetoceros brevis</i>	40	240	40	160	160	640
10	<i>Chaetoceros compressus</i>	0	1080	780	2720	2840	7420
11	<i>Chaetoceros costatus</i>	800	720	0	740	120	2380
12	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1020	0	0	1800	2000	4820
13	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	330	0	560	120	1010
14	<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	160	0	0	160
15	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	160	0	0	0	0	160
16	<i>Chaetoceros lauderi</i>	0	200	0	0	0	200
17	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	4800	3600	240	4080	4060	16780
18	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0	80	0	440	0	520
19	<i>Chaetoceros socialis</i>	6960	10440	1440	9720	8880	37440
20	<i>Chaetoceros sp.</i>	80	200	0	0	440	720
21	<i>Corethron hystrix</i>	0	0	40	0	0	40
22	<i>Coscinodiscus sp.</i>	0	0	0	120	40	160
23	<i>Coscinodiscus walleisii</i>	0	0	40	0	160	200
24	<i>Cyclotella sp.</i>	40	0	0	120	0	160
25	<i>Dactyliosolen fragillissimus</i>	0	0	0	760	520	1280
26	<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	0	240	0	0	680	920
27	<i>Detonula pumila</i>	0	360	0	0	640	1000
28	<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	240	0	160	400
29	<i>Eucampia cornuta</i>	0	0	100	80	0	180
30	<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	160	0	160
31	<i>Guinardia flaccida</i>	960	0	100	1040	120	2220
32	<i>Guinardia striata</i>	4480	4000	1280	10840	10960	31560
33	<i>Haslea sp.</i>	200	560	0	0	160	920
34	<i>Helicotheca thamesis</i>	0	0	0	40	40	80
35	<i>Hemiaulus hauckii</i>	0	0	0	0	40	40
36	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	0	80	40	0	0	120
37	<i>Lauderia annulata</i>	0	120	40	0	20	180
38	<i>Leptocylindrus danicus</i>	7320	7280	1060	2220	4000	21880
39	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	0	120	600	160	0	880
40	<i>Leptocylindrus minimus</i>	280	0	80	80	480	920
41	<i>Liolaoma pacificum</i>	1080	1140	640	1080	1000	4940
42	<i>Liolaoma sp.</i>	0	120	0	0	0	120
43	<i>Lithodesmium undulatum</i>	40	0	0	80	0	120
44	<i>Meuniera membranacea</i>	0	0	0	80	110	190
45	<i>Neocalyptrella robusta</i>	490	0	80	120	400	1090
46	<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	40	120	160
47	<i>Nitzschia sp.</i>	320	0	0	0	720	1040
48	<i>Pleurosigma sp.</i>	240	0	0	40	620	900
49	<i>Proboscia alata</i>	0	120	160	40	0	320
50	<i>Pseudoguinardia recta</i>	120	480	80	360	360	1400
51	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	2680	6000	1120	10080	10020	29900
52	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	480	200	240	760	0	1680
53	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	160	0	0	120	520	800
54	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	160	40	0	80	120	400
55	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	40	40	40	0	40	160
56	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	120	160	0	160	160	600
57	<i>Rhizosolenia pungens</i>	0	80	160	80	0	320
58	<i>Rhizosolenia setigera</i>	80	0	20	0	80	180
59	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	4880	4240	80	2000	2080	13280
60	<i>Skeletonema costatum</i>	680	0	0	0	560	1240
61	<i>Stephanopyxis turris</i>	0	150	0	0	80	230
62	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	240	880	640	130	0	1890
63	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	40	0	20	0	80	140
64	<i>Thalassiosira rotula</i>	880	0	0	120	680	1680
65	<i>Thalassiosira sp.</i>	0	520	0	520	0	1040
66	<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	120	80	160	480	840
67	<i>Thalassiothrix longissima</i>	120	0	0	0	280	400
68	<i>Trachyneis sp.</i>	0	0	20	80	40	140
69	<i>Trachyneis sp.</i>	120	0	0	0	120	240
Total general		41470	44940	9700	53230	56410	205750

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

Tabla 7. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Dinoflagelados registrados por estación en el tercer trimestre Julio – setiembre 2014.

DINOFLAGELADOS		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1	<i>Alexandrium</i> sp.	40	0	2000	80	0	2120
2	<i>Amphidinium</i> sp.	240	0	40	0	0	280
3	<i>Ceratium breve</i>	1040	1720	90	1060	4880	8790
4	<i>Ceratium dens</i>	0	0	0	0	80	80
5	<i>Ceratium furca</i>	140	40	300	7440	3570	11490
6	<i>Ceratium kofoidii</i>	80	0	40	200	200	520
7	<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	0	40	40	80
8	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	0	320	120	440
9	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	0	0	40	40	40	120
10	<i>Diplopelta cf. globulus</i>	40	0	0	0	0	40
11	<i>Diplopetopsis minor</i>	0	0	0	80	0	80
12	<i>Goniodoma polyedricum</i>	800	780	30	200	80	1890
13	<i>Gonyaulax polyedra</i>	1240	1600	160	120	220	3340
14	<i>Gymnodinium</i> sp.	520	400	100	5080	4920	11020
15	<i>Gyrodinium</i> sp.	2160	1640	600	3240	5360	13000
16	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	120	240	40	160	160	720
17	<i>Noctiluca scintillans</i>	80	0	0	280	50	410
18	<i>Ornithocercus orbiculatus</i>	0	0	40	40	40	120
19	<i>Oxytoxum</i> sp.	1440	1040	920	440	480	4320
20	<i>Peridinium quinquecorne</i>	0	0	0	40	0	40
21	<i>Phalacroma rotundatum</i>	100	280	80	40	40	540
22	<i>Podopalma bipes</i>	0	200	120	400	40	760
23	<i>Pronoctiluca</i> sp.	0	40	200	160	600	1000
24	<i>Prorocentrum gracile</i>	40	0	0	0	0	40
25	<i>Prorocentrum micans</i>	7360	40	4880	400	280	12960
26	<i>Prorocentrum minimum</i>	40	40	0	0	40	120
27	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	0	0	0	40	40	80
28	<i>Prorocentrum</i> sp.	0	200	0	120	40	360
29	<i>Protoperidinium cf. bipes</i>	0	40	0	0	0	40
30	<i>Protoperidinium cf. tuba</i>	40	0	40	120	120	320
31	<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	40	0	40	80
32	<i>Protoperidinium excentricum</i>	0	0	0	0	40	40
33	<i>Protoperidinium latispinum</i>	0	0	0	0	40	40
34	<i>Protoperidinium leonis</i>	0	40	0	40	0	80
35	<i>Protoperidinium mendiolae</i>	0	0	0	40	0	40
36	<i>Protoperidinium</i> sp.	160	40	80	160	200	640
37	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	0	0	0	40	40
38	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	160	100	140	600	320	1320
Total general		15840	8480	9980	20980	22120	77400

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

Tabla 8. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Diatomeas registradas por estación en el cuarto trimestre octubre – Diciembre 2014.

DIATOMAS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	Total
1 Actinocyclus sp.	80	0	120	0	40	240
2 Actinocyclus sp.	0	160	80	0	0	240
3 Amphioxys sp.	200	560	520	40	240	1560
4 Amphioxys sp.	0	160	0	0	80	240
5 Asterionellopsis glacialis	0	0	400	0	240	640
6 Bacteriosira delicatulum	560	0	0	680	0	1240
7 Bacteriosira elongatum	1920	0	0	0	0	1920
8 Bacteriosira hyalinum	0	4360	1200	1240	1280	10080
9 Bacteriosira mediterraneum	3600	4240	3480	1240	800	13360
10 Bacteriosira sp.	0	640	240	440	280	1600
11 Centronella bicolor	840	640	80	360	600	2520
12 Centronella polynesi	7200	9400	700	2080	7200	26600
13 Chaetoceros affinis	840	520	1680	0	0	3040
14 Chaetoceros antarcticus	0	0	120	280	0	400
15 Chaetoceros borealis	0	80	400	0	0	480
16 Chaetoceros brevis	20520	9280	2440	9280	9160	50680
17 Chaetoceros compressus	15000	10680	10100	10560	10200	50540
18 Chaetoceros contractus	0	1640	700	640	640	3620
19 Chaetoceros costatus	120	2040	1240	7840	2560	10000
20 Chaetoceros curvatus	400	5960	800	2560	2120	11840
21 Chaetoceros debilis	440	520	0	0	640	2000
22 Chaetoceros discipus	0	840	880	1760	1000	4480
23 Chaetoceros difformis	0	440	800	120	0	1360
24 Chaetoceros edmondi	0	120	120	0	0	240
25 Chaetoceros lechnicus	0	0	400	200	160	760
26 Chaetoceros luederi	200	0	80	440	0	720
27 Chaetoceros lorenzenus	6680	4580	25380	14800	10620	107200
28 Chaetoceros menziesii	1640	0	0	600	0	2240
29 Chaetoceros peruvianus	160	680	440	800	120	2200
30 Chaetoceros pseudocurvatus	200	720	1800	120	280	3120
31 Chaetoceros robustus	0	200	0	120	80	400
32 Chaetoceros sociale	0	0	1760	240	480	2480
33 Chaetoceros sp.	960	440	240	1800	80	3520
34 Chaetoceros subtile	120	840	280	400	0	1640
35 Chaetoceros tortuosum	0	0	1720	720	0	2440
36 Climacodium praeuniformatum	840	80	320	0	840	2080
37 Corbionus hyalinus	80	120	40	80	120	440
38 Coscinodiscus perforatus	160	0	0	0	200	360
39 Coscinodiscus radiatus	40	0	0	0	0	40
40 Coscinodiscus sp.	0	520	120	0	0	640
41 Cyclotella sp.	280	520	600	240	40	1680
42 Cyclotella closterium	0	0	80	160	80	320
43 Dactylolepta papillata	0	560	960	760	1200	3500
44 Dactylolepta phyllanthus	280	1240	1480	240	1040	4680
45 Detonula pumila	1680	3200	2400	1000	0	8300
46 Diptum brightwellii	0	360	1160	1200	40	2760
47 Eucampia comuta	4960	2880	4880	5120	520	18360
48 Eucampia confusa	200	2840	1000	200	80	4320
49 Guillardia cylindrus	220	0	0	40	240	480
50 Guillardia delicatula	1760	120	40	720	1200	3840
51 Guillardia flaccida	800	2320	2400	800	1360	7680
52 Guillardia striata	2740	1040	19200	20200	4760	106400
53 Hantzschia boliviana	240	400	80	0	480	1300
54 Hantzschia sp.	1640	520	80	2480	1160	5880
55 Hantzschia tamara	0	0	80	240	480	800
56 Hantzschia bowditchii	720	280	320	880	400	2600
57 Hantzschia membranacea	120	720	160	1160	240	2600
58 Hantzschia setacea	0	1440	2040	320	0	3800
59 Luderia annulata	920	920	1640	360	0	3840
60 Leptocyclus dentatus	1240	5440	15200	5770	9120	89470
61 Leptocyclus mediterraneus	560	0	0	80	0	640
62 Leptocyclus minutus	3280	4200	4600	5480	1440	19000
63 Leptocyclus sp.	0	0	0	0	560	560
64 Licmophora sp.	40	1440	280	560	240	2560
65 Licmophora pacificum	0	320	240	0	0	560
66 Maudslowiella membranacea	200	1200	1760	1040	520	4720
67 Neodactylolepta	0	200	80	80	40	400
68 Neodactylolepta robusta	0	0	0	40	0	40
69 Nitrocladus longicauda	1480	2080	1040	3140	760	8520
70 Nitrocladus sp.	240	3200	1560	1280	440	6720
71 Odontostella mediterranea	160	160	0	600	40	960
72 Pseudoisotoma sp.	0	360	40	280	0	680
73 Proboscidea obita	360	880	960	280	640	3120
74 Pseudonitzschia recta	120	520	440	120	0	1200
75 Pseudo-nitzschia delicatissima	2520	3080	22600	46400	3480	101080
76 Pseudo-nitzschia ornata	120	1040	1400	4180	2000	9140
77 Pseudo-nitzschia calliparensis	0	440	280	40	200	960
78 Pseudo-nitzschia bergensis	40	440	0	40	240	760
79 Pseudo-nitzschia hyalina	200	600	240	40	240	1320
80 Pseudo-nitzschia andreae	0	1040	840	440	360	2680
81 Pseudo-nitzschia pungens	0	240	120	40	80	480
82 Pseudo-nitzschia antiqua	5160	8160	2760	3320	6400	25800
83 Pseudo-nitzschia styliformis	10400	11200	1120	10160	8240	52400
84 Pseudo-nitzschia costatum	7680	2200	600	1800	2200	14480
85 Stephanopyxis turris	40	960	1280	480	160	2840
86 Thalassiosira nitrocladoides	0	840	1080	680	320	2920
87 Thalassiosira sp.	480	0	0	0	280	760
88 Thalassiosira sp.	0	1600	400	360	160	2520
89 Thalassiosira subtile	0	1280	1360	600	0	3240
90 Thalassiosira longicauda	40	80	0	80	0	200
Total general	120940	270480	198160	113870	60770	886480

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

Tabla 9. Composición y abundancia (cel·L⁻¹) de Dinoflagelados registrados por estación en el cuarto trimestre octubre – Diciembre 2014.

	DINOFLAGELADOS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	Total
1	<i>Alexandrium</i> sp.	160	160	1720	140	280	2460
2	<i>Alexandrium tamiyavanichii</i>	440	680	0	600	360	2080
3	<i>Amphidinium</i> sp.	0	0	0	80	0	80
4	<i>Blepharocysta</i> sp.	0	0	40	0	0	40
5	<i>Ceratium breve</i>	40	120	0	560	1600	2320
6	<i>Ceratium furca</i>	4520	1600	40	1240	2220	9620
7	<i>Ceratium kofoidii</i>	40	160	0	40	120	360
8	<i>Ceratium massiliense</i>	0	40	0	80	160	280
9	<i>Corythodinium</i> sp.	0	40	0	80	80	200
10	<i>Dinophysis exigua</i>	0	40	0	420	80	540
11	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	80	0	40	0	0	120
12	<i>Diplopetopsis minor</i>	0	0	40	40	80	160
13	<i>Dynophysis caudata</i>	160	160	80	0	40	440
14	<i>Goniodoma polyedricum</i>	40	0	940	280	520	1780
15	<i>Gonyaulax polyedra</i>	1600	1800	0	360	800	4560
16	<i>Gonyaulax</i> sp.	200	480	0	760	320	1760
17	<i>Gymnodinium</i> sp.	800	600	880	2400	1480	6160
18	<i>Gyrodinium falcatum</i>	40	40	40	80	40	240
19	<i>Gyrodinium</i> sp.	2120	2000	120	1320	1680	7240
20	<i>Kofoidinium</i> sp.	0	0	0	40	40	80
21	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	40	40	0	40	120
22	<i>Ornithocercus orbiculatus</i>	80	80	0	560	200	920
23	<i>Oxytoxum scolopax</i>	0	40	0	80	40	160
24	<i>Oxytoxum</i> sp.	80	120	0	160	320	680
25	<i>Podolampas bipes</i>	80	160	0	280	0	520
26	<i>Podolampas palmipes</i>	0	40	0	0	0	40
27	<i>Pronoctiluca</i> sp.	0	0	40	40	120	200
28	<i>Prorocentrum compressum</i>	80	0	0	0	560	640
29	<i>Prorocentrum micans</i>	2800	1720	160	2040	1280	8000
30	<i>Prorocentrum</i> sp.	0	40	0	160	80	280
31	<i>Prorocentrum triestinum</i>	40	0	0	580	0	620
32	<i>Protoperdinium bipes</i>	40	40	0	0	0	80
33	<i>Protoperdinium cassum</i>	40	0	0	40	40	120
34	<i>Protoperdinium cf. bispinum</i>	0	80	0	40	0	120
35	<i>Protoperdinium crassipes</i>	0	0	80	0	40	120
36	<i>Protoperdinium granii</i>	40	40	0	800	0	880
37	<i>Protoperdinium minutum</i>	40	0	0	0	40	80
38	<i>Protoperdinium ovum</i>	160	0	0	160	400	720
39	<i>Protoperdinium pellucidum</i>	120	0	80	200	0	400
40	<i>Protoperdinium quarnerense</i>	80	80	0	0	40	200
41	<i>Protoperdinium</i> sp.	80	80	0	800	40	1000
42	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	0	0	80	0	80
43	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	120	480	0	200	400	1200
44	<i>Torodinium</i> sp.	40	0	40	120	120	320
	Total general	8560	11600	10100	5600	10660	58020

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

En cuanto a las variables ambientales se registraron de la siguiente manera: La temperatura superficial del mar osciló entre 23,9°C y 26,2°C similar al trimestre anterior; la salinidad entre 32 a 34 UPS; el pH se mantuvo igual al trimestre anterior y el oxígeno disuelto entre 6,8 a 7,4 mg·L⁻¹, encontrándose dentro de los valores del ECA para agua marina (MINAM, 2008).

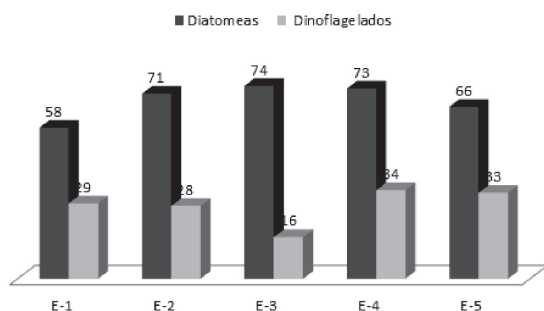


Figura 10. Riqueza del Fitoplancton registrado en el cuarto trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

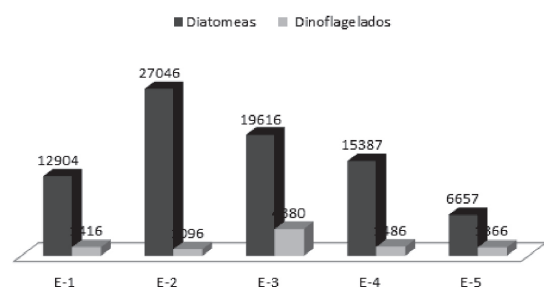


Figura 11. Abundancia (cel·L⁻¹) del Fitoplancton registrado en el cuarto trimestre en las estaciones de muestreo. E-1= A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente; E-2= A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente; E-3= Plataforma Albacora; E-4= 2 Km, al suroeste de la Plataforma; E-5= 2 Km, al sureste de la Plataforma.

Índices de diversidad alfa

Los índices de diversidad del fitoplancton marino durante el año 2014 (Fig. 12) reflejaron valores variables en todas las estaciones. El índice de Shannon-Wiener presentó valores similares en las estaciones E-1, E-2 y E-3. Se presenta un valor promedio mostrando la diversidad media entre la riqueza y la abundancia en el área evaluada. El índice de Simpson muestra también valores similares entre las estaciones E-1, E-2 y E-3, entre 0,91 a 0,95, mostrando

que los individuos seleccionados aleatoriamente sean de especies diferentes. El índice de Pielou registró valores similares en las tres primeras estaciones, valores que están entre 0,51 a 0,70 correspondientes a una situación donde las especies son distribuidas de manera equitativa en las estaciones evaluadas, encontrándose un ambiente favorable, concordando con lo señalado por Alcolado (2001).

Se muestra en la Figura 13, la abundancia relativa (%) del fitoplancton observado con mayor frecuencia y registrado en los meses de enero a diciembre del año 2014.

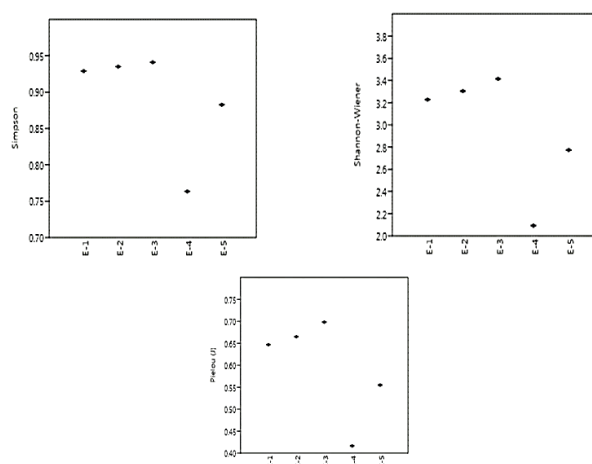


Figura 12. Evaluación de los Índices de Diversidad Alfa (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou) del fitoplancton en la Plataforma Albacora del Lote Z1, en el año 2014.

De esta investigación podemos concluir que la variación espacio-temporal del fitoplancton marino en la plataforma Albacora, registró mayor riqueza y abundancia en las estaciones E-4 y E-5 durante el segundo trimestre. La distribución superficial trimestral del fitoplancton registra mayor riqueza y abundancia cuando la temperatura superficial alcanza un promedio de 25,5°C, la salinidad 33,2 UPS, el pH 8,1 y el oxígeno disuelto 5,9 mg·L⁻¹; valores que se encuentran dentro de los estándares de calidad de agua ECA y permiten el desarrollo de las especies en el área evaluada. Los índices de diversidad del fitoplancton reconocen el dominio de las diatomeas sobre los dinoflagelados en las estaciones E-1, E-2 y E-3 durante todos los trimestres del año y se reportan como bioindicadores del fitoplancton a *Chaetoceros coarctatus* Lauder, 1864, *Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle in Hasle & Syvertsen, 1996 y *Ceratium breve* (Ostenfeldt & Schmidt) Schröder, 1906 relacionados con la presencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) (Fig. 14).

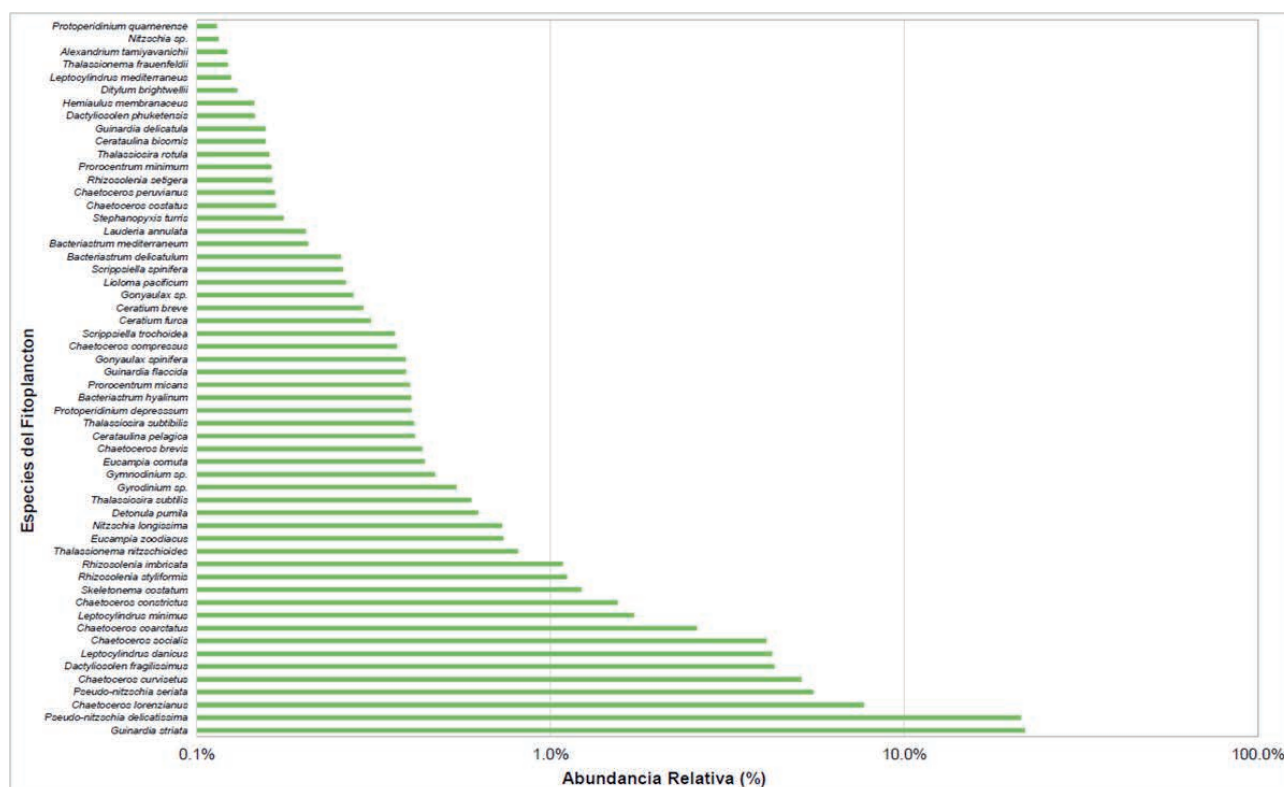


Figura 13. Abundancia Relativa (%) del Fitoplancton registrado en los meses enero - diciembre 2014.

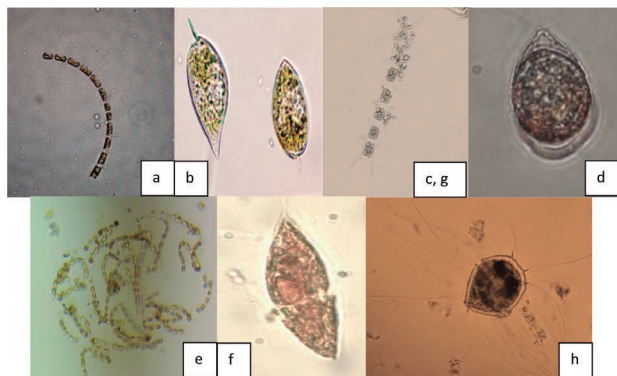


Figura 14. Especies de mayor abundancia por trimestre. Primer trimestre: (a) *Chaetoceros curvisetus*. (b) *Prorocentrum micans*. Segundo trimestre: (c) *Chaetoceros lorenzianus*. (d) *Scripsiella trochoidea*. Tercer trimestre: (e) *Chaetoceros sociales*. (f) *Gyrodinium* sp. Cuarto trimestre: (g) *Chaetoceros lorenzianus*. (h) *Gonyaulax spinifera*.

AGRADECIMIENTOS

A Héctor Guevara Díaz, Gerente General de la empresa GEOLAB S.R.L, por permitirme utilizar los recursos necesarios para la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcolado, P. 2001. *Diversidad y bioindicación ambiental en el mar*. Revista del Instituto de Oceanografía Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Cuba. 10 p.
- Armijos, S. 2007. *Validez del plancton marino como indicador de condiciones oceanográficas en aguas ecuatorianas*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. 173 pp.
- Balech, E. & Ferrando, H. 1964. *Fitoplancton marino*. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Cap XII. pp. 114-122.
- Basilio, V. 2014. *Distribución y abundancia del Fitoplancton (Diatomeas y Dinoflagelados) en la Bahía de Santa Elena (Salinas-Ecuador) de julio-diciembre del 2013 (Licenciatura)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar. 241 pp.
- Coello, D.; Prado, M.; Cajas, J. & Cajas, L. de. 2010. Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 4: 23-43.

- Delgado, E. 2018. *Características del fitoplancton del mar peruano verano 2014 cruceo 1402-04*. Boletín Instituto del mar del Perú, 33: 65-72.
- Delgado, E.; Chang, F. & Bernal A. 2015. *Fitoplancton del mar peruano en el verano 2008*. Informe Instituto del Mar de Perú, 42:172-177.
- Hernández, A. & Alcolado, P. 2014. *Métodos para el estudio de la biodiversidad en ecosistemas marinos tropicales de Iberoamérica para la adaptación al cambio climático*. E. Book. Instituto de Oceanología, La Habana-Cuba. 272 p.
- INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada). 2017. *Derrotero de la costa Continental Insular del Ecuador*. Instituto Oceanográfico de la Armada Ecuatoriana, 4^{ta} Ed., Guayaquil, Ecuador. Cap. I: 15 pp.
- INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras). 2003. *Hoja metodológica: indicador de la calidad ambiental de las aguas marinas y costeras. Proyecto específico: Formulación y diseño del Sistema de Gestión de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Sigen). Primera fase*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Santa Marta. 64 p
- Lanza-Espino, G.; Hernández Pulido, S. & Carbajal Pérez, J. 2011. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)* (2^{da} ed.). México, D.F. Plaza & Valdés, S.A. de C.V. 633 pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Book 1st Ed. published by Croom Helm Ltd. USA. 175 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2008. *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Ministerio del Ambiente, Lima – Perú.
- Mohan, R.; Shanvas, S.; Thamban, M. & Sudhakar, M. 2006. Spatial distribution of diatoms in surface sediments from the Indian sector of Southern Ocean. *Current Science*, 91: 1495-1502.
- Montero, P. 2013. Calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos de la Región Tumbes, 2007. Boletín del Instituto del Mar Perú, 40: 240-253.
- Morón, O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Boletín del Instituto del Mar Perú, 19: 179-204.
- Ochoa, N. & Gómez, C.O. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Boletín IMARPE, 6: 1-60.
- Ordinola, Q. 2017. *Fitoplancton superficial entre las coordenadas 03°23' y los 06°00' Latitud Sur* (Licenciatura). Universidad nacional de Piura, Facultad de Ciencias. 103 pp.
- Pesantes, F. 1983. Los Dinoflagelados como Indicadores de "El Niño" en el mar Ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 2: 85-117.
- Prado-España, M.; Trócoli-Ghinaglia, L. & Cajas-Flores, J. 2017 Análisis del estado trófico de la zona costera de la provincia de Guayas-Ecuador. Boletín de investigaciones marinas y costeras, 46: 91-114.
- Rice, E. W. & American Public Health Association (APHA). 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22th Ed. Washington, DC: American Public Health Association.
- Round, F. E.; Crawford, R. M. & Mann, D.G. 2000. *The diatoms: biology & morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruppert, E.; Barnes, R. & Salido, J. 1996. *Zoología de los invertebrados* (6th ed.). pp. 2-5. México: McGraw-Hill.
- Ruiz, L. 2017. *Fitoplancton superficial en La Caleta Los Órganos* (Licenciatura). Universidad nacional de Piura, Facultad de Ciencias. 105 p.
- Tarazona, J.; Gutierrez, D.; Paredes, C. & Indacochea, A. 2003. Una revisión y desafíos para la investigación en biodiversidad marina en Perú. *Gayana*, 67: 206-231.
- Tapia, M.E. 2012. Variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en el estuario interior de Esmeraldas durante los años 2004-2005. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 17: 41-65.
- Torres, G. & Tapia, M. 2000. Distribución del Fitoplancton en la región costera del Mar Ecuatoriano, durante diciembre 2000. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 11: 31-41.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 9:1-38.

Vera, E. 2014. *Incidencia de nutrientes y la TSM en proliferación de Dinoflagelados en dos sectores marino - costeros de la Provincia de Santa Elena* (Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. 144 pp.

Villanueva, P. 1997. *Caracterización del Área Costera de Tumbes por organismos del fitoplancton durante 1990-1991*. Tesis para optar el título de Biólogo Universidad Nacional de Piura. 87pp.

Zuta, S. & Guillén, O. 1970. *Oceanografía de las aguas costeras del Perú*. Instituto del Mar del Perú – Boletín IMARPE, 2: 157-324.

Received May 20, 2019.

Accepted June 22, 2019.