



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

Floraciones algales nocivas en cultivo de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “concha de abanico” en la playa Atenas, Bahía de Paracas, Ica-Perú

TESIS

Para optar el título profesional de Licenciada en Biología

AUTORA

Bach. Eche Villa, María Luisa

ORCID: 0000-0002-9268-7772

ASESORA

Blga. Madrid Ibarra de Mejía, Flor de María

ORCID: 0000-0002-4041-2718

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de autor(a):

Eche Villa, María Luisa

DNI: 43086106

Datos de asesor

Madrid Ibarra de Mejía, Flor de María

DNI: 07222631

Datos del jurado

JURADO 1: Iannacone Oliver, José Alberto

DNI: 094133998

Código ORCID: 0000-0003-3699-4732

JURADO 2: Chavieri Salazar, Andrés Ricardo

DNI: 08014597

Código ORCID: 0000-0002-2644-959X

JURADO 3: Dávila Robles, Miguel Germán

DNI: 07261702

Código ORCID: 0000-0002-7429-4836

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 1.06.13

Código del Programa: 511206

DEDICATORIA:

A mis queridos padres Luis Alfredo y María Luz por su gran amor, sacrificada labor y apoyo incondicional; a mis hermanos Diana y Luis Alfredo por su comprensión y cariño. A mi sobrina Nohelia Catalina y mi sobrino Thiago. Tienen mi amor infinito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía.

A mi asesora de tesis Flor de María Madrid Ibarra de Mejía por su paciencia y confianza en mí. Sus consejos fueron muy importantes para el desarrollo de la tesis.

A Rómulo Jean Pierre Echevarría por apoyarme y ser una persona muy importante en mi vida.

A mis amigas Vanessa, Gaby, Denisse, Andreina y a mi amigo Eduardo por su apoyo.

Y a todas las personas que estuvieron acompañándome, escuchándome y dándome ánimos.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
IV.	OBJETIVOS	3
4.1	Objetivo general.....	3
4.2	Objetivos específicos	3
V.	MARCO TEÓRICO.....	3
VI.	ANTECEDENTES	4
VII.	HIPÓTESIS.....	8
VIII.	MATERIALES Y MÉTODOS	8
8.1	Lugar de ejecución	8
8.2	Tipo y diseño de investigación	9
8.3	Variables	9
8.4	Muestreo	9
8.5	Procedimiento	9
8.6	Aspectos Éticos	11
IX.	RESULTADOS.....	12
X.	DISCUSIÓN	18
XI.	CONCLUSIONES	20
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Listado de especies de fitoplancton potencialmente tóxico encontradas en la playa Atenas, Bahía de Paracas.....	12
Tabla 2	Factores ambientales durante el año 2014 en la playa Atenas, bahía de Paracas....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen de Google Earth Pro y distribución espacial de la riqueza ecológica	8
Figura 2.	Preparación, sedimentación y análisis de la muestra	11
Figura 3	Componentes de las floraciones algales: diatomeas y dinoflagelados año 2014..	13
Figura 4	Densidad de especies de diatomeas componentes de las floraciones algales	13
Figura 5	Comunidad de especies de dinoflagelados componentes de las floraciones algales.....	14
Figura 6	Riqueza de diatomeas y dinoflagelados presentes en la playa Atenas. Año 2014	14
Figura 7	Especies de fitoplancton potencialmente tóxicas formadoras de floraciones algales nocivas, observadas a 400X.....	15
Figura 8	Similitud de Bray- Curtis y comparación de la abundancia de cada taxón	16
Figura 9	Análisis de Correspondencia Canónica que muestra la distribución de las especies por meses y su relación con los factores ambientales.....	17
Figura 10	Similitud de Bray- Curtis y comparación de los factores ambientales	18

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la playa Atenas, Bahía de Paracas en el año 2014 y consistió en identificar la comunidad de especies de fitoplancton, componentes de las floraciones algales potencialmente tóxicas, en las zonas de cultivo de *Argopecten purpuratus*, se tomaron las variables ambientales como temperatura superficial del mar, salinidad, pH y oxígeno disuelto, se consideró un solo punto de muestreo durante todos los meses del año. Las muestras fueron colectadas, etiquetadas, preservadas con lugol ácido y los parámetros ambientales fueron tomados utilizando un multiparámetro Hanna®. Como resultado de la investigación se identificaron un total de 8 especies, de las cuales 2 correspondieron a diatomeas y 6 a dinoflagelados, verificándose mayor proporción en los meses de enero y febrero del año 2014. Entre los grupos taxonómicos responsables de las floraciones algales potencialmente tóxicas en la playa Atenas se tiene a las diatomeas *Pseudonitzschia* sp. (*Grupodelicatissima*) y a la especie de los dinoflagelados *Prorocentrum cordatum*. Se demostró marcada variabilidad en la abundancia, concentración y distribución de las especies potencialmente tóxicas, relacionadas con los factores ambientales, considerando a la temperatura como un factor determinante.

Palabras clave: Diatomeas, dinoflagelados, factores ambientales, floraciones algales nocivas.

ABSTRACT

The present research work, was carried out on Atenas beach, Paracas bay in 2014 and consisted of identifying the community of phytoplankton species, components of potentially toxic algal blooms, in the cultivation areas of *Argopecten purpuratus*, the environmental variables such as sea surface temperature, salinity, pH and dissolved oxygen, a single sampling point was considered during all months of the year. Samples were collected, labeled, preserved with lugol acid and environmental parameters were taken using a Hanna® multiparameter. As a result of the investigation, a total of 8 species were identified, of which 2 corresponded to diatoms and 6 to dinoflagellates, verifying a higher proportion in the months of January and February of the year 2014. Among the taxonomic groups responsible for potentially toxic algal blooms in Atenas beach has the diatoms *Pseudonitzschia* sp. *delicatissima* group and the species of dinoflagellates *Prorocentrum cordatum*. Marked variability was demonstrated in the abundance, concentration and distribution of potentially toxic species, related to environmental factors, considering temperature as a determining factor.

Keywords: Diatoms, dinoflagellates, environmental factors, Harmful algal blooms.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del litoral peruano, la presencia de Floraciones Algales Nocivas (FAN) también denominadas “Mareas rojas”, son fenómenos naturales que se producen como resultado de interacciones físicas, químicas y biológicas, están asociadas a la fuerte radiación solar, el incremento de la temperatura superficial del mar TSM, la estabilidad en la columna de agua y a concentraciones importantes de nutrientes. Cabe precisar, que la intensidad y distribución geográfica de las floraciones algales causadas por dinoflagelados, diatomeas y ciliados han aumentado en las últimas décadas, asociadas a cambios climáticos locales o globales, este evento natural frecuente a lo largo de la costa durante los meses de verano, produce coloraciones de rojo a marrón oscuro, estando su presencia relacionada con el incremento de la entrada de agua de los ríos.

En el Perú, se desarrolla el cultivo y la exportación de moluscos bivalvos, la maricultura de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “conchas de abanico” tiene carácter de exportación y está sujeta a la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura, la cual habilita y da en concesión áreas marítimas para el desarrollo de dicha actividad en sus diversas formas como comercial e investigación, además de autorizar el repoblamiento de la especie y el establecimiento de centros de producción de semillas como la playa Atenasen la bahía de Paracas que se encuentra ubicada en la provincia de Pisco departamento de Ica.

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) o HABs (Harmful Algal Blooms) son fenómenos naturales cuyo evento tiene un impacto con efectos negativos tanto en el turismo, medio ambiente, la industria acuícola, las actividades pesqueras y en la salud pública. Anivel ecológico, dichas floraciones ocasionan alteración de hábitats y de estructura trófica, pueden provocar mortandad masiva por anoxia a peces y organismos filtradores, tales como los bivalvos, muerte de aves y de mamíferos marinos y, por último, un deterioro en la calidad del agua. El sector turístico se ve afectado ya que algunas especies forman en la superficie del agua una débil capa o espuma desagradable para los veraneantes (Méndez, 2006). En la salud pública, pueden provocar síndromes de intoxicación en humanos que comen mariscos, almejas, ostras, entre otras especies contaminadas (Freer y Vargas, 2003; Corcoran et al., 2013).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿En qué medida las floraciones algales nocivas, riqueza y abundancia, se relacionan con los factores ambientales y alteran el cultivo de conchas de abanico?

Las floraciones algales nocivas además de causar impacto durante la duración del evento pueden presentar efectos negativos posteriores, que consisten en la alteración de la sucesión de especies de los ecosistemas, deposición de materia orgánica, alteración en la comunidad bentónica y acumulación de toxinas, principalmente en organismos que se alimentan por filtración como los moluscos, en los cuales la eliminación de toxinas puede variar con el tiempo y afectar la salud de las poblaciones (Band-Schmidt et al., 2011).

III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha reportado un caso que desencadenó la mortandad de las conchas de abanico, el 6 de junio del año 2000, frente a la playa de Atenas, este evento fue producto de la intensa actividad industrial de las plantas pesqueras, vertimientos de grandes cantidades de efluentes al medio marino como carga orgánica de sólidos suspendidos, aceites, grasas y un desarrollo de una floración algal nociva, que sobrepasó la limitada capacidad asimilativa del ecosistema. Se evaluaron diariamente las variables oceanográficas de temperatura, oxígeno disuelto, volumen de fitoplancton y variables de calidad acuática, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, DBO, pH, sulfuros y coliformes termotolerantes (Cabello et al., 2002).

Argopecten purpuratus “concha de abanico” tiende a bioacumular las toxinas. Este fenómeno afectó a la industria acuícola de Chile, en la región de los Lagos que presencié un proceso de floración algal, acontecimiento que tuvo como consecuencia una masiva mortandad de salmones y moluscos bivalvos, afectando su exportación (Informe Comisión de Marea Roja, 2016).

Se han registrado eventos de mortalidad de peces y organismos bentónicos, que en particular para los peces fueron denominados “varazones”, atribuidos a las actividades antropogénicas y a las características naturales de la bahía de Paracas. La mayoría de las investigaciones que han tratado de relacionar los eventos de mortalidad y las condiciones ambientales han sido hechas posteriormente lo que imposibilita conocer la secuencia de

cambios generadores de estos eventos. Este hecho ha impedido la implementación de medidas preventivas de protección ambiental, ya que se requiere un conocimiento del origen y mecanismos de evolución de las variables ambientales involucradas tanto en cambios temporales como espaciales previos a estos eventos de mortalidad masiva (Grados et al., 1994; Jacinto et al., 1996).

Debido al impacto que producen las floraciones algales en el ecosistema, la salud y el turismo, es necesario describir las especies tóxicas y su relación con los factores ambientales, para tomar las medidas adecuadas de control y prevención

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Identificar la comunidad de especies de fitoplancton, componentes de las floraciones algales potencialmente tóxicas, en las zonas de cultivo de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “concha de abanico” en la playa Atenas, bahía de Paracas - 2014 y relacionarlas con los factores ambientales.

4.2 Objetivos específicos

- Analizar la riqueza y abundancia del fitoplancton potencialmente tóxico en la zona de cultivo de *Argopecten purpuratus*.
- Determinar la influencia de los factores ambientales: temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto y relacionarlos con los componentes de las floraciones algales.

V. MARCO TEÓRICO

El fitoplancton marino es una comunidad formada por numerosos grupos de microalgas generalmente del medio pelágico que tienen capacidad de fotosíntesis, formando por lo tanto la base de la cadena alimenticia en este medio (Bravo, 2004). Esta capacidad fotosintética les permite desarrollarse con la luz y nutrientes apropiados, lo cual sumado a condiciones particulares de salinidad y temperatura, dan lugar a la dominancia de un cierto tipo de organismos sobre otros (Ochoa, Núñez y Saad, 2003).

Cualquier especie fitoplanctónica, constituye un peligro potencial para los peces en jaulas flotantes o para los organismos bentónicos si: a) Segregan sustancias mucilaginosas, ponen viscosa el agua y afecta el sistema filtrador branquial de los organismos. b) Alcanzan densidades elevadas, que hacen variar básicamente los niveles de oxígeno disuelto o el pH del medio. c) Por su elevada biomasa, al no ser consumidos por los herbívoros, y al morir liberan niveles de amonio o causan fermentaciones en el fondo.

Algunas especies son responsables de la formación de floraciones algales nocivas que viene a ser un fenómeno natural el cual puede ocurrir ocasionalmente en áreas costeras, bahías, esteros semienterrados, estuarios, lagunas, etc., en combinación con el gran aporte de nutrientes (desechos sanitarios domésticos), días soleados y viento, son factores que pueden provocar altas concentraciones de microalgas (*bloom*), que cambian el color del mar formando manchas de tonos rojizos, café, amarillo verdoso, etc. (Carreto, 1989).

Existen dos tipos de floraciones: las floraciones algales tóxicas y no tóxicas. Se define como floraciones algales tóxicas aquellas que producen potentes toxinas, por ejemplo, saxitoxina. Estas pueden causar enfermedades o mortalidad en humanos y en la vida marina a través de la exposición directa a la toxina o ingestión de toxina bioacumulada en niveles tróficos más altos, por ejemplo, como los mariscos. Las no tóxicas son aquellas que al presentar una alta biomasa comienzan a descomponerse y consumen oxígeno (Anderson, 2017).

VI. ANTECEDENTES

La mayor incidencia de la luz solar se da en la capa superficial del mar, conocido como zona eufótica, donde se encuentra la mayor concentración de fitoplancton. El Fitoplancton está compuesto por organismos flotantes que viven a expensas de las corrientes. Entre los procesos físicos importantes que mantienen a esta comunidad de manera dinámica se encuentran la turbulencia, mareas, oleaje, corrientes, entre otros y son fuente principal de la cadena alimenticia. En los ecosistemas marinos, cumplen un rol importante en la alimentación de los organismos superiores (Prado y Cajas, 2009; Esqueday Hernández, 2010; Sardet, 2015).

La función ecológica más importante del fitoplancton en el mar es ser productores primarios, que vinculan las fuentes de energía inorgánicas con los niveles tróficos superiores y participan en los ciclos fundamentales de algunos elementos de la naturaleza (Smetacek, 1999).

Según Ochoa et al. (1999) indican que las diatomeas y los dinoflagelados son algas unicelulares componentes principales del fitoplancton marino y pilar fundamental de la extraordinaria producción del mar peruano.

Los dinoflagelados son unos de los grupos más importantes del fitoplancton marino, debido a su alta diversidad, biomasa considerable y papel ecológico tanto como productores primarios, como consumidores primarios (Esqueda y Hernández, 2010).

El término FAN (Floraciones Algas Nocivas) lo designó la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, y se usa para designar microalgas, bacterias y ciliados que pueden producir daños al hombre por sus efectos adversos en la salud humana, en la acuicultura, turismo y en las poblaciones naturales de organismos marinos en las zonas costeras (Hallegraeff et al., 1995; Freer y Vargas, 2003).

Las explosiones poblacionales o "floraciones" de microalgas se caracterizan por un aumento en el número de dinoflagelados. Esa proliferación masiva de microorganismos puede ser nociva en tanto que las especies involucradas produzcan toxinas (Morales et al., 2001).

Las proliferaciones de algas nocivas (FAN) son propagaciones de algas microscópicas asociadas con la producción rápida de biomasa y / o sustancias tóxicas. La acumulación de esta producción puede causar la muerte masiva de la vida marina y afectar la salud humana con devastadoras repercusiones económicas (Copado et al., 2020).

Los cambios en la coloración del mar son producidos por el crecimiento monoespecífico de poblaciones, generalmente fitoplanctónicas, que van a teñir las aguas de un color rojizo, marrón oscuro u ocre, formando manchas irregulares que pueden alcanzar kilómetros, siendo la eutrofización por actividad humana un factor determinante en la proliferación de fitoplancton. Actualmente se reconoce que la eutrofización de esteros, bahías, lagunas y áreas contiguas a las zonas costeras se ha incrementado rápidamente

afectando a los procesos marinos y alterando el equilibrio dinámico y la biodiversidad del ecosistema (Paerl, 1997).

En contraste, algunas floraciones solo alcanzan unos pocos cientos de células por litro de agua de mar y, aunque no se observa ningún cambio en el ambiente a nivel macroscópico, las toxinas contenidas en estas algas pueden acumularse en la carne de los peces e invertebrados, lo que los hace inadecuados para su consumo (Lassus et al., 2016).

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) han tenido un alto impacto económico y social en las zonas afectadas a nivel mundial. Chile no ha sido una excepción y es así como desde ya hace unos años existen amplias zonas del extremo sur del país (44-55° LS) cerradas a la extracción de mariscos que potencialmente acumulan toxinas marinas (Suárez et al., 2002).

Este fenómeno está considerado dentro de un contexto ecológico general, por el cual se define “aguaje” como una fase avanzada de la sucesión fitoplanctónica producida en situaciones en que coexisten, una baja turbulencia, relativa estabilidad en la columna de agua y concentraciones importantes de nutrientes (Estrada, 1993).

Una de las características de las floraciones algales nocivas es que son "irregulares" en su distribución, tanto horizontal y verticalmente. Los parches también pueden ocurrir a escalas mucho más pequeñas donde las altas concentraciones de células pueden tener el tamaño de un kilómetro o menos (Anderson, 2017).

Se registró por primera vez el dinoflagelado potencialmente tóxico *Alexandrium minutum* (Halim, 1960) causante de las floraciones algales de marzo del 2006 y febrero del 2009, en el litoral del Callao, Perú. En los casos estudiados, las floraciones de *A. minutum* frente al Callao y en el Muelle Dársena, Perú, no reportó la muerte de peces ni casos de intoxicación en humanos (Baylón et al., 2015).

Entre las diatomeas, el género *Pseudo-nitzschia* fue hallada en varias floraciones frente a la costa central de Perú. Los cultivos obtenidos e identificados por microscopía electrónica de barrido revelaron la presencia de *Pseudo-nitzschia subpacifica* (Hasle) Hasle,

1993 y *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) G.R.Hasle, 1993, el primer registro de *P. subpacifica* se realizó en aguas costeras peruanas (Tenorio et al., 2016).

Todas las cepas chilenas de *Alexandrium catenella* (Whedon y Kofoid) Balech 1985 que fueron colectadas en un mismo evento tóxico y posteriormente cultivadas, presentaron las características típicas no observándose características morfológicas distintivas entre las cepas; sin embargo, detalles de algunas placas mostraron variación, tanto entre cepas como dentro de una misma cepa (Aguilera, 2012).

El crecimiento y la reproducción del fitoplancton se ven afectados por factores ambientales tales como condiciones dinámicas del agua, temperatura, salinidad, nutrientes y otros factores biológicos (Cui et al., 2018).

Argopecten purpuratus “concha de abanico” es un molusco exclusivamente filtrador y su alimentación depende del fitoplancton, es el marisco de mayor importancia económica en la costa central del Perú, por su elevado volumen de extracción en la pesca artesanal. Tiene una distribución que va desde Perú hasta Valparaíso en Chile. Dentro de los principales bancos naturales en nuestro país podemos ubicar la Bahía de Sechura, Isla Lobos de Tierra, Chimbote, Callao y Pisco, siendo el de mayor abundancia la Bahía Independencia, con profundidades que van desde los 5 m hasta los 30 m, con temperaturas que pueden oscilar entre los 13°C y 28 °C (Bermúdez et al., 2004; Tarazona et al., 2007; Castañeda, 2019).

Un aspecto importante que se debe señalar es que las aguas de nuestro litoral presentan características oceanográficas, muy óptimas debido al afloramiento o surgencia de aguas sub superficiales que propician una gran productividad primaria (plancton), así como los rangos de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, que se encuentran dentro de los rangos requeridos para el cultivo de esta especie, lo que aunado a la presencia de algunas zonas protegidas y semi-protegidas del litoral ha favorecido su producción (Paredes, 2018).

La “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* es una especie de gran importancia comercial en el Perú, sus poblaciones dependen de las condiciones del ambiente y de la intensidad del esfuerzo pesquero, y su magnitud se estima mediante evaluaciones directas

en los bancos naturales. En Pisco, se viene desarrollando actividades de cultivo de conchade abanico en concesiones especiales al interior de la Reserva Nacional de Paracas, concesiones a menor y mayor escala en playa Atenas y en numerosos espacios ocupados informalmente en la bahía de Paracas. La principal actividad en el proceso de cultivo lo constituye el confinamiento de ejemplares juveniles procedente de los bancos naturales(Sarmiento et al., 2015).

VII. HIPÓTESIS

Si se identifican las especies potencialmente tóxicas en las zonas de cultivo de *Argopecten purpuratus*, entonces se las puede relacionar con los factores ambientales.

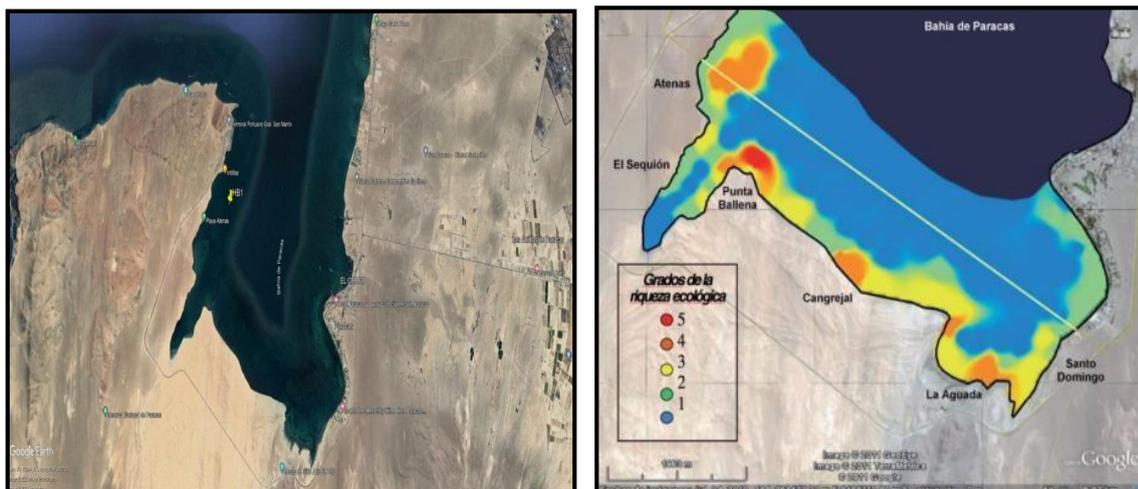
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Lugar de ejecución

Figura 1.

Imagen de Google Earth Pro y distribución espacial de la riqueza ecológica.

ÁREA DE ESTUDIO	COORDENADAS	UTM	PUNTO DE MUESTREO
PLAYA ATENAS	360382.80 m E	8472115.01 m S	HB1



Fuente: Guezal, R. y Wickel, J., (2015) de la Bahía Atenas, Ica, Perú

El área de estudio se ubica en la playa Atenas, bahía de Paracas, Ica- Perú, se consideró un solo punto de muestreo (HB-1), situado a 360382.80 m E y 8472115.01 m S durante todos los meses del año 2014. Los análisis de las muestras de fitoplancton colectadas se realizaron en el área de Fitoplancton, laboratorio de Toxinas e Hidrobiología de Certificaciones del Perú S.A.

8.2 Tipo y diseño de investigación

Se utilizó un método observacional identificando taxonómicamente las especies de fitoplancton y correlacional determinando si el aumento y disminución de las especies o individuos identificados coinciden con el incremento o disminución de los parámetros ambientales.

8.3 Variables

La investigación presentará las siguientes variables:

- Variable dependiente:
 - Fitoplancton potencialmente tóxico
- Variables Independientes:
 - Riqueza; Abundancia; Temperatura; Salinidad; pH; Oxígeno Disuelto

8.4 Muestreo

Todas las muestras de fitoplancton recolectadas, fueron etiquetadas y preservadas con 10 gotas de lugol ácido (20g de Ioduro de potasio y 10g de yodo) adquiriendo las muestras una coloración semejante al té claro. Las muestras fueron fijadas de una forma rápida y se consideró igualmente la toma de los parámetros ambientales como temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto utilizando un multiparámetro Hanna®.

8.5 Procedimiento

Preparación y sedimentación de la muestra

Las muestras refrigeradas que ingresaban al laboratorio, rotuladas e identificadas con las siglas HB-1 como punto de muestreo, se trabajaron a temperatura ambiente.

Se procedió a homogenizar la muestra, que consistió en agitar el frasco suavemente con movimientos rotatorios verticales, así como horizontales, cuidando que la muestra no se destruya y permita así tener cadenas o colonias de algas bien definidas. Estos movimientos se realizaron por lo menos durante 1 a 3 minutos (IMARPE, 2010).

Después de la homogenización se llenó la cámara de sedimentación de 25 mL con muestra preservada (solución de lugol ácido) y se cubrió con una lámina circular de vidrio; para así evitar que queden atrapadas las burbujas de aire. Finalmente se dejó reposar por un tiempo de 24 horas aislándolo de la luz solar (área de sedimentación) con la finalidad de evitar la fotooxidación (AENOR, 2007).

Cumplido el tiempo de sedimentación se deslizó hacia un lado la columna de la cámara, para poder eliminar el sobrenadante. Para facilitar su deslizamiento se agregó una gota de agua, luego se colocó una cubierta de vidrio sobre la cámara de recuento para cerrarla. Por último, se procedió a la lectura de la cámara utilizando un microscopio invertido (IMARPE, 2010).

Luego de la sedimentación de la muestra, se realizó un recorrido mediante el microscopio invertido de todo el fondo de la cámara empleando la técnica de recuento de Utermöhl (1958), la cual es la más adecuada en este tipo de análisis, con la finalidad de contar las especies de gran tamaño ($> 40 \mu\text{m}$) utilizando el objetivo de 10x (100 aumentos). Para el conteo de especies de menor tamaño ($< 40 \mu\text{m}$) se utilizó el objetivo de 40x (400 aumentos).

Los resultados se expresan en número de células/Litro (Abundancia) aplicando las directivas internacionales. La identificación taxonómica de las especies se realizó con el uso de claves taxonómicas especializadas y actualizadas en el tema como: Balech, E. (1988 y 1995); Cupp, 1943; Hustedt, 1930; Lassus et al., 2016; Licea et al., 1995; Moreno et al., 1996; Round, 1990; Schiller, 1931; Schiller, 1937; Steidinger y Tangen, 1996; Throndsen, 1993 y Carmelo, 1997. La empresa cuenta con los servicios de Perú Ambiental® para la eliminación de los residuos tales como las muestras de lugol, guantes entre otros materiales que se usan en el laboratorio.

Figura 2.

Preparación, sedimentación y análisis de la muestra



8.6 Aspectos Éticos

La toma de muestras siguió las recomendaciones de la normativa nacional y no representa amenaza para el ecosistema marino. Los datos que se utilizaron para el proyecto de tesis fueron autorizados por la empresa para su uso correspondiente.

IX. RESULTADOS

Fitoplancton

El área de estudio forma parte de la zona de afloramiento costero por lo cual la estación es altamente productiva, con predominancia de diatomeas y dinoflagelados en todo el periodo de estudio.

Durante el año 2014 se evaluaron un total de 26 muestras de fitoplancton de agua de mar, con el propósito de determinar las especies responsables de las floraciones algales nocivas que pudieran alterar las condiciones del cultivo de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” asimismo se analizaron las condiciones ambientales naturales, estas muestras fueron obtenidas de la playa Atenas, bahía de Paracas. El análisis de las muestras se realizó en el área de Fitoplancton, laboratorio de Toxinas e Hidrobiología de Certificaciones del Perú S.A.

Tabla 1

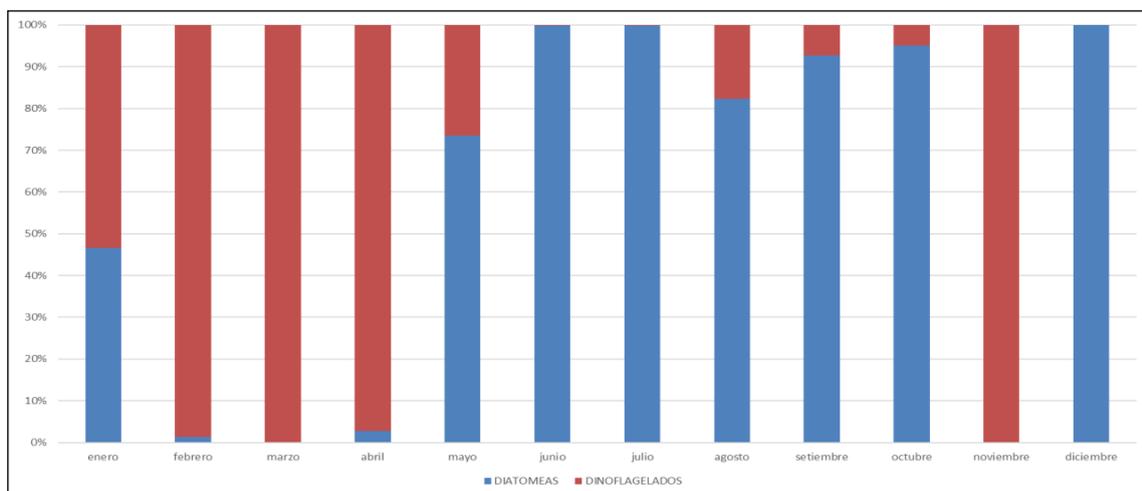
Listado de especies de fitoplancton potencialmente tóxico encontradas en la playa Atenas, Bahía de Paracas

DIATOMEAS	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Grupo <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	4888	160	0	0	560	30720	18560	2100	15400	35500	0	2080
Grupo <i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	260	0	0	160	2320	6080	8880	320	460	920	0	1800
DINOFLAGELADOS												
<i>Dinophysis acuminata</i>	370	60	0	0	80	0	0	200	480	140	60	0
<i>Dinophysis caudata</i>	307	480	0	40	200	0	0	40	0	0	0	0
<i>Dinophysis rotundata/Phalacroma rotundatum</i>	240	40	0	0	0	0	0	40	40	40	0	0
<i>Gonyaulax spinifera</i>	40	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum minimum/ Prorocentrum cordatum</i>	4830	11000	40	5600	560	0	0	240	720	1700	0	0
<i>Protoperidinium crassipes</i>	110	560	0	160	200	40	40	0	0	0	0	0

La comunidad de especies de fitoplancton componentes de las floraciones algales potencialmente tóxicas encontradas durante el año 2014, está representada por diatomeas *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*), *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *seriata*), y por los dinoflagelados *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata/Phalacroma rotundatum*, *Gonyaulax spinifera*, *Prorocentrum minimum/ Prorocentrum cordatum* y *Protoperidinium crassipes*. Siendo las especies de diatomeas las que presentaron mayor abundancia entre los meses de mayo a octubre y diciembre, mientras que los dinoflagelados fueron los únicos identificados en los meses de febrero, marzo, abril y noviembre. Observándose abundancia similar durante el mes de enero (Tabla 1, Figura 3).

Figura 3

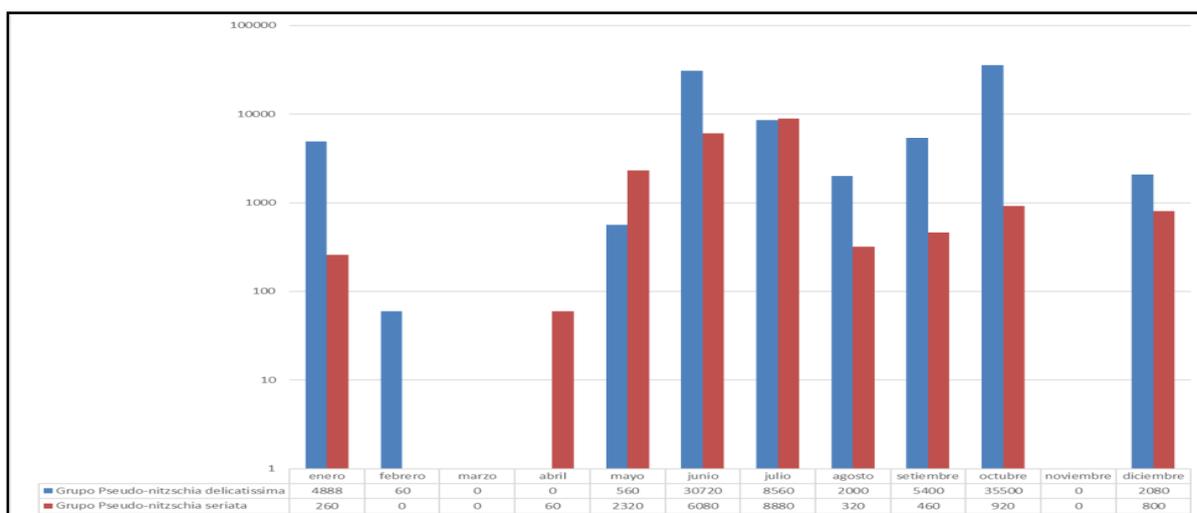
Componentes de las floraciones algales: diatomeas y dinoflagelados año 2014



El género *Pseudonitzschia* es un componente frecuente dentro del fitoplancton marino, esta especie puede ser potencialmente tóxica en poblaciones naturales, independientemente de la densidad poblacional. Entre las especies con mayor densidad poblacional de diatomeas, tenemos al *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) (Cleve) Heiden, 1928 (Figura 4).

Figura 4

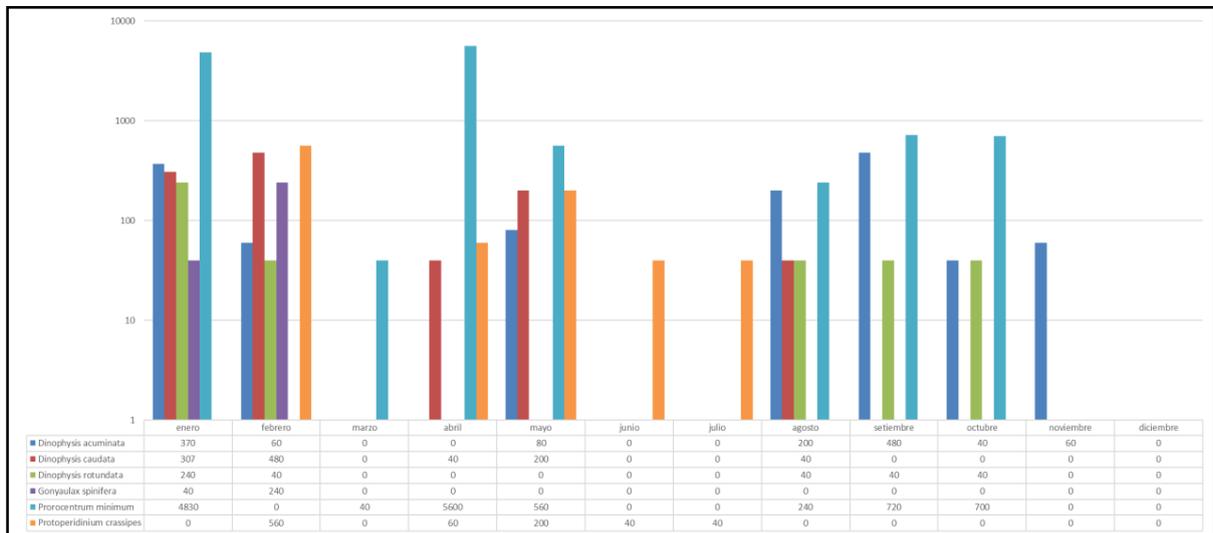
Densidad de especies de diatomeas componentes de las floraciones algales



En el grupo de los dinoflagelados tenemos a *Prorocentrum minimum/ Prorocentrum cordatum* (Pavillard) J. Schiller, 1933, especie fitoplanctónica potencialmente tóxica, causante de las mareas rojas, las primeras observaciones se dieron en abril del año 2014. En esta investigación se registraron altas densidades celulares en comparación con las diferentes especies observadas. (Figura 5).

Figura 5

Comunidad de especies de dinoflagelados componentes de las floraciones algales



En la Figura 6 se registraron valores heterogéneos de riqueza durante el año 2014, observándose 8 y 7 especies entre diatomeas y dinoflagelados en los meses de enero y febrero pudiendo asociarse a los eventos climatológicos de la corriente de El Niño, en contraste con los meses de marzo y noviembre donde el valor de riqueza fue de 1 especie de dinoflagelados.

Figura 6

Riqueza de diatomeas y dinoflagelados presentes en la playa Atenas. Año 2014

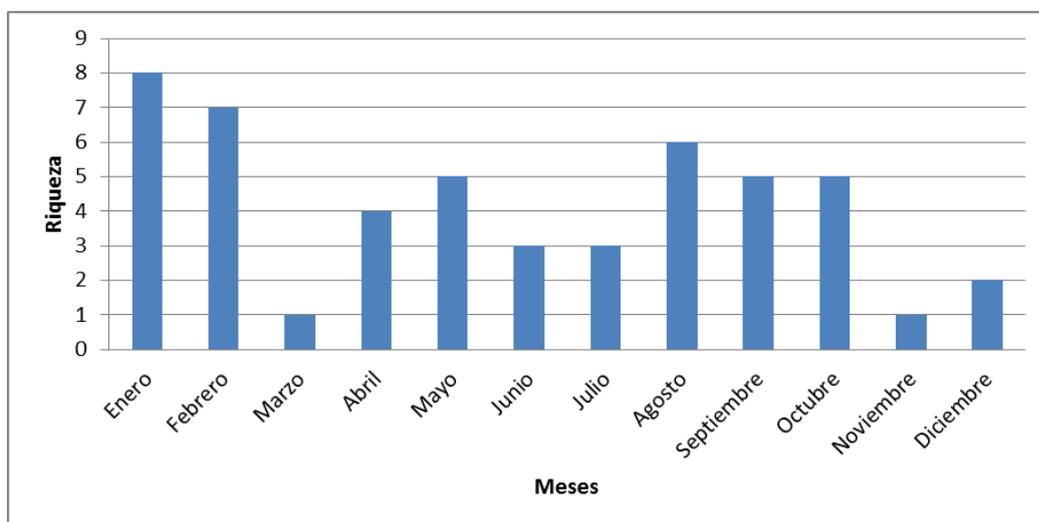
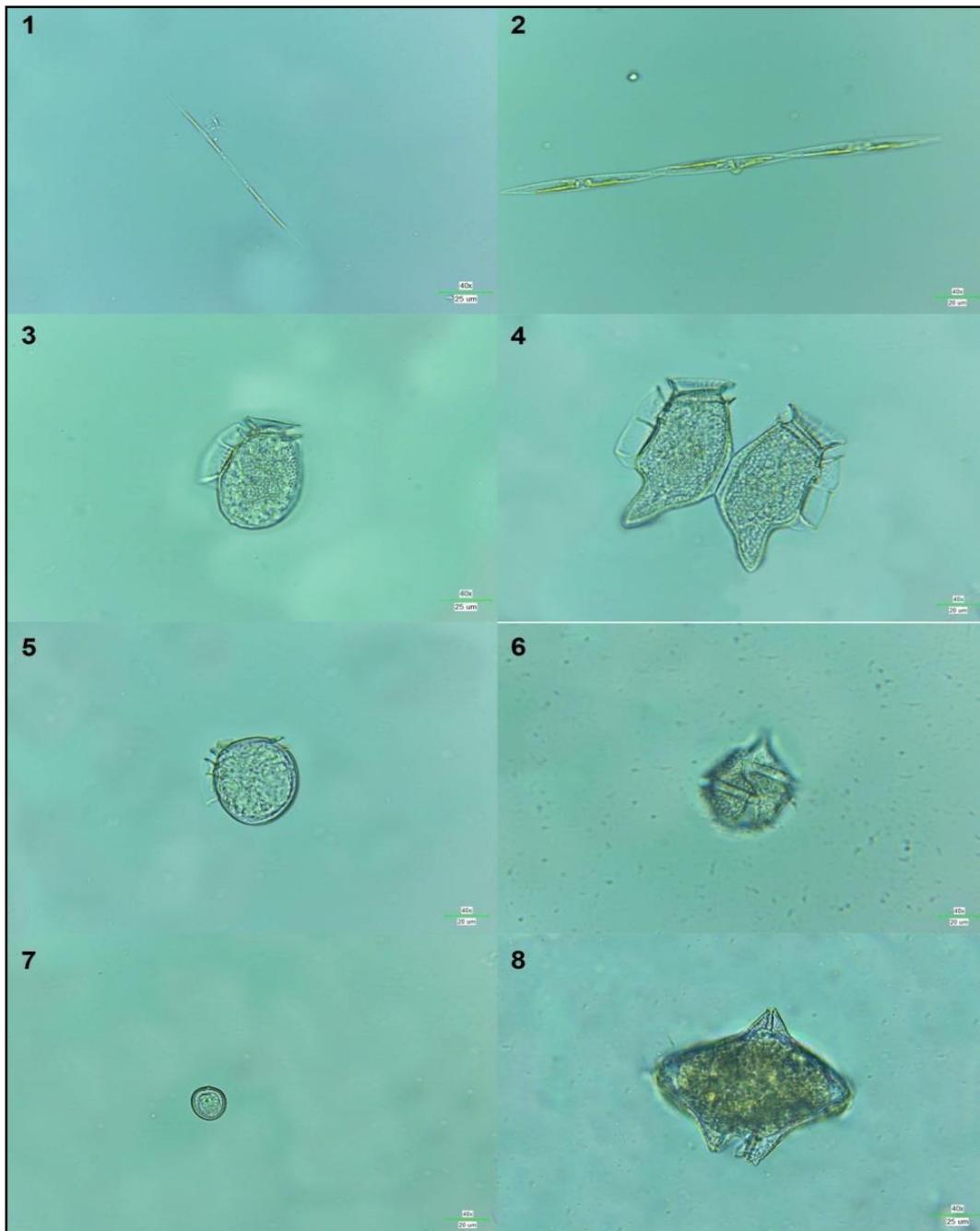


Figura 7

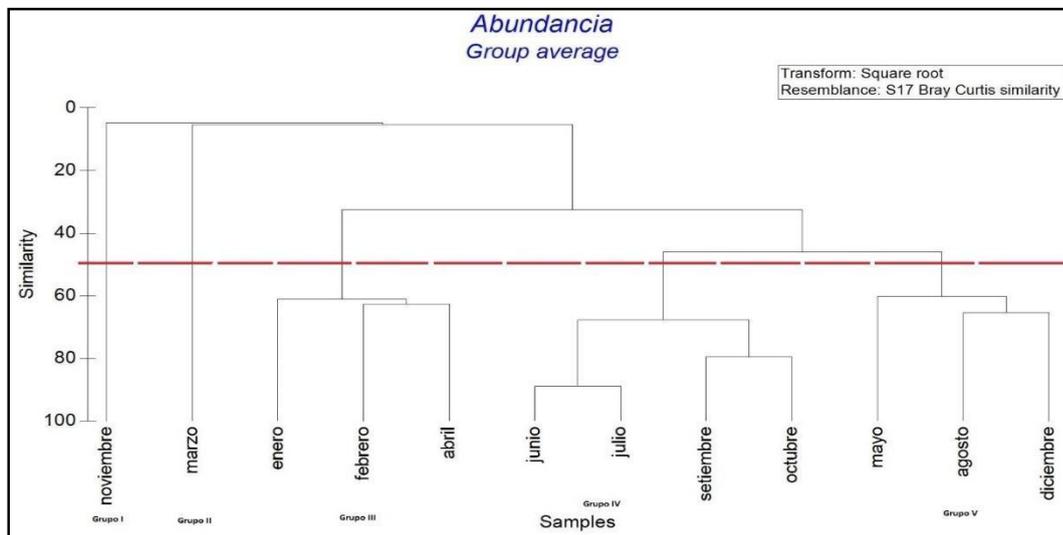
Especies de fitoplancton potencialmente tóxicas formadoras de floraciones algales nocivas, observadas a 400X



(1) *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) (2) *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *seriata*) (3) *Dinophysis acuminata* (4) *Dinophysis caudata* (5) *Dinophysis rotundata*/ *Phalacroma rotundatum* (6) *Gonyaulax spinifera* (7) *Prorocentrum minimum*/ *Prorocentrum cordatum* (8) *Protoperidinium crassipes*.

Figura 8

Similitud de Bray- Curtis y comparación de la abundancia de cada taxón.



Factores ambientales

En la zona costera de la playa Atenas durante el año 2014 (Tabla 2), el oxígeno disuelto del mar registró su máximo valor en el mes de setiembre con 10.82 mg/L y la menor concentración se presentó en el mes de febrero con 3.19 mg/L., La salinidad superficial del mar está influenciada por la Corriente Peruana o Corriente de Humboldt, oscilando entre 35.20 mg/L en el mes de setiembre y 33.85 mg/L en el mes de abril. La temperatura superficial del mar (TSM) registró su máximo valor de 22.4°C en el mes de octubre y su mínimo registro de 17.0 °C en el mes de noviembre. El promedio de la temperatura durante el año 2014 fue de 19.14°C. El pH del mar registró su máximo valor en el mes de octubre con 8.17 y sus valores más bajos se presentaron en el mes de agosto con 7.50. Los valores máximos de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y pH se relacionan con el incremento en la abundancia de diatomeas y los valores mínimos de oxígeno disuelto y salinidad con la abundancia de dinoflagelados

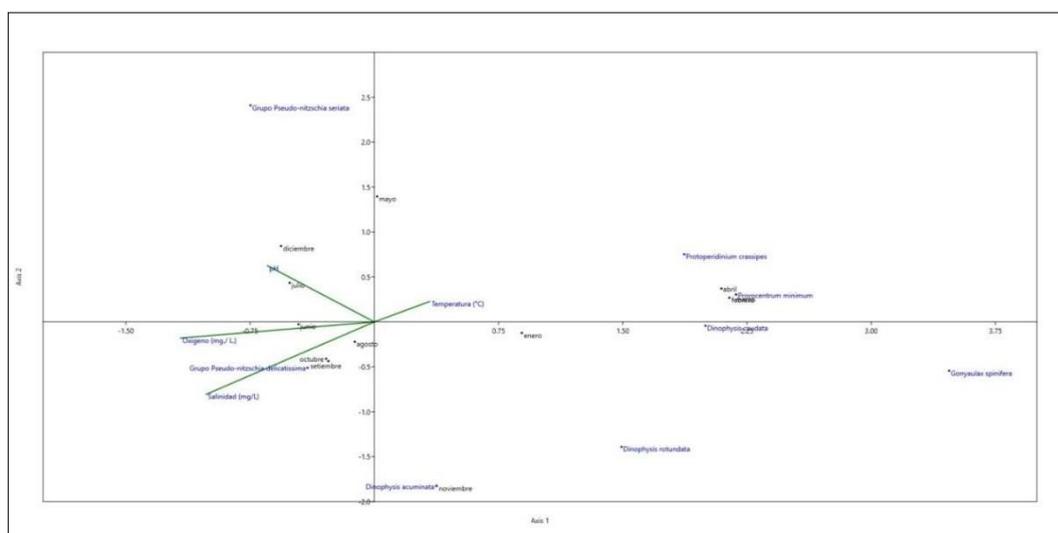
Tabla 2

Factores ambientales durante el año 2014 en la playa Atenas, bahía de Paracas

Variables Físico-químicas	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	Sept.	octubre	Nov.	Dic.
Oxígeno (mg./L.)	4.57	3.19	4.45	3.32	6.42	5.88	6.53	5.62	10.82	6.90	4.15	3.97
Salinidad (mg/L)	34.10	34.62	34.40	33.85	33.95	35.10	35.10	35.00	35.20	34.30	34.85	34.60
Temperatura (°C)	21.18	20.80	18.80	18.30	19.90	19.20	18.40	18.20	18.50	22.40	17.00	17.07
pH	7.82	7.68	7.80	7.67	8.06	7.91	7.84	7.50	7.60	8.17	7.71	7.82

Figura 9

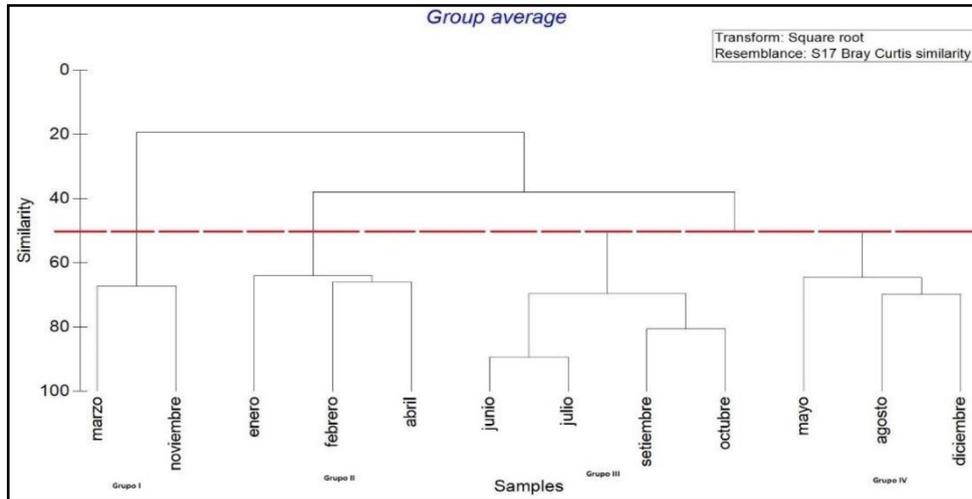
Análisis de Correspondencia Canónica que muestra la distribución de las especies por meses y su relación con los factores ambientales



En la Figura 9 se relacionan los factores ambientales con la abundancia de las especies, se utilizó un Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) en el cual se obtuvieron 2 ejes. En el primer eje tenemos pH y oxígeno disuelto y en el segundo eje tenemos salinidad y temperatura. *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) es más afín a la salinidad, mientras que *Protoperidinium crassipes*, *Prorocentrum minimum*/ *Prorocentrum cordatum* y *Dinophysis caudata* tienen una cierta relación con la temperatura.

Figura 10

Similitud de Bray- Curtis y comparación de los factores ambientales



X. DISCUSIÓN

La presencia de floraciones algales nocivas (FAN) generada por el fenómeno El Niño contribuye con la alteración del ecosistema marino costero referido a los factores ambientales como salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y pH, generando en algunos casos anoxia, lo que se sustenta en investigaciones de Cabello et al., 2002 que mencionan que el desarrollo de una floración algal nociva sobrepasó la limitada capacidad asimilativa del ecosistema somero, provocando condiciones críticas que desencadenaron el evento de mortandad de conchas de abanico frente a la playa Atenas en el año 2000.

Durante el periodo del estudio las especies de fitoplancton potencialmente tóxicas que se encontraron en la playa Atenas, bahía de Paracas se refieren a los grupos taxonómicos que predominaron durante todo el año 2014 que fueron las diatomeas *Pseudo-nitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) y *Pseudo-nitzschia* sp. (Grupo *seriata*). *Pseudo-nitzschia* es un género de diatomeas común dentro de la composición del fitoplancton marino cuyos autores mencionan a este grupo como el más frecuente y abundante (Tenorio et al., 2016).

Otros grupos como los dinoflagelados que estuvieron presentes fueron las especies *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*, lo que coincide con lo referido por Martínez, 2017, quien menciona que fueron los grupos más representativos en el estudio realizado.

Durante los meses de verano 2014 se observó mayor abundancia de dinoflagelados que forman parte de las FAN y se relacionan con los factores ambientales de salinidad y temperatura, reportado también por Sánchez et al, 2018, quienes mencionan la presencia de especies oceánicas con alta concentración de dinoflagelados potencialmente tóxicos y lo asocian con factores ambientales de salinidad y temperatura.

La presencia del dinoflagelado *Prorocentrum minimum* reportado por los investigadores Khanaychenko et al., 2019, quienes mencionan que se actualizó el nombre de la especie referida en esta investigación como *Prorocentrum cordatum*, la cual forma parte de las floraciones algales nocivas en un máximo de temperatura de 22.4°C, relación que se incluye con lo mencionado por Sánchez et al, 2021, quienes refieren que *Prorocentrum cordatum* forma parte de las FAN bajo la temperatura superficial del mar (TSM) encontrándose hasta 29°C.

Considerando que, el año 2014 fue un año que se registró el fenómeno El Niño uno de los factores ambientales más importantes que generan las floraciones algales nocivas ha sido la temperatura lo que coincide con los autores Beardall et al., 2009 quienes mencionan de igual manera que uno de los múltiples factores abióticos considerado, el de mayor importancia es la temperatura, generando una restricción fisiológica primaria para el rango de distribución y selección de especies fitoplanctónicas. Asimismo, el rango de temperatura en esta investigación vario entre 17 y 22 °C datos similares fueron reportados por Sánchez et al., 2017. Esto coincide por lo expuesto por Neyra (2015), quien explica que la temperatura es un factor relevante y limitante en la distribución y la variación estacional del fitoplancton.

Durante el año 2014 se observaron floraciones algales por un aumento en el número de dinoflagelados. Esa proliferación masiva de microorganismos puede ser nociva en tanto que las especies involucradas produzcan toxinas (Morales et al., 2001) Los cambios de densidad fitoplanctónica estuvieron relacionadas al aumento y variación de la temperatura (Martínez, 2017).

Durante los meses de mayo y octubre se observó un incremento de pH y a su vez una mayor concentración de diatomeas que dinoflagelados. El aumento de pH en el agua marino costera puede influir en el rápido crecimiento de *Pseudonitzschia*, de igual forma, la

producción de la neurotoxina ácido domoico (AD) también será mayor. Esto sugiere que *Pseudonitzschia* se desarrollará rápidamente en comparación con otros géneros si hay un aumento en el pH de las aguas por encima del pH normal, su abundancia será mayor si coincide con la alta concentración de nutrientes en las aguas (Lundholm et al., 2004, Tambaru,2022).

XI. CONCLUSIONES

Las especies reportadas en esta investigación son potencialmente tóxicas para el humano y pueden ocasionar anoxia provocando condiciones críticas y causando muerte en el cultivo de conchas de abanico.

Considerando la riqueza se identificaron un total de 8 especies, de las cuales 2 correspondieron a diatomeas y 6 a dinoflagelados, verificándose mayor proporción en los meses de enero y febrero del año 2014.

Entre los grupos taxonómicos responsables de las floraciones algales potencialmente tóxicas en la playa Atenas se tiene a las diatomeas *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) y a la especie de los dinoflagelados *Prorocentrum cordatum*.

De acuerdo a la similitud de Bry-Curtis, se determinó la abundancia entre meses definiéndose 5 grupos: **Grupo I** predomina *Dinophysis acuminata*, **Grupos II y III** predomina *Prorocentrum cordatum*, **Grupos IV y V** predominan las *Pseudonitzschia* sp. (Grupo *delicatissima*) y *Pseudo-nitzschia* sp. (Grupo *seriata*).

Se realizó la comparación de los factores ambientales en base a la similitud de Bry-Curtis y se definieron 4 grupos. **Grupos I y II** predomina la salinidad y en los **Grupo III y IV** predominan salinidad y temperatura.

Se demostró marcada variabilidad en la abundancia, concentración y distribución de las especies potencialmente tóxicas, relacionadas con los factores ambientales, considerando a la temperatura como un factor determinante.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR (2007). *Norma española UNE-EN 15204, Calidad del agua. Guía para el recuento de fitoplancton por microscopía invertida (técnica de Utermöhl)*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid, España.
- Aguilera, A. (2012). Caracterización genética, fisiológica y morfológica de cepas chilenas del dinoflagelado tóxico *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985 [Tesis de Doctorado, Universidad de Concepción. Concepción]. <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/180244>
- Andersen, P. y Thronsen, J. (2004). Estimating cell numbers. In: Hallegraeff, G., Anderson D. and Cembella, A. (Eds), *Manual on Harmful Marine Microalgae* (2nd ed., pp. 99-107). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131711>
- Anderson, D.M. (2017) Harmful algal blooms. In: Anderson D., Boerlage, S. and Dixon, M. (Eds.), *Harmful Algal Blooms (HABs) and Desalination: A Guide to Impacts, Monitoring and Management* (No. 78, pp. 17-52). DOI: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-204>
- Balech, E. (1995). The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Sherkin Island Marine Station, Special Publication. Cork, Ireland 151 pp.
- Balech, E. (1988). Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía. España. 310 pp.
- Band-Schmidt C. Bustillos, D. López, Núñez E. y Hernández F. (2011). El estado actual del estudio de florecimientos algales nocivos en México. *Hidrobiológica* 21 (3): 381-413. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300013
- Baylón, M., Sánchez, S., Bárcena, V., López, J. y Mamani, E. (2015). First record of potentially toxic dinoflagellate, *Alexandrium minutum* Halim 1960, from Peruvian coastal. *Revista Peruana de Biología*, 22(1), 113–118. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i1.11129>
- Beardall J., Stojkovic S., & Larsen S. (2009): Living in a high CO₂ world: impacts of global climate change on marine phytoplankton, *Plant Ecology & Diversity*, 2:2, 191-205. <https://doi.org/10.1080/17550870903271363>
- Bermúdez C., Pablo; Maidana C., Julio; Aquino B., Héctor; Palomino R., Alfredo. (2004). *Manual de Cultivo Suspendido de Concha de Abanico*. Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero- FONDEPES. Lima-Perú.

- Bravo, E. (2004). Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 5–16.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000500004
- Buschmann, A., Farías, L., Tapia, F., Varela, D. y Vásquez, M. (2016). Comisión Marea Roja. Universidad de Lagos, pp.1-66.
- Cabello, R., Tam, J., & Jacinto, M. E. (2002). Procesos naturales y antropogénicos asociados al evento de mortalidad de conchas de abanico ocurrido en la bahía de Paracas (Pisco, Perú) en junio del 2000. *Rev. Peru. Biol.*, 9(2), 94–110.
- Carreto, J. (1989). Mareas rojas. *Ciencia Hoy*, 1(4), 29–36.
- Castañeda, M. (2019). *Variación química proximal y vida útil en refrigeración del músculo aductor cocido de la concha de abanico (Argopecten purpuratus) proveniente de la bahía de Sechura – Piura* [tesis de pregrado, Universidad de Piura].
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1468>
- Copado-Rivera, A. G., Bello-Pineda, J., Aké-Castillo, J. A., & Arceo, P. (2020). Spatial modeling to detect potential incidence zones of harmful algae blooms in Veracruz, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106908>.
- Corcoran, A., Dornback, M., Kirkpatrick, B. y Jochens, A. (2013). A Primer on Gulf of México HARMFUL ALGAL BLOOMS. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 2–10.
- Cui, L., Lu, X., Dong, Y., Cen, J., Cao, R., Pan, L., Lu, S., Ou, L. (2018). Relationship between phytoplankton community succession and environmental parameters in Qinhuangdao coastal areas, China: A region with recurrent brown tide outbreaks. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 159 (85–93). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.043>
- Cupp, E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 5: 11-237.
- Estrada, M. (1993). Sucesión fitoplanctónica y mareas rojas. En *Actas del aula de trabajo sobre purgas de mar y fitoplancton tóxico en la península Ibérica*. Instituto Español de Oceanografía, Vigo.
- Esqueda, K. y Hernández, D. (2010). *Dinoflagelados microplanctónicos marinos del Pacífico central de México (Isla Isabel, Nayarit y costas de Jalisco y Colima)*. México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Freer, E., & Vargas, M. (2003). Floraciones algales nocivas en la costa pacífica de Costa Rica: Toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. *Acta Médica Costarricense*,

- 45(4), 158–164.
- Guezal, R., & Wickel J. (2015). Riqueza ecológica marina y áreas vulnerables de la Bahía de Paracas. *Saber y hacer* 2:1-17
- Hallegraeff GM (1990) Status of harmful algal blooms in the Indo-West Pacific region. Paper presented to OSLR/OIC meeting of the Group of Experts on Harmful Algal Blooms, 31 January-2 February 1990, Paris, 10 pp.
- Heimdal, B. (1993). Modern Coccolithophorids. In: Tomas, C. R. (Ed.). *Identifying marine phytoplankton*. (pp. 731 – 831).
- Hustedt, F. (1930). Die *Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst's (Ed). *Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint by Johnson Rep. Good, New York 19710. 920 pp.
- Husted, F. (1930). Bacillariophyta (Diatomeae) Heft:10 in a pascher die Susswasser-flora Mitteleuropas, *Gustav Fisher Pub. Jena*. 467 pp.
- IMARPE (2010). Manual de procedimiento para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico. (1era ed., pp 22).
- ITP/SANIPES (2012). Oficio N° 503-2012
- Khanaychenko, A., Telesh, I., & Skarlato, S. (2019). Bloom-forming potentially toxic dinoflagellates *Prorocentrum cordatum* in marine plankton food webs. *Protistology* 13 (3), 95–125. DOI:10.21685/1680-0826-2019-13-3-1
- Minitab. (2016). Introducción Minitab 17. <https://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents>
- Lassus, P., Chomérat, P. y Nézan, E. (2016). *Toxic and harmful microalgae of the World Ocean. Denmark. International Society for the Study of Harmful Algae*. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. IOC Manuals and Guides. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247767>
- Licea, S., Moreno, J., Santoyo, H. & Figueroa, G. (1995). Dinoflagelados del Golfo de California. Editorial Promarco México. 165 pp.
- Martínez, E. (2018). *Variación estacional del fitoplancton potencialmente tóxico frente a los parámetros ambientales y oceanográficos en el área de Atenas - Bahía De Paracas* (febrero 2016 – abril 2017). Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor.

- Méndez, S. (2006). *Impacto de las Floraciones algales nocivas en Uruguay: origen, dispersión, monitoreo, control y mitigación*. En Menafrá, R., Rodríguez, F., y Conde, D., (eds) Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya, Uruguay.
- Morales, A., Víquez, R., Rodríguez, K. y Vargas, M. (2001). Marea roja producida por *Lingulodinium polyedrum* (Peridinales, Dinophyceae) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49 (Supl. 2), 19–23.
https://www.researchgate.net/publication/231180620_Marea_roja_producida_por_Lingulodinium_polyedrum_Peridinales_Dinophyceae_en_Bahia_Culebra_Golfo_de_Papagayo_Costa_Rica
- Moreno, J., Licea S. y Santoyo H. (1996). Diatomeas del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 273 pp.
- Neyra, A. V. P. (2015). Composición y abundancia de diatomeas y dinoflagelados potencialmente tóxicos en la bahía de Sechura, departamento de Piura – Perú. Tesis para obtener el título de biólogo pesquero. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Ochoa, N., Gómez, O., Sánchez, S. y Delgado, E. (1999). Diversidad de diatomeas y dinoflagelados marinos del Perú. *IMARPE* 18(1:2), 1-16.
- Ochoa, J., Núñez, E. y Saad, J. (2003). Diferentes términos utilizados para describir las “mareas rojas.” *Revista de Biología Tropical*, 51(3–4), 621–627.
- Ochoa, N., & Tarazona, J. 2003. Variabilidad temporal de pequeña escala en el fitoplancton de la bahía independencia, Pisco, Perú. *Rev. Perú.* 2003; 10 (1): 59-66.
- Paerl, H. W. (1997). Coastal eutrophication and harmful algal blooms: Importance of atmospheric deposition and groundwater as “new” nitrogen and other nutrient sources. *Limnology and Oceanography*, 42 (5 part 2), 1154–1165.
https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.5_part_2.1154
- Paredes, A. (2018). Efecto de la densidad sobre el crecimiento de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, (Lamarck, 1819) en cultivo suspendido de carteras en la caleta de Colán 2018 [tesis de pregrado, Universidad de Piura].<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1887>
- Prado, M., y Cajas, J. (2009). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante el 2008. *Boletín y Técnico*, 20(5): 24-42.
- Reguera, B., Alonso, R., Moreira, Á., Méndez, S. y Dechraoui, M. (2016) Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae. (2nd ed). DOI: <https://doi.org/10.25607/OBP-1372>
- Round, F., Crawford, R. y Mann D. (1990). *The Diatoms, Biology & Morphology of the*

- Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 747 pp.
- Sánchez, S., & Delgado, E. (1996). Mareas rojas en el área del Callao (12° S) 1980-1995. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao*.
- Sánchez, S. (2017). Variabilidad del plancton y efectos de El Niño y La Niña sobre el fitoplancton: 2013-2016. *Inf. Instituto Mar Perú*, 44(1), 14-19.
- Sánchez S., Jacobo N., Bernales A., Franco A., Quispe J., & Flores G. (2018). Seasonal Variability in the Distribution of Phytoplankton in Paracas Bay/Peru, as a Response to Environmental Conditions. *Journal of Environmental Science and EngineeringB*, 7(10). <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2018.10.002>
- Sánchez, S., Delgado, E., Bernales, A., Jacobo, N., Franco, A., & Correa, D. (2022). Floraciones algales nocivas en la costa peruana durante El Niño Costero 2017 y su relación con las condiciones ambientales. *Boletín Instituto el Mar el Perú*, 36(2), 452–462. <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i2.347>
- Sar, E. A., Ferrario, M. E., & Reguera, B. (2002). *Floraciones algales nocivas en el cono sur americano*. (1era ed.) Instituto Español de Oceanografía. https://www.researchgate.net/publication/233741990_Floraciones_Algaes_Nocivas_en_el_Cono_Sur_Americano
- Sardet, C. (2015). Plankton Wonders of the Drifting World, 1, 223. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sarmiento H., Donayre S., Flores D. y Zeballos, J. (2015). *Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en bahía Independencia- Pisco, diciembre 2010*. Instituto del Mar Perú. 42(4): 491-498
- Schiller, J. (1931). Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung 1 Teil. En L. Rabenhorst (Ed). *Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*. Parte 1. 617 pp.
- Schiller, J. (1937). Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung 2 Teil. En L. Rabenhorst (Ed). *Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*. Parte 2. 589 pp.
- Smetacek, V. (1999). Diatoms and the Ocean Carbon Cycle. *Protist*, (150), 25–32. [https://doi.org/10.1016/S1434-4610\(99\)70006-4](https://doi.org/10.1016/S1434-4610(99)70006-4)
- Steidinger, K. y Tangen, K. (1996). *Dinoflagellates*. In: Tomas, C.R. (Ed). *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press Inc. 387 - 589 pp.
- Suárez, B., López, A., Hernández, C., Clément, A. y Guzmán L. (2002). Microalgas nocivas en Chile y datos recientes sobre la ocurrencia de veneno amnésico de los mariscos. En

- Sar, E., Ferrario, M., y Reguera, B. Floraciones Algales Nocivas En El Cono Sur Americano. (1era ed. 304pp) Instituto Español de Oceanografía. https://www.researchgate.net/publication/233741990_Floraciones_Algales_Nocivas_en_el_Cono_Sur_Americano
- Tarazona, J., Espinoza, R., Solís, M. y Arntz, W. (2007). Crecimiento y producción somática de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco (Perú) comparados entre eventos El Niño y La Niña. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3): 275 – 285.
- Thronsen, J. (1993). *The Planktonic Marine Flagellates* In: Tomas, C. (Ed) Identifying marine phytoplankton. Academic Press. (pp. 591- 729).
- Tenorio, C., Uribe, E., Gil-Kodaka, P., Blanco, J., & Álvarez, G. (2016). Morphological and toxicological studies of *Pseudo-nitzschia* species from the central coast of Peru. *Diatom Research*, 31(4), 331–338. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2016.1247018>
- Carmelo, T. (1997). Identifying Marine Phytoplankton.
- Tsaloglou, M. (2016). *Microalgae: current research and applications*. p. 152). www.caister.com
- WoRMS Editorial Board (2022). *World Register of Marine Species*. <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2022-11-16. doi:10.14284/170

Floraciones algales nocivas en cultivo de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) "concha de abanico" en la playa Atenas, Bahía de Paracas, Ica-Perú

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	2%
2	Submitted to Ministerio de Defensa Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1%
5	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Dr. José Matías Delgado Trabajo del estudiante	<1%

8

Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Trabajo del estudiante

< 1%

9

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

< 1%

10

Submitted to Universidad San Marcos

Trabajo del estudiante

< 1%

11

Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización

Trabajo del estudiante

< 1%

12

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

< 1%

13

Submitted to Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Trabajo del estudiante

< 1%

14

Submitted to Rutgers University, New Brunswick

Trabajo del estudiante

< 1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 3 words

Excluir bibliografía

Activo