

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**PRESENCIA DE FITOPLANCTON NOCIVO Y
APARICIÓN DE BIOTOXINAS MARINAS EN
ARGOPECTEN PURPURATUS (LAMARCK, 1819)
CULTIVADA EN BAHÍA PARACAS - PISCO, 2016 -
2017**

PRESENTADO POR:

VICTOR GREGORIO PACHAS DOLORIER

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

M(°). PEDRO JAMES VASQUEZ MEDINA

HUACHO - 2018

**PRESENCIA DE FITOPLANCTON NOCIVO Y APARICIÓN DE
BIOTOXINAS MARINAS EN ARGOPECTEN PURPURATUS
(LAMARCK, 1819) CULTIVADA EN BAHÍA PARACAS - PISCO, 2016**

- 2017

VICTOR GREGORIO PACHAS DOLORIER

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: M(°). PEDRO JAMES VASQUEZ MEDINA

UNIVERSIDAD NACIONAL

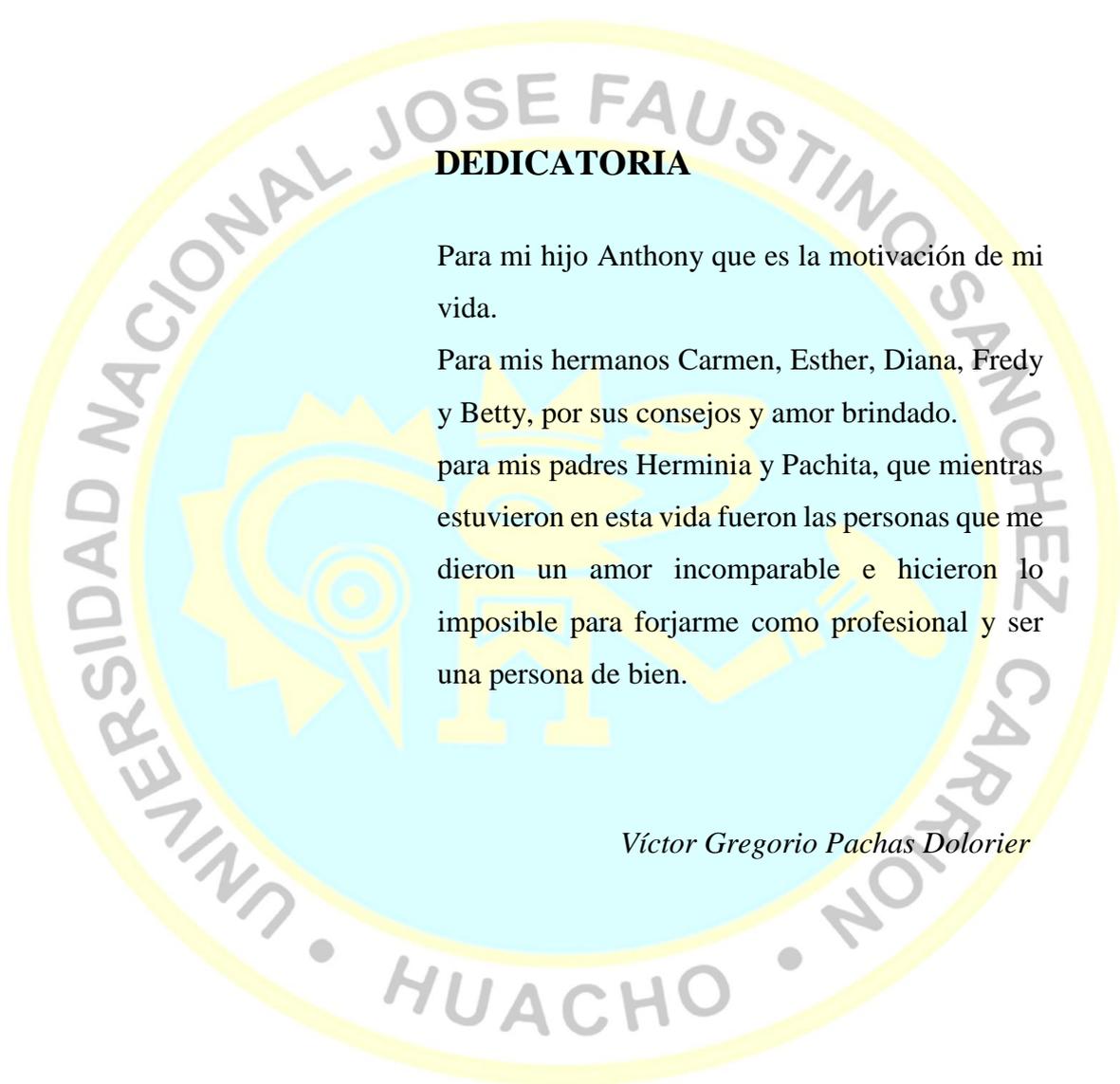
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

HUACHO

2018



DEDICATORIA

Para mi hijo Anthony que es la motivación de mi vida.

Para mis hermanos Carmen, Esther, Diana, Fredy y Betty, por sus consejos y amor brindado.

para mis padres Herminia y Pachita, que mientras estuvieron en esta vida fueron las personas que me dieron un amor incomparable e hicieron lo imposible para forjarme como profesional y ser una persona de bien.

Víctor Gregorio Pachas Dolorier

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor, Dr. Pedro James Vásquez Medina, por la orientación y apoyo brindado en todo momento para el desarrollo de la presente investigación.

A todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra forma para que la realización de este trabajo de investigación se concrete.



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	3
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Investigaciones nacionales	5
2.2 Bases teóricas	11
2.3 Definición de términos básicos	19
2.4 Hipótesis de investigación	20
2.4.1 Hipótesis general	20
2.4.2 Hipótesis específicas	20
2.5 Operacionalización de las variables	21
CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA	22
3.1 Diseño metodológico	22
3.3 Técnicas de recolección de datos	23
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	23
3.5 Pruebas de Hipotesis	23
CAPÍTULO IV	24
RESULTADOS	24
CAPÍTULO V	46

DISCUSIÓN	46
5.1 Discusión de resultados	46
CAPÍTULO VI	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1 Conclusiones	49
6.2 Recomendaciones	50
REFERENCIAS	51
7.1 Fuentes bibliográficas	51
7.2 Fuentes electrónicas	53
ANEXOS	54



INDICE DE TABLAS

- Tabla N° 01.- Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en bahía Paracas.
- Tabla N° 02.- Cronograma de muestreos sanitarios - bahía Paracas. Octubre 2016 – Junio 2017.
- Tabla N° 03.- Valores de Oxígeno Disuelto en superficie del agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 04.- Valores de Oxígeno Disuelto en fondo del agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 05.- Valores de Temperatura superficial en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 06.- Valores de Temperatura de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 07.- Valores de Salinidad superficial en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 08.- Valores de Salinidad de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 09.- Valores de pH superficial en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 10.- Valores de pH de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.
- Tabla N° 11.- Valores de ASP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.
- Tabla N° 12.- Valores de DSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.
- Tabla N° 13.- Valores de PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.
- Tabla N° 14.- Valores de densidad de fitoplancton en agua de mar. 2016 – 2017.

INDICE DE FIGURAS

Figura 01.- Mapa de clasificación sanitaria: zona 006 Bahía Paracas.

Figura 02.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y el Oxígeno Disuelto, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Figura 03.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la Temperatura, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Figura 04.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la Salinidad, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Figura 05.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y el pH, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Figura 06.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos.

Figura 07.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos.

Figura 08.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos.

RESUMEN

La especie *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “concha de abanico”, es un molusco bivalvo, que por su característica filtradora concentra las partículas presentes en las aguas costeras donde se cultivan; por ello, deben realizarse monitoreos sanitarios durante su cultivo para autorizar, en el caso que no contengan contaminantes o biotoxinas, su cosecha y comercialización, de modo tal que se evite la propagación de daños a la salud en los consumidores locales o extranjeros. Con la finalidad de demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico cultivada en bahía Paracas se ha revisado y analizado la información disponible del Monitoreo Sanitario en Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos de la bahía de Paracas, llevada a cabo por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera – SANIPES entre noviembre 2016 y junio 2017. Los resultados muestran que aparecen biotoxinas marinas de tipo PSP, con concentraciones máximas promedio de 1188 ug eq. STX 2HCl/kg (07-04-2017) en moluscos bivalvos después de un episodio de florecimiento algal ocasionado por fitoplancton potencialmente tóxico (*Alexandrium ostenfeldii*), con una densidad máxima promedio de 546236 mil células por Litro (24-03-2017). Se recomienda continuar con los monitoreos y analizar situaciones similares en otras localidades del litoral peruano.

Palabras clave: biotoxina, concha de abanico, cultivo, Paracas, *Alexandrium ostenfeldii*.

ABSTRACT

The species *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) "concha de abanico", is a bivalve mollusk, which by its filtering characteristic concentrates the particles present in the coastal waters where they are grown; For this reason, health monitoring must be carried out during its cultivation to authorize, in the event that it does not contain contaminants or biotoxins, its harvesting and commercialization, in such a way as to avoid the propagation of damages to health in local or foreign consumers. In order to demonstrate the relationship between the presence of noxious phytoplankton and the subsequent appearance of marine biotoxins in a fan shell cultivated in Paracas Bay, the available information of the Sanitary Monitoring in Production Areas of Bivalve Molluscs of the bay has been reviewed and analyzed. of Paracas, carried out by the National Fisheries Health Agency - SANIPES between November 2016 and June 2017. The results show that marine PSP-type biotoxins appear, with maximum mean concentrations of 1188 ug eq. STX 2HCl / kg (04-07-2017) in bivalve molluscs after an episode of algal blooms caused by potentially toxic phytoplankton (*Alexandrium ostenfeldii*) with a maximum mean density of 546236 thousand cells per liter (03-24-2017). It is recommended to continue with the monitoring and analyze similar situations in other localities of the Peruvian coast.

Keywords: biotoxin, scallop, culture, Paracas bay, monitoring. *Alexandrium ostenfeldii*

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la maricultura en medio natural se encuentra en pleno desarrollo y se centra casi exclusivamente en el cultivo de un molusco bivalvo: *Argopecten purpuratus*, conocido como concha de abanico (PRODUCE, 2016), debido a que se constituye como un producto de exportación, puesto que tiene un excelente mercado en los países de la Unión Europea y Estados Unidos (ADEX, 2016); en la provincia de Pisco, el cultivo de este molusco se lleva a cabo al interior de tres bahías: Independencia, Lagunillas y Paracas (PRODUCE, 2018).

Una de las acciones que desarrolla el estado peruano, para asegurar la inocuidad de los productos procedentes de la maricultura para garantizar productos sanos para la alimentación humana y no perder el mercado internacional, consiste en implementar un Monitoreo Sanitario en Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos (SANIPES, 2017), que incluye, entre otros análisis, el que corresponde a las biotoxinas marinas.

El monitoreo de las biotoxinas marinas, a cargo del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera – SANIPES, tiene un impacto desde el punto de vista de la prevención, puesto que un episodio tóxico generaría importantes pérdidas económicas; así como también, podría causar pérdidas humanas, como se ha reportado en numerosos países del mundo.

De las especies de microalgas marinas conocidas, aproximadamente 300 pueden ocasionar las llamadas floraciones algales, conocidas como “mareas rojas”, pero solo entre 70 y 80 especies pueden tener la capacidad de producir toxinas, en este caso estas floraciones son conocidas como Floraciones Algas Nocivas o FAN (Reguera, 2003).

El presente trabajo de investigación abarcó el ámbito marino de la bahía de Paracas, analizando información disponible del Monitoreo de Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos realizado por el SANIPES, correspondiente al periodo 2016 - 2017.

El propósito fundamental de la investigación consistió en demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedente de cultivos marinos en bahía Paracas, en el periodo señalado.

La presente investigación está estructurada en seis capítulos, de la siguiente manera: en el Capítulo I, se abordan temas relacionados al Planteamiento del Problema, en el Capítulo II

se hace referencia al Marco Teórico; el Capítulo III trata detalladamente la Metodología empleada, en el Capítulo IV se mencionan los Resultados relevantes de la investigación, que fundamenta el logro de los objetivos; en el Capítulo V se aborda la Discusión de la Investigación, que permite la contratación de las Hipótesis y en los Capítulos VI, VII y VIII se ofrecen las Conclusiones, Recomendaciones y las Referencias Bibliográficas; adicionalmente se incluyen los Anexos correspondientes.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Después del boom de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* a causa del Fenómeno El Niño 1982-1983 (Arntz and Valdivia, 1983; Wolff, 1998; Wolff et al, 2007), su producción en el medio natural fue diluyéndose (Mendo and Wolff, 2003; Stotz and Gonzales, 1997), surgiendo la necesidad de recuperarla mediante el desarrollo tecnológico de su cultivo (Meltzoff, 2005), para lograrlo, el estado peruano, otorgó concesiones para maricultura en las principales bahías del Perú (Mendo et al, 2008; Sieme et al, 2015), entre ellas, la bahía Paracas.

Para cumplir con las exigencias de exportación de *A. purpuratus* procedentes de cultivo, establecidas por la Agencia de Administración de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos FDA (PROMPERÚ, 2010) y por la Comunidad Europea (PROMPERÚ, 2015), se generó la Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos Vivos (PRODUCE, 2004) mediante la cual se clasifican los bancos naturales y las concesiones otorgadas para cultivo de moluscos bivalvos; y, se implementa un monitoreo de los recursos cultivados y del ambiente donde habitan, los que podrían ser afectados por biotoxinas (Baylón et al, 2015; Mora, 2016); asimismo, dicho monitoreo permitirá fortalecer la inocuidad de los recursos pesqueros y la trazabilidad de los mismos (Vicente, 2014; Vicente et al, 2015).

Las biotoxinas marinas son sustancias tóxicas producidas por fitoplancton nocivo y se asocian generalmente a las mareas rojas (Poot-Delgado et al, 2010; Reguera, 2003) constituyen un riesgo alimentario para la salud humana (PROMPERÚ, 2010; PROMPERÚ, 2015) porque originan intoxicaciones agudas a consecuencia del consumo de peces o moluscos filtradores que se han alimentado de las algas productoras de biotoxinas y que las acumulan sin verse afectadas (Mora, 2016; Reguera 2003).

La determinación de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas en concha de abanico *A. purpuratus* procedente de zonas de cultivo en bahía Paracas, en el periodo

noviembre 2016 - junio 2017, permitirá conocer la relación causa efecto existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y las biotoxinas marinas bio-acumuladas en el molusco bivalvo.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿La presencia de fitoplancton nocivo determinará la aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas?

1.2.2 Problemas específicos

- La presencia de fitoplancton nocivo determinará la aparición de DSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.
- La presencia de fitoplancton nocivo determinará la aparición de PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.
- La presencia de fitoplancton nocivo determinará la aparición de ASP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y posterior aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas, 2016 - 2017.

1.3.2 Objetivos específicos

- Demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y posterior aparición de DSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas, 2016 - 2017.

- Demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y posterior aparición de PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas, 2016 - 2017.
- Demostrar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y posterior aparición de ASP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas, 2016 - 2017.

1.4 Justificación de la investigación

Los problemas en la salud de los humanos, producidas por episodios tóxicos al consumir alimentos marinos contaminados, es una de las principales preocupaciones de los entes reguladores gubernamentales a nivel nacional e internacional. El conocimiento de la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas en concha de abanico cultivada en bahía Paracas, permitirá tomar las medidas de control necesarias para evitar episodios que conduzcan hacia la pérdida de la salud, pérdidas económicas relacionadas a la pérdida de contratos para exportaciones y a la pérdida de empleo de los trabajadores de mar y toda la cadena productiva.

1.4.1 Justificación ecológica.

Detectar la presencia de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico cultivadas en concesiones marinas en bahía Paracas, permitirá establecer si existe relación entre ambos episodios, de modo que pueda conocerse la complejidad de procesos ecológicos en el ambiente natural, asociado al cultivo del molusco bivalvo *A. purpuratus*.

1.4.2 Justificación económica.

La detección de biotoxinas en un producto de exportación conducirá inevitablemente a la devolución de la carga exportada y a la cancelación de contratos, con la consecuente pérdida económica a diferentes escalas y niveles. Por ello, determinar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo en un ambiente natural y la posterior aparición de biotoxinas marinas en la especie

cultivada, permitirá tomar medidas preventivas con anticipación, evitando las pérdidas económicas por su no detección.

1.4.3 Justificación social.

Los empresarios, pescadores artesanales y trabajadores involucrados diferentes etapas de la cadena productiva asociada al cultivo de concha de abanico en bahía Paracas, se ven desfavorecidos ante la ocurrencia de episodios tóxicos, generando incertidumbre permanente ante una inminente pérdida laboral, por ello, determinar la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y la posterior aparición de biotoxinas, permitirá adoptar las medidas convenientes que conducirá a generar un ambiente menos tenso en el componente social, asociado a la producción acuícola de *A. purpuratus*.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones nacionales

- (Arntz, W. E., & Valdivia, E., 1983). "Incidencia del Fenómeno El Niño sobre los mariscos en el litoral peruano". El efecto del fenómeno El Niño sobre los invertebrados comerciales en el litoral peruano, con especial énfasis en la zona de Pisco, se ha estudiado a base de la información acumulada en varias encuestas a los pescadores y de observaciones propias. Ni el fuerte EN 1982-1983 ni sus antecesores en 1972-1973 y 1976 han tenido una incidencia netamente catastrófica sobre la pesquería de mariscos en el litoral sur, aunque algunas especies sufrieron severos daños. Las poblaciones de algunas especies, como la concha de abanico y el pulpo experimentaron un aumento considerable que, sin embargo, parece haberse iniciado antes. En este estudio los autores determinaron que el fenómeno El Niño favoreció la población de concha de abanico, generando un boom, sobre todo en la zona central del litoral peruano.

- (Bandin, L., & Mendo, A., 1999). "Asentamiento larval de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en colectores artificiales en la Bahía Independencia, Pisco, Perú". El presente estudio se efectuó en el área de El Queso, Bahía Independencia (Pisco, Perú), de febrero de 1992 a marzo de 1993. Se usaron colectores de netlón para determinar la distribución vertical del asentamiento larval y se hizo un seguimiento de la captación de semillas en colectores comerciales para determinar el patrón temporal de asentamiento larval de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). Con el fin de relacionar este patrón con las condiciones ambientales, se registró la temperatura, oxígeno disuelto y transparencia del agua. La distribución vertical de larvas e individuos asentados en los colectores de prueba

indicó que la intensidad del asentamiento larval aumenta hasta 45 veces entre los niveles superficial y de fondo, concentrándose entre 11 y 16 m en una columna de agua de 20 m de profundidad. La ocurrencia de un período de desove intenso en otoño, fue deducida por máximos de captación en colectores comerciales entre mayo y julio.

Se obtuvieron cosechas en colectores comerciales superiores a 500 semillas/bolsa en abril, mayo, junio, julio y octubre en 3 long-lines, lo cual indica importantes períodos de asentamiento ocurridos en la segunda mitad del verano, al inicio y mediados de otoño y a fines de invierno de 1992.

- (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.” Con la finalidad de determinar los procesos que desencadenaron el evento de mortalidad de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) el 6 de junio del 2000, se analizaron las condiciones ambientales naturales y antropogénicas en la Bahía de Paracas (Pisco, Perú) durante el periodo de actividad pesquera industrial pesquera, entre el 17 de mayo y el 13 de junio del 2000.

Se evaluaron diariamente las variables oceanográficas de temperatura, oxígeno disuelto, volumen de fitoplancton y variables de calidad acuática, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, DBO5, pH, sulfuros y coliformes termotolerantes, en 5 estaciones de la Bahía de Paracas. Desde mediados de mayo, se registraron altos contenidos de aceites y grasas provenientes de efluentes pesqueros. A fines de mayo se observó la presencia de una marea roja asociada a un incremento en los sólidos suspendidos totales, pH y oxígeno disuelto, especialmente frente a Atenas y El Chaco.

A inicios de junio en superficie se produjo una disminución de los sólidos suspendidos totales ($< 25 \text{ mg.L}^{-1}$) y oxígeno ($< 3 \text{ mL.L}^{-1}$), llegando a un máximo las concentraciones de grasa (máx.: $10,1 \text{ mg.L}^{-1}$), mientras que en los fondos el proceso acumulativo de carga orgánica produjo un estado anóxico con alto contenido de sulfuros (máx.: $19,73 \text{ } \mu\text{g-at.L}^{-1}$). Estas condiciones redujeron la calidad del ambiente marino, y produjeron la mortalidad de los organismos bentónicos. El aporte de materia orgánica proveniente de efluentes pesqueros, junto con el aporte proveniente de la floración algal nociva, ejerció un efecto sinérgico negativo sobre la calidad de la columna de agua y los sedimentos, lo que provocó la mortalidad de especies bentónicas, entre ellas la concha de abanico.

- (Mendo, J., & Wolff, M., 2003). "El Impacto de El Niño sobre la Producción de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) En Bahía Independencia, Pisco, Perú". La Bahía Independencia puede ser considerada a nivel mundial como una de las zonas más productivas en invertebrados bentónicos, cuyas capturas están sujetas a fluctuaciones fuertes originadas por la ocurrencia del fenómeno El Niño y La Niña y por la falta de medidas de manejo adecuadas. Durante períodos con calentamientos fuertes los desembarques anuales alcanzan las 50000 t en un área de aproximadamente 150 km² y durante años fríos estas se mantienen alrededor de 500 a 1000 t.

El presente estudio analiza los cambios de los desembarques en la Bahía Independencia observados durante las dos últimas décadas y discute los principales factores que afectan los "booms" de concha de abanico. En este sentido se usa información sobre capturas, temperatura y aquella relacionada con el crecimiento, reproducción, prelación, densidad media y condiciones de oxígeno procedente de trabajos publicados y no publicados.

La relación entre la captura anual y la temperatura promedio durante el periodo reproductivo de la concha de abanico durante los últimos 20 años, muestra que la producción es afectada positivamente solo con la ocurrencia de El Niño fuertes como en 1983 y 1998.

Los resultados muestran que los "booms" de concha de abanico durante El Niño se debe al efecto combinado de (1) incremento en la actividad reproductiva a través de una aceleración de la maduración y un incremento de la frecuencia de desove; (2) acortamiento del periodo larval e incremento en la supervivencia larval; (3) incremento en el rendimiento en crecimiento individual; (4) incremento en la supervivencia de juveniles y adultos debido a la reducción de la biomasa de predadores; (5) incremento en la capacidad de carga de los bancos de conchas debido a elevados niveles de oxígeno.

En el marco de discusión sobre los factores que contribuyen al desarrollo de la población de concha de abanico durante el evento El Niño, no podemos dejar de considerar en detalle el impacto de la pesquería. Considerando que el volumen de captura no solo depende de la abundancia relativa de la especie, la estrategia de pesca aplicada fue analizada con el fin de explicar los diferentes niveles de producción de concha de abanico durante El Niño 1983 y 1998.

- (PRODUCE, 2004). "Decreto Supremo N° 07-2004-PRODUCE". Aprueba la Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos Vivos, aplicable a las fases de extracción o recolección, reinstalación, depuración, transporte, procesamiento y comercialización, incluida la actividad de acuicultura, la misma que forma parte integrante del presente Decreto

Supremo y consta de Diecisiete (17) Títulos, Setentainueve (79) Artículos y Cuatro (04) Anexos.

Asimismo, otorgar un plazo perentorio de noventa (90) días hábiles contado a partir de la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, para que los organismos competentes en la gestión de la Norma Sanitaria, procedan a establecer o, en su caso, a perfeccionar las medidas y procedimientos que les corresponda aplicar de conformidad con sus respectivas atribuciones funcionales y deja sin efecto toda disposición legal, o reglamentaria que se oponga a lo dispuesto en la Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos Vivos aprobada por el presente Decreto Supremo.

- (PROMPERÚ, 2010). "Guía de Requisitos Sanitarios y Fitosanitarios para exportar Alimentos a los Estados Unidos". Las instalaciones donde se fabriquen, procesen, envasen o almacenen alimentos para consumo humano o animal que se consumirán en los Estados Unidos deberán registrarse ante la FDA.

En caso de un actual o potencial incidente bioterrorista o un brote de enfermedades transmitidas por alimentos, la información de las instalaciones ayudará a la FDA a determinar la ubicación y fuente de un posible suceso y permitirá notificar a las instalaciones que puedan haber sido afectadas. Se debe registrar en la FDA al propietario, operador o agente a cargo de una instalación que fabrica, procesa, envasa o almacena alimentos que se consumirán en los Estados Unidos, o un individuo autorizado, así como a la instalación. El registro se realiza por única vez; no obstante, en caso de que haya algún cambio en la información requerida para el registro de su instalación, este deberá actualizarse.

El registro y las actualizaciones se hacen de forma gratuita a través de la página Web de la FDA, en el siguiente enlace: www.access.fda.gov. El FDA confirmará su registro y asignará un número de registro de 11 dígitos. La confirmación es inmediata y se envía por correo electrónico.

- (Busch, J. A., 2013). "Phytoplankton dynamics and bio-optical variables associated with harmful algal blooms in aquaculture zones (Doctoral dissertation, Staats-und Universitätsbibliothek Bremen)". La vigilancia de las floraciones de algas nocivas (FAN) en las zonas de acuicultura es el componente crucial en el monitoreo y mitigación de los efectos adversos causados por la alta biomasa de células algales y / o toxinas asociadas. La alta diversidad entre las especies FAN, su impacto nocivo y los patrones de distribución espacio-temporal requieren adoptar enfoques observacionales que abarcan un amplio espectro temporal y espacial.

- (Mendoza, D., 2013). "Situación del extensionismo acuícola en el Perú". Da a conocer las modalidades de acceso a la actividad acuícola, a través del otorgamiento de derechos, bajo la modalidad de autorizaciones y concesiones, con sus respectivas clasificaciones. En el Perú, la transferencia de conocimiento teórico y práctico se ha ido brindado a través de cursos de capacitación y asistencia técnica puntual dirigida a acuicultores; sin embargo, a partir de la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo Acuícola 2010 - 2021, la Dirección General de Acuicultura – DGA del Ministerio de la Producción ha venido realizando diversas actividades de extensionismo acuícola con la colaboración de los Gobiernos Regionales bajo la concepción de ser implementado como un modelo educativo focalizado y planificado, que brinda el acompañamiento y seguimiento en todo el proceso de cultivo a los acuicultores, determina una línea de base sobre los beneficiarios del extensionismo y evaluar resultados al final de la actividad emprendida.
- (Daniel Arce Castro y Jaime Mendo, 2014). "Efecto de *Ulva* spp. sobre el crecimiento y supervivencia de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Paracas". Este estudio compara el crecimiento y supervivencia de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) "concha de abanico" sembradas con diferentes densidades de *Ulva* spp., Linnaeus, 1753 en la bahía Paracas (Ica-Perú) durante el 7 agosto al 16 de octubre del 2011. Para ello se instalaron tres corrales cada uno con tres unidades experimentales de 1m² y en cada unidad se sembraron conchas de abanico de 40-50mm de altura a una densidad de 60 individuos/m². En dos de los corrales se sembró *Ulva* spp., con 10 (T2) y 20 (T3) kg/m² y el tercer corral fue considerado como testigo (T1), es decir, sin *Ulva* spp. Para evaluar el crecimiento, cada dos semanas se extrajeron al azar 10 individuos por cada repetición (30 por tratamiento) y se registró la altura y el peso seco del soma y la gónada. La supervivencia se evaluó contando los individuos muertos en periodos variables. Adicionalmente cada 30 minutos durante todo el experimento se registró la temperatura y oxígeno del fondo y diariamente el pH, conductividad y corrientes se registraron en una zona media a los tratamientos. La clorofila a se registró diariamente, para cada tratamiento. Los resultados indican que la supervivencia, el crecimiento en altura y peso se vieron afectados por la presencia de *Ulva* spp.
- (PROMPERÚ, 2015). "Informe especializado: Guía de acceso para alimentos al mercado de la Unión Europea". La importación de alimentos en la Unión Europea está sujeta al cumplimiento de diversas leyes y reglamentos que buscan proteger la salud humana, animal y vegetal, así como garantizar la calidad y la inocuidad de los alimentos que llegan a

ese destino. En esta guía se da a conocer de manera clara y concisa los principales requisitos que impone la legislación de la Unión Europea a la importación de productos agrícolas frescos (frutas y vegetales) y procesados. La intención es facilitar el cumplimiento de las regulaciones por parte de los pequeños y medianos empresarios, a la vez, apoyar los esfuerzos de las organizaciones públicas y privadas que promueven las exportaciones. La oferta exportable peruana está conformada por más de 5,000 productos; cientos de ellos son agrícolas, y el consumo europeo de frutas y verduras les abre un sinfín de oportunidades.

- (Baylón, M., Sánchez, S., Bárcena, V., López, J., & Mamani, E., 2015). "Primer reporte del dinoflagelado potencialmente tóxico *Alexandrium minutum* Halim 1960 en el litoral peruano". En el presente trabajo se registra por primera vez al dinoflagelado potencialmente tóxico *Alexandrium minutum* Halim 1960 causante de las floraciones algales de marzo del 2006 y febrero del 2009, en el en el litoral del Callao, Perú. Reportan por primera vez la presencia de un dinoflagelado potencialmente tóxico en el litoral peruano, asociado a centros de producción de concha de abanico.
- (SANIPES, 2016). "Procedimiento: Control Oficial de Zonas y Áreas de Producción Clasificadas de Moluscos Bivalvos". El SANIPES reporta frecuentemente la presencia de biotoxinas en bancos naturales, áreas de repoblamiento y concesiones otorgadas para maricultura, en base a la Resolución Directoral N° 005-2016-SANIPES que establece el procedimiento de vigilancia y control sanitario oficial de las zonas y áreas clasificadas para la extracción/recolección de moluscos bivalvos destinados a la comercialización o procesamiento, con la finalidad de asegurar la condición operativa (abierta o cerrada) de las mismas.
- (Orozco, R., Quispe, Y., Lorenzo, A., & Zamudio, M. L., 2017). "Asociación de floraciones de algas nocivas y *Vibrio* spp. en áreas de pesca y acuicultura de bivalvos de moluscos en las bahías de Sechura y Pisco, Perú". Entre febrero de 2010 y mayo de 2014 se realizaron 22 evaluaciones en Pisco y 16 en Sechura; ambas áreas importantes en Perú para la extracción de moluscos y maricultura. La incidencia de *Vibrio* en el agua de mar fue monitoreada durante las floraciones de algas y en épocas normales. Se midieron parámetros ambientales tales como temperatura y nutrientes. En Sechura, *Pseudo-nitzschia seriata* y *Protoperdinium depressum* causaron floraciones de algas y fueron dominantes durante todo el período de evaluación. Las temperaturas en esta zona oscilaron entre 21.8 y 25.3 °C. En Pisco, la concentración *Akashiwo sanguinea*, *Messodinium rubrum* y *Prorocentrum*

mínimum y el dinoflagelado *Cochlodinium polikrykoides* fueron los más frecuentes. Las floraciones de algas nocivas ocurrieron cuando las temperaturas estaban entre 17.1 y 23.3 °C, concentraciones de fosfatos que oscilaban entre 1.22 - 6.85 µM y nitratos 0.15 - 7.85 µM.

2.2 Bases teóricas

Taxonomía.- (Kanagusuku, 2009)

Phylum	:	MOLLUSCA
Clase	:	PELECIPODA
Orden	:	PTEROIDEA
Familia	:	PECTINIDAE
Género	:	Argopecten
Nombre Científico	:	Argopecten purpuratus
Nombre común	:	Concha de abanico
Nombre en inglés	:	Scallops

Descripción. -

La concha bivalva es gruesa, orbicular, con valvas levemente desiguales, la izquierda más convexa que la derecha. Posee costillas radiales, uniformes, sobresalientes, en número variable, 23 a 26 por valva, que presentan bordes angulosos y están revestidos por escamas finas y oblicuas. Además, en el borde distal tiene costillas secundarias más pequeñas entre las anteriores. Posee orejuelas desiguales, siendo la anterior de mayor tamaño y aquella sobre la valva derecha está provista de un seno más o menos profundo, en cuyo borde existen una serie de pequeños dientes. El borde está fuertemente denticulado. El color es variable desde el blanco al rosado y café, los que se combinan y distribuyen en forma irregular. Excepcionalmente se observa el anaranjado y lila. El interior de la concha es liso brillante, la línea paleal es simple. La impresión del músculo aductor es notoria, grande central. Alcanzan una talla de hasta 17 cm de diámetro.

Biología. -

(Kanagusuku, 2009). Posee un pie poco desarrollado, mientras que su sistema digestivo consiste en una boca rodeada de palpos ramificados, corto esófago, estómago, hepatopáncreas, intestino, ano. Todo esto en la parte posterior del músculo aductor.

Poseen un saco que cubre los órganos internos llamado manto, que es el responsable del crecimiento y encargado de generar las valvas y en el cual existen unos ojos primitivos llamados ocelos.

Las gónadas se ubican en la parte anterior del músculo, donde se encuentra el material reproductor masculino y femenino en un mismo saco.

El biso les permite fijarse a voluntad en cualquier sustrato del fondo marino.

El sistema respiratorio lo constituye un par de branquias, ubicadas en la base del manto.

Las valvas están compuestas esencialmente por tres capas. La primera está constituida por el periostraco que es delgado de color rojizo (parte externa de la valva); la valva propiamente dicha constituida por carbonato de calcio, y la capa más interna que consiste en una lámina de nácar.

Alimentación. -

“Son bivalvos exclusivamente filtradores, se alimentan filtrando abundante fitoplancton. Si el fitoplancton desaparece, la mayoría de los moluscos bivalvos migran o mueren de inanición. El espectro alimenticio está conformada principalmente por diatomeas (microalgas pardas), destacando las especies: Isochrysis sp., Chaetoceros sp., Skeletonema sp., Navicula sp., Nitzschia sp., Thalassiosira sp., Melosira sp., Cyclotella sp., entre otras” (Kanagusuku, 2009).

Reproducción. -

(Kanagusuku, 2009). Es un molusco hermafrodita funcional el cual puede desovar total o parcialmente durante el año, sin embargo, en un año normal se pueden observar dos desoves significativos, los cuales coinciden con la proliferación de micro algas y variaciones de temperatura. Al ser hermafroditas, tienen los dos gametos, uno de color cremoso (esperma) parte proximal, el otro de color naranja (óvulos) parte distal. Pueden adquirir la primera madurez sexual cuando están cumpliendo de 10 a 12 meses con tallas de 5 mm, los que podrían llegar a desovar de 1 a 10 millones de óvulos, si el molusco tiene más tiempo, por decir, 2 años de vida y tienen tallas de 120 a 140 mm, pueden llegar a desovar entre 10 a 40 millones de óvulos, el desove se inicia generalmente expulsando al exterior.

Ciclo biológico. -

(Kanagusuku, 2009) Señala que el ciclo biológico comprende cuatro fases: huevo, larva, juvenil y adulto. La fase de larva es planctónica y presenta tres estadios:

- Trocófera (larva ciliada con un flagelo).
- Veliger (con velo y órgano ciliado nadador).
- Preveliger que se caracteriza por la segregación de la disconcha y el pie que le sirve para adherirse al sustrato adecuado. Forman bancos.

Crecimiento. -

Hay muy pocos trabajos que tratan sobre el crecimiento de esta especie, en IMARPE (Valdivieso, 1990) se determinó el crecimiento de 5 mm en forma mensual durante el verano, pero durante el tiempo de desove este crecimiento disminuyó. Las experiencias se llevaron a cabo a nivel de laboratorio.

(Mendo y Wolff, 2003), señalan que las conchas de abanico de Lagunillas tienen un incremento de 5.8 mm mensual y en Laguna Grande tienen un crecimiento de 3.2 mm mensual estas conclusiones fueron de la utilización del método de Petersen y el estudio se efectuó en 1982. Estos autores indican que anualmente se formaran dos anillos de crecimiento, y que las conchas de abanico deben alcanzar una altura de 40 – 50 mm después de un año y una altura de 75 – 80 mm después de dos años. Es necesario realizar estudios más profundos sobre estos aspectos para determinar la velocidad de crecimiento.

Hábitat. -

Vive en el submareal a una profundidad máxima de 25m, en fondos de arena y fango, constituyen parte del bentos marino de la plataforma continental de nuestras aguas costeras, se encuentran en la zona sublitoral hasta 200 metros de la línea de costa en profundidades que van de 2 hasta las 12 brazas, en fondos areno fangosa, arenoso, o de grava, generalmente asociada con algunas algas del género Gigartina y Rhodymenia que juegan un rol protector y de asentamiento de larvas y juveniles de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”.

Distribución. -

Se extiende entre la costa pacífica de Panamá y Valparaíso en Chile (Valdivieso, V., 1990).

Condiciones ambientales para su cultivo. -

Las condiciones ambientales que necesita la concha de abanico son una temperatura que van desde los 13°C a 20°C para que este molusco pueda vivir tranquilamente pero también puede llegar a soportar extremos de 7°C hasta 28°C.

Los tenores de oxígeno son de 0.2 a 8 ml/l, un pH de 6.8 a 7.9 y una salinidad óptima de 35 partes por ml. Se distribuye verticalmente entre 3 a 60 m de profundidad. En los bancos naturales se encuentran entre los 10 a 20 m.

Sistemas de Cultivo. -

“Para el cultivo de pectinados se utilizan diversos sistemas en función de las características biotecnológicas de la especie cultivada, la topografía y clima de la zona, las condiciones económicas y la disponibilidad de los materiales adecuados” (Kanagusuku, 2009).

Mareas rojas. –

(Reguera, 2003) Señala que las mareas rojas son densas floraciones, varios millones de células por litro, de dinoflagelados u otros microorganismos planctónicos que a menudo se presentan en forma de manchas discretas, franjas, ocupando capas bien definidas en la columna de agua.

El término "mareas rojas" se puede prestar a equívocos; muchas de ellas no son rojas, sino pardas, anaranjadas, incluso verdosas.

Las mareas rojas constituyen un fenómeno natural que forma parte de la sucesión planctónica anual. Sin embargo, en un año concreto puede variar sobremanera la magnitud de una serie de factores: lluvias excepcionales, aportes terrestres muy superiores a la media, vientos persistentes o incluso pueden haberse creado desequilibrios de origen antropogénico en las proporciones de nutrientes, así como extensiones de la distribución geográfica a través del transporte en aguas de lastre.

Todas estas desviaciones de la media podrán inducir al comportamiento oportunista de una especie, que constituyendo parte de la flora local aparezca ese año en concentraciones nunca vistas.

“La temperatura del agua debe ser $>28^{\circ}\text{C}$ para que tengan lugar las proliferaciones. Si las temperaturas caen por debajo de 4°C , los dinoflagelados sobreviven en forma de quistes enterrados en las capas superiores de los sedimentos” (Reguera, 2003, Riobó, 2008)).

Clasificación de mareas rojas. -

Según (Reguera, 2003) Señala que existen diferentes tipos:

a) Las mareas rojas tóxicas están constituidas por organismos planctónicos portadores de toxinas y que pueden causar diversos trastornos al ser ingeridas por moluscos bivalvos

filtradores que actúan como bioacumuladores de las toxinas, constituyéndose en vectores que transfieren estos venenos a niveles superiores de la cadena trófica.

Los episodios tóxicos más conocidos que se originan de esta forma son:

PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos.

DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Diarreica por moluscos.

ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Amnésica por moluscos.

Tanto el PSP como el DSP son causados por toxinas que afectan especialmente a los vertebrados, siendo los invertebrados menos sensibles a sus efectos.

b) Mareas rojas nocivas, cuando los organismos que la forman no son portadores de toxinas, pero que pueden, no obstante, crear serios problemas en la acuicultura o en el bentos local al alterar las condiciones físico-químicas del medio de distintas maneras: Si se alcanzan elevadas concentraciones de organismos planctónicos que no sean consumidos por el nivel trófico siguiente, al decaer la población, su putrefacción puede crear situaciones de anoxia. Otra posibilidad es que durante la noche, cuando se detiene la fotosíntesis y sólo se realiza la respiración, el abundante anhídrido carbónico emitido haga descender bruscamente el pH del agua.

Incluso pueden crearse cambios importantes en la viscosidad del medio que afecten a la respiración de peces enjaulados, o que se produzca una literal agresión física en las branquias de los peces, como puede ocurrir con las floraciones de especies de diatomeas con espinas.

c) Mareas rojas inocuas, producidas por organismos que no poseen toxinas y que normalmente no suponen un peligro para ningún organismo del ecosistema.

Un buen ejemplo de este último tipo serían las manchas del ciliado *Mesodinium rubrum*, que aparece casi todos los años en las Rías Gallegas en el mes de agosto, y que puede provocar la alarma entre los turistas.

Ficotoxinas.-

(Reguera, 2003). Las ficotoxinas son productos naturales sintetizados generalmente por microalgas marinas, en particular pertenecientes al grupo de dinoflagelados. Si bien ciertas diatomeas, cianobacterias y probablemente otras bacterias están también implicadas en la producción de neurotoxinas que afectan gravemente a la salud humana. Las biotoxinas son responsables de los síndromes de intoxicación en las cadenas alimenticias desde las latitudes tropicales a las polares. Pero no afectan únicamente al hombre, sino que se tienen dado

mortandades de la fauna marina, aves y mamíferos marinos como focas monje, leones marinos y ballenas.

Clasificación de las ficotoxinas.-

(Reguera, 2003). La clasificación de las ficotoxinas ha sido abordada desde diferentes perspectivas, en particular: similitud estructural, distribución taxonómica y filogenética, propiedades químicas (polaridad, carácter lipofílico y otras propiedades químicas).

Una clasificación alternativa de las ficotoxinas podría hacerse en base a su modo de acción o de acuerdo con los síntomas observados en humanos, en cuyo caso se pueden considerar seis síndromes causados por estos grupos de toxinas marinas: PSP (Paralytic shellfish poisoning), DSP (Diarrhetic shellfish poisoning), NSP (Neurotoxic shellfish poisoning), ASP (Amnesic shellfish poisoning), AZP (Azaspiracid poisoning) y CFP (Ciguatera fish poisoning).

La clasificación estructural resulta muy compleja, dado que toxinas del mismo grupo se separarían; por ejemplo, el grupo de las brevetoxinas se dividiría a su vez a nivel estructural en poliésteres con átomos de Nitrógeno (Brevetoxina B1 y Brevetoxina B2) y poliésteres sin átomos de Nitrógeno (Brevetoxinas B, C, B3 y dehydrobrevetoxina B).

Toxinas PSP o paralizantes.-

(Reguera, 2003). La intoxicación después del consumo de bivalvos es un síndrome que se conoce desde antiguo, siendo la más común la parálisis tóxica por ingestión de moluscos (PSP). La PSP es causada por toxinas del grupo de las saxitoxinas, formadas por un grupo homogéneo de más de 21 compuestos polares, que presentan un esqueleto heterocíclico nitrogenado.

Las especies productoras de estas toxinas son principalmente dinoflagelados del género *Alexandrium*, *Gymnodinium catenatum* y *Pyrodinium bahamense*.

Históricamente, se ha asociado la PSP con las proliferaciones de dinoflagelados (>106 células/litro) que pueden causar una coloración rojiza o amarronada del agua. No obstante, la coloración del agua puede ser causada por la proliferación de muchos tipos de especies planctónicas que no siempre son tóxicas.

Toxinas ASP o amnésicas. - (Reguera, 2003).

La intoxicación amnésica por ingestión de moluscos bivalvos se debe al ácido domínico (DA), un aminoácido producido por diatomeas pertenecientes al género *Pseudo-nitzschia* sp. Es un compuesto neuro excitatorio que interfiere con mecanismos de neurotransmisión, provocando daño a la célula neuronal y muerte celular. La causa de estos síntomas es la unión del DA a los receptores del glutamato presentes en las neuronas responsables del procesamiento de la memoria, unión que provoca la apertura de canales de Ca^{+} y la consecuente “intoxicación” por exceso de calcio, produciéndose la destrucción de las neuronas.

En el hombre este daño está asociado con la pérdida de la memoria a corto plazo y en algunos casos con la muerte de la persona. La primera incidencia registrada de ASP tuvo lugar en el invierno de 1987/88 en el Este de Canadá donde, a raíz del consumo de mejillones azules cultivados, se vieron afectadas más de 150 personas y se produjeron 4 muertes; en dicho episodio tóxico el microorganismo fitoplanctónico implicado fue la diatomea *Pseudonitzschia multiseries*.

Toxinas NSP o neurotóxicas.-

(Reguera, 2003) La intoxicación neurotóxica por ingestión de moluscos bivalvos (NSP), se ha descrito en personas que consumieron moluscos que habían estado expuestos a “mareas rojas” de dinoflagelados *Karenia brevis* (= *Ptychodiscus brevis*). La enfermedad ha estado restringida al Golfo de México y otras zonas frente a la costa de Florida.

Las toxinas implicadas se denominan brevetoxinas; se trata de poliéteres cíclicos liposolubles que actúan activando los canales de Na^{+} de la membrana celular; en general son muy letales para los peces y además las mareas rojas de estos dinoflagelados también están relacionadas con muertes masivas de peces. Estas toxinas producen un síndrome de intoxicación similar a la ciguatera. Siendo los aerosoles por acción del oleaje los que afectan a humanos generando molestias respiratorias como asma. No se han encontrado casos donde se haya producido la muerte, y al contrario de la ciguatera la recuperación se consigue en días.

Toxinas DSP o diarreicas.- (Reguera, 2003).

La primera referencia data de 1976 y se refiere a una intoxicación con mejillones en el Noreste de Japón relacionada con la presencia en la columna de agua del dinoflagelado

Dinophysis fortii, por ello se denominó a dicha toxina dinofisitoxina (DTX) Se han dado partes de miles de casos de enfermedades gastrointestinales causados por la intoxicación diarreaica por ingestión de moluscos bivalvos (DSP) en Europa, Japón y Chile.

Los dinoflagelados causantes de la producción de las toxinas son *Dinophysis* sp., *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum belizearum*, *Prorocentrum maculosum*, *Protoceratium reticulatum* y *Coolia* sp.. Estos dinoflagelados están ampliamente distribuidos, lo que significa que esta intoxicación se puede considerar cosmopolita. Hasta la fecha en este grupo se incluyen poliéteres como el ácido okadaico (OA) y sus derivados (DTXs), las yessotoxinas (YTXs) y las pectenotoxinas (PTXs); todas ellas son compuestos polietéreos, de elevado peso molecular, gran lipofilia y que comparten propiedades de solubilidad, de tal modo que pueden ser co-extraídas utilizando los protocolos genéricos de extracción de toxinas DSP.

AZP (Azaspiracid poisoning).- (Reguera, 2003)

Se trata de las toxinas marinas de descubrimiento más reciente. Producido por la ingestión de bivalvos contaminados con azaspirácido y análogos y que se manifiesta con síntomas similares al envenenamiento diarreaico (DSP). Si bien el origen del azaspirácido no está totalmente esclarecido, su aparición estacional y su estructura molecular hicieron sospechar que el agente productor era un dinoflagelado. Recientemente Yasumoto demostró analíticamente que *Protoperidinium crascites* y *Protoperidinium depressum* contenían azaspirácidos.

En Noviembre de 1995 algunas personas enfermaron tras consumir mejillones cultivados en Irlanda, si bien la sintomatología en los pacientes era similar a DSP los síntomas registrados en el bioensayo de ratón mediante inyección intraperitoneal diferían de los hallados con toxinas DSP, en este caso se dio un típico cuadro de neurotoxicidad con dificultad respiratoria, espasmos, parálisis progresiva de las extremidades posteriores y a dosis elevadas la muerte sucedía en 20 minutos.

2.3 Definición de términos básicos

Biotoxinas.- las toxinas más comunes asociadas al consumo de productos del mar, destacan (por frecuencia):

Toxina paralítica de los mariscos (VPM)

Toxina diarreica de los mariscos (VDM)

Toxina neurotóxica de los mariscos (VNM)

Toxina amnésica de los mariscos (VAM)

Tetrodotoxina

Ciguatera.

Cianobacteria.- Son microorganismos cuyas células miden sólo unos micrómetros (μm) de diámetro, pero son más grandes que lo típico de las otras bacterias.

El citoplasma no suele presentar estructuras reconocibles salvo carboxisomas (corpúsculos que almacenan la enzima RuBisCO), vesículas gasíferas (llenas de gas) y tilacoides, vesículas aplastadas formadas por invaginación de la membrana plasmática (con la que suelen conservar comunicación o contacto) donde reside el aparato molecular de la fotosíntesis.

Clorofila a.- Pigmento primario de todos los organismos fotosintetizadores que liberan oxígeno, primordial en la captación de la energía radiante y cuya fórmula química es $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5$. Su máxima absorbancia se presenta a los 430 y a los 663 nanómetros.

Comunidad.- Todos los organismos vivos que se encuentran en un ambiente determinado. Incluye, por tanto, todas las poblaciones de las diferentes especies que viven juntas.

Diatomeas.- Vegetal microscópico que tiene la pared celular constituida por sílice y estructurada en varias partes que en conjunto se llaman frustula. Se ubican dentro de los grupos de microalgas más abundantes en el mar como parte del fitoplancton.

Dinoflagelados.- Organismos unicelulares, la mayoría biflagelados, si bien pueden aparecer formas aflageladas, relacionadas con la gran variedad de formas de nutrición. Generalmente fotosintéticos, aunque también hay formas heterótrofas. La pared celular o teca, cuando se presenta, está compuesta fundamentalmente de celulosa. Presentan dos flagelos, situados en surcos o depresiones de la superficie de la célula.

Eutrófico.- que corresponde a aguas con altas concentraciones de nutrientes, con alto contenido de materia orgánica o sedimentos en suspensión.

Eutrofización.- Proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con

los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos. Las aguas eutróficas en contraste con las oligotróficas son más productivas.

Fitoplancton.- Grupo de organismos formado por formas vegetales microscópicas que derivan con las corrientes.

Microfitoplancton.- Grupo de microalgas que presentan tallas entre 20 y 200 μm .

Nanofitoplancton.- Grupo de microalgas que presentan un intervalo de tallas entre 2 y 20 μm .

Nutrientes.- Compuestos inorgánicos disueltos, de gran importancia para la producción primaria.

Oligotrófico.- que corresponde a aguas claras con bajas concentraciones de nutrientes, con poca materia orgánica o sedimentos en suspensión y con una mínima actividad biológica.

Razón de Redfield.- Relación entre la composición de los organismos y la química del agua en términos de átomos de C:N:P, la cual tiene valores de 106:16:1.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

H0: La presencia de fitoplancton nocivo determina la aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas.

H1: La presencia de fitoplancton nocivo no determina la aparición de biotoxinas marinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en bahía Paracas.

2.4.2 Hipótesis específicas

- La presencia de fitoplancton nocivo determina la aparición de DSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.
- La presencia de fitoplancton nocivo determina la aparición de PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.
- La presencia de fitoplancton nocivo determina la aparición de ASP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedentes de cultivo en bahía Paracas.

2.5 Operacionalización de las variables

Variable Independiente(X):

X1: Fitoplancton nocivo.

Variable Dependiente (Y):

Y1: Biotoxina marina.

Título: “Presencia de fitoplancton nocivo y aparición de biotoxinas marinas en *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) cultivada en bahía Paracas - Pisco, 2016 - 2017”

Por: Víctor Pachas Dolorier.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Sub indicador	Instrumento
X1: Fitoplancton nocivo	Organismos fotosintéticos que producen biotoxinas	Fitoplancton nocivo en bahía Paracas, 2016 – 2017.	Presencia / ausencia	Nocivo No nocivo	Reportes de análisis del monitoreo sanitario en bahía Paracas
Y1: Biotoxina marina	Toxinas producidas por fitoplancton nocivo	Biotoxinas marinas en concha de abanico cultivada en bahía Paracas, 2016 - 2017	Presencia / ausencia	DSP PSP ASP	Reportes de análisis del monitoreo sanitario en concha de abanico procedente de cultivo en bahía Paracas

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo y utiliza una fuente de datos disponibles y que se analizan para probar la hipótesis planteada, sustentada en el análisis estadístico para determinar patrones.

Corresponde a un diseño no experimental, cuyo objetivo fue verificar si existe una relación determinada entre dos variables a través de los datos existentes.

El tipo de investigación fue retrospectivo, correlacional, de corte longitudinal y aplicativo, encontrando la relación entre un florecimiento algal y la posterior aparición de biotoxinas en la bahía de Paracas, en el año 2017.

3.1.1. Fuentes de información

La información y datos que se emplearon en este estudio provinieron de los reportes, informes, protocolos y comunicados de los monitoreos sanitarios en la Bahía de Paracas Pisco (Figura 01), disponibles en la web de SANIPES, y analizados por sus propios laboratorios, así como por laboratorios de entidades de apoyo.

3.1.2. Relación entre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas

Se analizará la relación existente entre la presencia de fitoplancton nocivo y posterior aparición de biotoxinas marinas (ASP, DSP y PSP) en concha de abanico *Argopecten purpuratus* cultivada en concesiones marinas de la bahía Paracas, en el periodo octubre 2016 - junio 2017.

Los datos fueron obtenidos de los informes y reportes disponibles en la Web de SANIPES, quien es la autoridad Sanitaria del Sector Pesquero y tiene a su cargo, la investigación, control, análisis o supervisión sanitaria del medio marino y los recursos (<http://www.sanipes.gob.pe/>).

3.3 Técnicas de recolección de datos

Una vez colectados los datos se realizó una evaluación crítica y detallada consistente en inspeccionar la validez y confiabilidad de los datos, procediendo a la depuración para identificar errores y omisiones de acuerdo a ciertas reglas fijas con el fin de obtener óptimos resultados y calidad de la investigación.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

El procesamiento estadístico se realizó en Microsoft Excel 2013, los datos fueron ordenados, tabulados, se obtuvieron valores promedio y se realizaron los gráficos comparativos, que sirvieron para interpretar los resultados y obtener las conclusiones.

3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis es un procedimiento basado en una evidencia maestra y la teoría de la probabilidad, usado para determinar si la hipótesis es una afirmación razonable para no ser rechazada, o es una afirmación poco razonable y ser rechazada.

Se ha formulado la prueba de hipótesis con el cual se pretende demostrar el rechazo o la aceptación.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

Tabla N° 01.- Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en bahía Paracas.

Estación de muestreo sanitario	Coordenadas WGS '84		Profundidad (m)	Área
	Longitud	Latitud		
01-A-PAR	13°49'04.67''	76°17'30.34''	7,0	Atenas 006 PAR 01
01-B-PAR	13°48'42.20''	76°17'37.50''	4,5	
01-C-PAR	13°49'27.20''	76°18'04.50''	3,5	

Fuente: SANIPES. Elaboración propia.

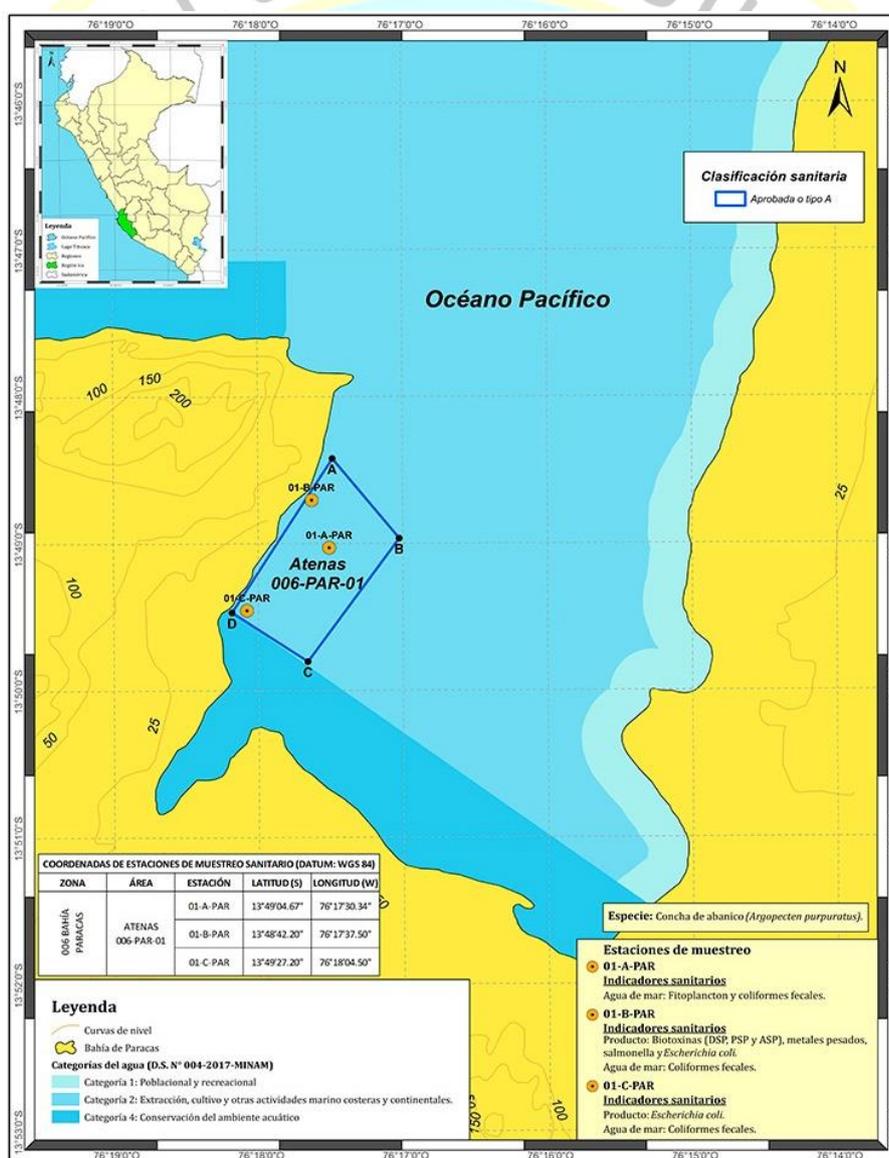


Figura 01.- Mapa de clasificación sanitaria: zona 006 Bahía Paracas.

Tomado de: <http://www.sanipes.gob.pe/web/index.php/es/informacion-y-documentacion/supervision-y-fiscalizacion/moluscos-bivalvos/mapas-de-clasificacion-sanitarias>

Tabla N° 02.- Cronograma de muestreos sanitarios - bahía Paracas. Octubre 2016 – Junio 2017.

FECHA	MUESTREOS SANITARIOS
07/10/2016	X
14/10/2016	X
21/10/2016	X
28/10/2016	X
04/11/2016	X
11/11/2016	X
18/11/2016	X
25/11/2016	X
09/12/2016	X
16/12/2016	X
22/12/2016	X
29/12/2016	X
06/01/2017	X
13/01/2017	X
20/01/2017	X
27/01/2017	X
03/02/2017	X
10/02/2017	X
17/02/2017	X
24/02/2017	X
03/03/2017	X
10/03/2017	X
17/03/2017	X
24/03/2017	X
31/03/2017	X
07/04/2017	X
12/04/2017	X
21/04/2017	X
28/04/2017	X
05/05/2017	X
12/05/2017	X
19/05/2017	X

26/05/2017	X
02/06/2017	X
09/06/2017	X
16/06/2017	X
23/06/2017	X
28/06/2017	X

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 03.- Valores de Oxígeno Disuelto en superficie del agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	8,50	-	-	8,50
13/01/2017	3,66	-	-	3,66
20/01/2017	6,14	-	-	6,14
27/01/2017	4,91	-	-	4,91
03/02/2017	8,32	-	-	8,32
10/02/2017	4,54	-	-	4,54
17/02/2017	4,12	-	-	4,12
24/02/2017	7,05	-	-	7,05
03/03/2017	3,69	-	-	3,69
10/03/2017	4,00	-	-	4,00
17/03/2017	2,80	-	-	2,80
24/03/2017	5,67	-	-	5,67
31/03/2017	5,64	-	-	5,64
07/04/2017	10,15	-	-	10,15
12/04/2017	10,42	-	-	10,42

21/04/2017	1,08	-	-	1,08
28/04/2017	2,3	-	-	2,3
05/05/2017	5,45	-	-	5,45
12/05/2017	4,42	-	-	4,42
19/05/2017	4,29	-	-	4,29
26/05/2017	3,06	-	-	3,06
02/06/2017	3,03	-	-	3,03
09/06/2017	5,99	-	-	5,99
16/06/2017	6,57	-	-	6,57
23/06/2017	4,57	-	-	4,57
28/06/2017	4,58	-	-	4,58

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 04.- Valores de Oxígeno Disuelto en fondo del agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	8,36	8,30	-	8.33
13/01/2017	1,64	1,38	-	1.51
20/01/2017	0,12	0,50	-	0.31
27/01/2017	0,63	3,96	-	2.30
03/02/2017	0,45	1,34	-	0.90
10/02/2017	0,44	1,24	-	0.84
17/02/2017	4,51	4,03	-	4.27
24/02/2017	3,99	5,62	-	4.81
03/03/2017	2,31	3,62	-	2.97

10/03/2017	1,60	2,40	-	2.00
17/03/2017	0,10	2,00	3,62	1.91
24/03/2017	4,27	3,95	6,93	5.05
31/03/2017	1,14	3,41	3,92	2.82
07/04/2017	2,10	10,49	10,15	7.58
12/04/2017	0,00	5,10	5,82	3.64
21/04/2017	0,08	1,3	2,81	1.40
28/04/2017	0,23	1,62	3,2	1.68
05/05/2017	0,90	5,11	4,91	3.64
12/05/2017	0,85	0,80	6,91	2.85
19/05/2017	3,32	5,10	6,76	5.06
26/05/2017	0,44	2,60	3,75	2.26
02/06/2017	0,68	2,07	3,89	2.21
09/06/2017	3,09	5,42	6,19	4.90
16/06/2017	5,94	6,37	4,70	5.67
23/06/2017	0,35	4,20	4,58	3.04
28/06/2017	4,65	3,31	6,48	4.81

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 05.- Valores de Temperatura superficial en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	16,60	-	-	16,60
14/10/2016	16,80	-	-	16,80
21/10/2016	16,80	-	-	16,80
28/10/2016	17,08	-	-	17,08
04/11/2016	16,60	-	-	16,60
11/11/2016	21,03	-	-	21,03
18/11/2016	20,18	-	-	20,18
25/11/2016	16,20	-	-	16,20
09/12/2016	21,95	-	-	21,95
16/12/2016	22,40	-	-	22,40
22/12/2016	24,80	-	-	24,80
29/12/2016	24,48	-	-	24,48
06/01/2017	22,27	-	-	22,27

13/01/2017	19,64	-	-	19,64
20/01/2017	17,62	-	-	17,62
27/01/2017	20,58	-	-	20,58
03/02/2017	21,74	-	-	21,74
10/02/2017	23,77	-	-	23,77
17/02/2017	19,39	-	-	19,39
24/02/2017	24,18	-	-	24,18
03/03/2017	21,23	-	-	21,23
10/03/2017	20,45	-	-	20,45
17/03/2017	22,10	-	-	22,10
24/03/2017	19,78	-	-	19,78
31/03/2017	21,86	-	-	21,86
07/04/2017	24,09	-	-	24,09
12/04/2017	21,02	-	-	21,02
21/04/2017	20,13	-	-	20,13
28/04/2017	18,78	-	-	18,78
05/05/2017	18,05	-	-	18,05
12/05/2017	20,17	-	-	20,17
19/05/2017	18,45	-	-	18,45
26/05/2017	18,29	-	-	18,29
02/06/2017	17,41	-	-	17,41
09/06/2017	18,32	-	-	18,32
16/06/2017	17,77	-	-	17,77
23/06/2017	18,68	-	-	18,68
28/06/2017	17,24	-	-	17,24

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 06.- Valores de Temperatura de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-

25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	20,23	22,33	-	21.28
13/01/2017	16,63	16,82	-	16.73
20/01/2017	15,18	15,02	-	15.10
27/01/2017	16,45	19,40	-	17.93
03/02/2017	17,28	17,67	-	17.48
10/02/2017	16,40	16,91	-	16.66
17/02/2017	16,51	18,56	-	17.54
24/02/2017	19,92	21,50	-	20.71
03/03/2017	19,22	20,04	-	19.63
10/03/2017	19,38	20,40	-	19.89
17/03/2017	19,00	21,78	21,92	20.90
24/03/2017	19,08	19,90	20,44	19.81
31/03/2017	18,74	19,81	20,12	19.56
07/04/2017	19,52	22,82	22,98	21.77
12/04/2017	18,08	21,18	21,28	20.18
21/04/2017	17,05	18,18	20,63	18.62
28/04/2017	17,61	18,55	18,75	18.30
05/05/2017	17,72	18,04	18,52	18.09
12/05/2017	18,06	17,46	20,54	18.69
19/05/2017	17,97	18,71	19,23	18.64
26/05/2017	17,00	18,09	18,75	17.95
02/06/2017	16,79	17,29	17,66	17.25
09/06/2017	16,90	17,93	18,23	17.69
16/06/2017	17,53	17,79	18,35	17.89
23/06/2017	16,89	17,64	18,27	17.60
28/06/2017	17,39	17,06	17,89	17.45

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 07.- Valores de Salinidad superficial en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	34,00	-	-	34,00
13/01/2017	34,00	-	-	34,00
20/01/2017	34,61	-	-	34,61
27/01/2017	34,39	-	-	34,39
03/02/2017	34,35	-	-	34,35
10/02/2017	34,64	-	-	34,64
17/02/2017	34,58	-	-	34,58
24/02/2017	34,00	-	-	34,00
03/03/2017	34,57	-	-	34,57
10/03/2017	34,43	-	-	34,43
17/03/2017	34,30	-	-	34,30
24/03/2017	34,62	-	-	34,62
31/03/2017	34,03	-	-	34,03
07/04/2017	33,61	-	-	33,61
12/04/2017	34,50	-	-	34,50
21/04/2017	34,59	-	-	34,59
28/04/2017	34,10	-	-	34,10
05/05/2017	34,71	-	-	34,71
12/05/2017	33,87	-	-	33,87
19/05/2017	34,60	-	-	34,60
26/05/2017	34,91	-	-	34,91

02/06/2017	34,90	-	-	34,90
09/06/2017	34,96	-	-	34,96
16/06/2017	34,48	-	-	34,48
23/06/2017	35,00	-	-	35,00
28/06/2017	35,14	-	-	35,14

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 08.- Valores de Salinidad de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	34	34,03	-	34,02
13/01/2017	34,08	34,3	-	34,19
20/01/2017	34,54	34,3	-	34,42
27/01/2017	34,29	34,8	-	34,29
03/02/2017	3,3	34,36	-	34,33
10/02/2017	34,77	34,76	-	34,77
17/02/2017	34,58	34,4	-	34,49
24/02/2017	34,44	34,12	-	34,28
03/03/2017	34,75	34,49	-	34,62
10/03/2017	34,72	34,32	-	34,52
17/03/2017	34,4	34,18	34,3	34,29
24/03/2017	34,85	34,41	34,52	34,59
31/03/2017	34,3	34,5	34,18	34,33
07/04/2017	34,4	33,41	33,43	33,75
12/04/2017	34,57	34,42	34,48	34,49

21/04/2017	34,5	34,59	34,39	34,49
28/04/2017	34,47	34,29	34,26	34,34
05/05/2017	34,62	34,7	34,62	34,65
12/05/2017	34,35	34,18	34,66	34,40
19/05/2017	34,76	34,72	34,73	34,74
26/05/2017	34,9	34,89	34,5	34,76
02/06/2017	34,78	34,81	34,71	34,77
09/06/2017	34,68	34,61	34,84	34,71
16/06/2017	34,77	34,73	34,59	34,70
23/06/2017	34,92	34,64	34,7	34,75
28/06/2017	35,02	35,17	35,09	35,09

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 09.- Valores de pH superficial en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A- PAR	01-B- PAR	01-C- PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	8,36	-	-	8,36
13/01/2017	7,95	-	-	7,95
20/01/2017	8,11	-	-	8,11
27/01/2017	7,98	-	-	7,98
03/02/2017	8,36	-	-	8,36
10/02/2017	8,10	-	-	8,10
17/02/2017	7,95	-	-	7,95
24/02/2017	8,36	-	-	8,36
03/03/2017	7,94	-	-	7,94

10/03/2017	8,14	-	-	8,14
17/03/2017	8,03	-	-	8,03
24/03/2017	8,17	-	-	8,17
31/03/2017	7,82	-	-	7,82
07/04/2017	8,56	-	-	8,56
12/04/2017	8,46	-	-	8,46
21/04/2017	7,81	-	-	7,81
28/04/2017	7,28	-	-	7,28
05/05/2017	7,52	-	-	7,52
12/05/2017	7,42	-	-	7,42
19/05/2017	7,50	-	-	7,50
26/05/2017	7,44	-	-	7,44
02/06/2017	7,35	-	-	7,35
09/06/2017	7,56	-	-	7,56
16/06/2017	7,57	-	-	7,57
23/06/2017	7,58	-	-	7,58
28/06/2017	7,51	-	-	7,51

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 10.- Valores de pH de fondo en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-A- PAR	01-B- PAR	01-C- PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	-	-	-
14/10/2016	-	-	-	-
21/10/2016	-	-	-	-
28/10/2016	-	-	-	-
04/11/2016	-	-	-	-
11/11/2016	-	-	-	-
18/11/2016	-	-	-	-
25/11/2016	-	-	-	-
09/12/2016	-	-	-	-
16/12/2016	-	-	-	-
22/12/2016	-	-	-	-
29/12/2016	-	-	-	-
06/01/2017	8,50	8,33	-	8,42
13/01/2017	7,80	7,82	-	7,81
20/01/2017	7,78	7,83	-	7,81

27/01/2017	7,78	8,04	-	7,91
03/02/2017	7,74	7,80	-	7,77
10/02/2017	7,75	7,84	-	7,80
17/02/2017	7,79	7,93	-	7,86
24/02/2017	7,82	8,15	-	7,99
03/03/2017	7,94	8,00	-	7,97
10/03/2017	7,95	7,93	-	7,94
17/03/2017	7,87	7,95	8,08	7,97
24/03/2017	8,11	8,07	8,27	8,15
31/03/2017	7,92	8,00	8,02	7,98
07/04/2017	8,01	8,48	8,46	8,32
12/04/2017	7,83	8,20	8,23	8,09
21/04/2017	7,83	7,69	7,88	7,80
28/04/2017	7,30	7,33	7,41	7,35
05/05/2017	7,36	7,52	7,50	7,46
12/05/2017	7,38	7,32	7,59	7,43
19/05/2017	7,47	7,55	7,57	7,53
26/05/2017	7,31	7,41	7,47	7,40
02/06/2017	7,37	7,35	7,36	7,36
09/06/2017	7,34	7,47	7,46	7,42
16/06/2017	7,53	7,57	6,81	7,30
23/06/2017	7,39	7,50	7,50	7,46
28/06/2017	7,52	7,39	7,50	7,47

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 11.- Valores de ASP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.

FECHA	A	B	C
07/10/2016	-	<1.13	-
14/10/2016	-	<1.13	-
21/10/2016	-	<0.42	-
28/10/2016	-	<0.42	-
04/11/2016	-	<0.42	-
11/11/2016	-	<0.42	-
18/11/2016	-	<0.42	-
25/11/2016	-	<0.42	-
09/12/2016	-	<0.42	-
16/12/2016	-	<0.42	-

22/12/2016	-	<0.42	-
29/12/2016	-	<0.42	-
06/01/2017	-	<0.42	-
13/01/2017	-	<0.42	-
20/01/2017	-	<0.42	-
27/01/2017	-	<0.42	-
03/02/2017	-	<0.42	-
10/02/2017	-	<0.42	-
17/02/2017	-	<0.42	-
24/02/2017	-	<0.42	-
03/03/2017	-	<0.42	-
10/03/2017	-	<0.42	-
17/03/2017	-	<0.42	-
24/03/2017	-	<0.42	-
31/03/2017	-	<0.42	-
07/04/2017	-	<0.42	-
12/04/2017	-	<0.42	-
21/04/2017	-	<0.42	-
28/04/2017	-	<0.42	-
05/05/2017	-	<0.42	-
12/05/2017	-	<0.42	-
19/05/2017	-	<0.42	-
26/05/2017	-	<0.42	-
02/06/2017	-	<0.42	-
09/06/2017	-	<0.42	-
16/06/2017	-	<0.42	-
23/06/2017	-	<0.42	-
28/06/2017	-	<0.42	-

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 12.- Valores de DSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.

FECHA	A	01-B-PAR	C
07/10/2016	-	<LCM	-
14/10/2016	-	<LCM	-
21/10/2016	-	<LCM	-
28/10/2016	-	<LCM	-

04/11/2016	-	<LCM	-
11/11/2016	-	<LCM	-
18/11/2016	-	<LCM	-
25/11/2016	-	<LCM	-
09/12/2016	-	<LCM	-
16/12/2016	-	<LCM	-
22/12/2016	-	<LCM	-
29/12/2016	-	<LCM	-
06/01/2017	-	<LCM	-
13/01/2017	-	<LCM	-
20/01/2017	-	<LCM	-
27/01/2017	-	<LCM	-
03/02/2017	-	<LCM	-
10/02/2017	-	<LCM	-
17/02/2017	-	<LCM	-
24/02/2017	-	<LCM	-
03/03/2017	-	<LCM	-
10/03/2017	-	<LCM	-
17/03/2017	-	<LCM	-
24/03/2017	-	<LCM	-
31/03/2017	-	<LCM	-
07/04/2017	-	<LCM	-
12/04/2017	-	<LCM	-
21/04/2017	-	<LCM	-
28/04/2017	-	<LCM	-
05/05/2017	-	<LCM	-
12/05/2017	-	<LCM	-
19/05/2017	-	<LCM	-
26/05/2017	-	<LCM	-
02/06/2017	-	<LCM	-
09/06/2017	-	<LCM	-
16/06/2017	-	<LCM	-
23/06/2017	-	<LCM	-
28/06/2017	-	<LCM	-

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 13.- Valores de PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*. 2016 – 2017.

FECHA	01-A- PAR	01-B- PAR	01-C- PAR	PROMEDIO
07/10/2016	-	<260	-	<260
14/10/2016	-	<260	-	<260
21/10/2016	-	<300	-	<300
28/10/2016	-	<300	-	<300
04/11/2016	-	<300	-	<300
11/11/2016	-	<300	-	<300
18/11/2016	-	<300	-	<300
25/11/2016	-	<300	-	<300
09/12/2016	-	<300	-	<300
16/12/2016	-	<300	-	<300
22/12/2016	-	<300	-	<300
29/12/2016	-	<300	-	<300
06/01/2017	-	<300	-	<300
13/01/2017	-	<300	-	<300
20/01/2017	-	<300	-	<300
27/01/2017	-	<300	-	<300
03/02/2017	-	<300	-	<300
10/02/2017	-	<300	-	<300
17/02/2017	-	<300	-	<300
24/02/2017	-	<300	-	<300
03/03/2017	-	<300	-	<300
10/03/2017	-	<300	-	<300
17/03/2017	-	<300	-	<300
24/03/2017	-	382	1065	723.5
31/03/2017	-	781	700	740.5
07/04/2017	-	1224	1152	1188
12/04/2017	-	613	691	652
21/04/2017	-	816	712	764
28/04/2017	-	549	632	590.5
05/05/2017	-	376	400	388
12/05/2017	-	319	299	309
19/05/2017	-	371	340	355.5
26/05/2017	-	345	350	347.5
02/06/2017	-	<300	<300	<300
09/06/2017	-	299	364	331.5

16/06/2017	-	<300	<300	<300
23/06/2017	-	<300	<300	<300
28/06/2017	-	<300	<300	<300

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

Tabla N° 14.- Valores de densidad de fitoplancton potencialmente tóxico (*Alexandrium ostenfeldii*) en agua de mar. 2016 – 2017.

FECHA	01-B-PAR	01-B-PAR	01-C-PAR	PROMEDIO
07/10/2016	0	-	-	0
14/10/2016	0	-	-	0
21/10/2016	0	-	-	0
28/10/2016	0	-	-	0
04/11/2016	0	-	-	0
11/11/2016	0	-	-	0
18/11/2016	0	-	-	0
25/11/2016	0	-	-	0
09/12/2016	0	-	-	0
16/12/2016	0	-	-	0
22/12/2016	0	-	-	0
29/12/2016	0	-	-	0
06/01/2017	0	-	-	0
13/01/2017	0	-	-	0
20/01/2017	0	-	-	0
27/01/2017	1520	-	-	1520
03/02/2017	680	-	-	680
10/02/2017	0	-	-	0
17/02/2017	0	-	-	0
24/02/2017	0	-	-	0
03/03/2017	80	-	-	80
10/03/2017	4960	-	-	4960
17/03/2017	22320	12040	22720	19026.7
24/03/2017	408660	817300	412747	546235.7
31/03/2017	300	1300	700	766.7
07/04/2017	900	200	700	600
12/04/2017	0	0	100	33.3
21/04/2017	500	700	400	533.3

28/04/2017	160	880	2560	1200
05/05/2017	80	0	80	53.3
12/05/2017	0	0	0	0
19/05/2017	0	0	0	0
26/05/2017	0	0	-	0
02/06/2017	0	-	-	0
09/06/2017	0	-	-	0
16/06/2017	0	-	-	0
23/06/2017	120	-	-	120
28/06/2017	0	-	-	0

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

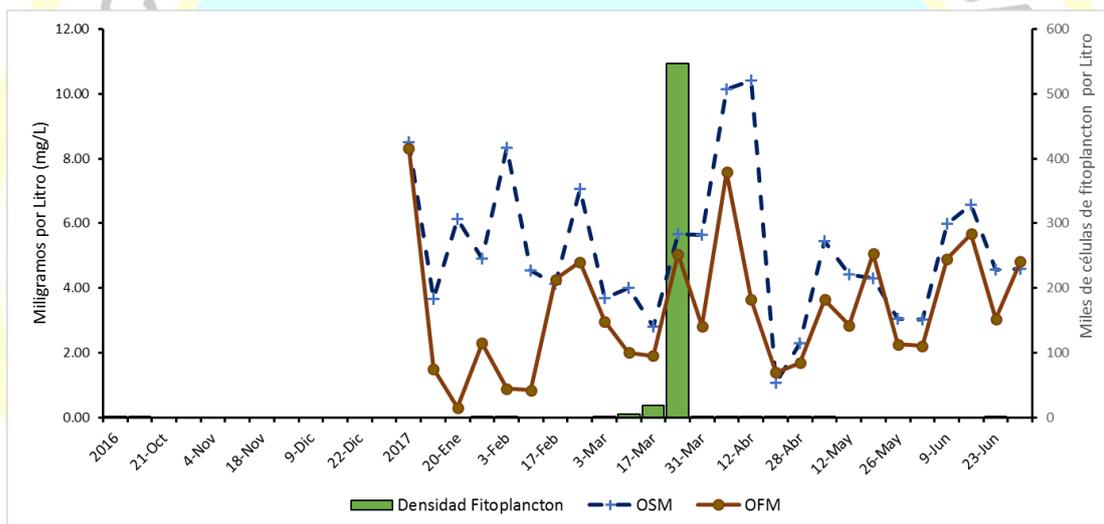


Figura 02.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y el Oxígeno Disuelto, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

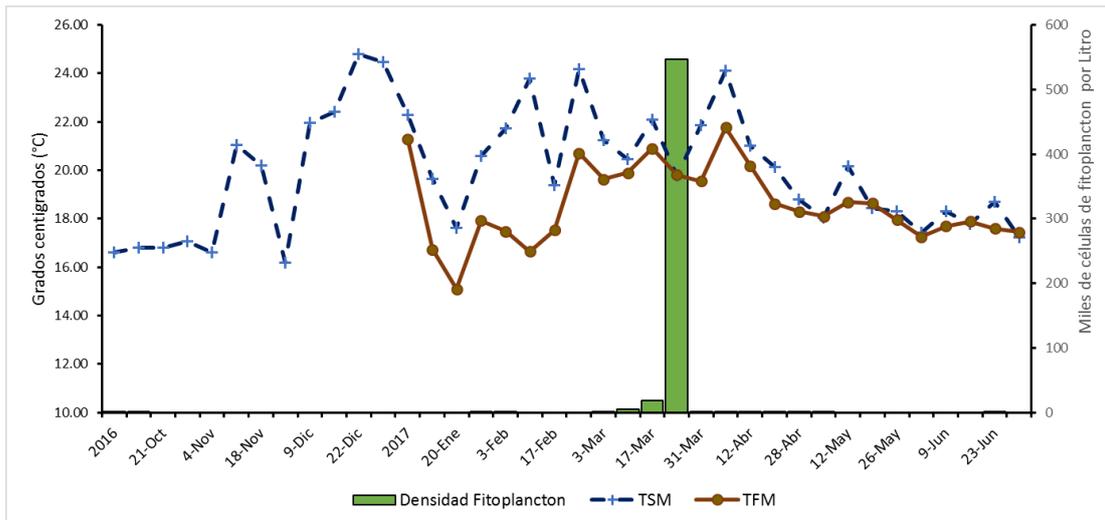


Figura 03.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la Temperatura, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.
Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

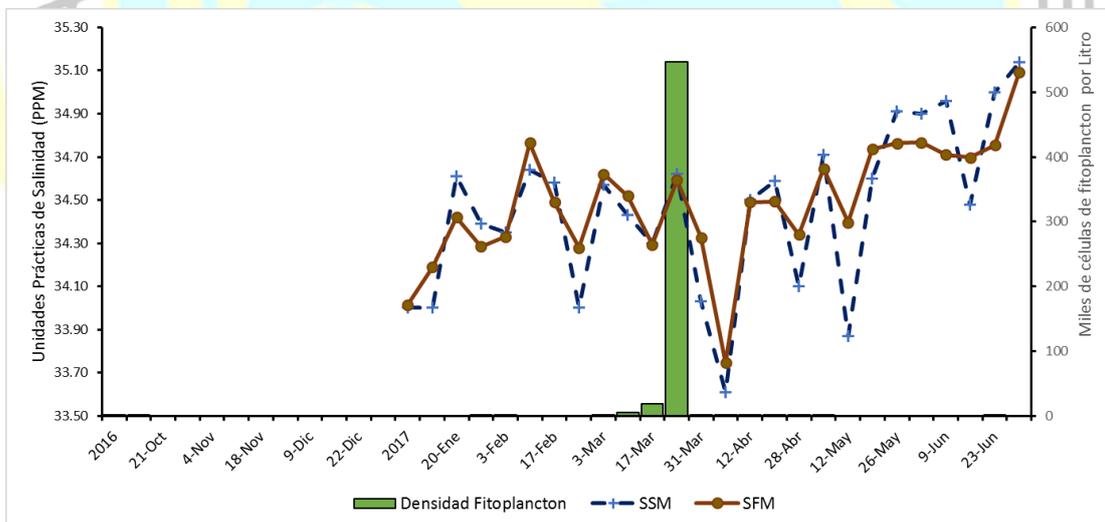


Figura 04.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la Salinidad, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.
Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

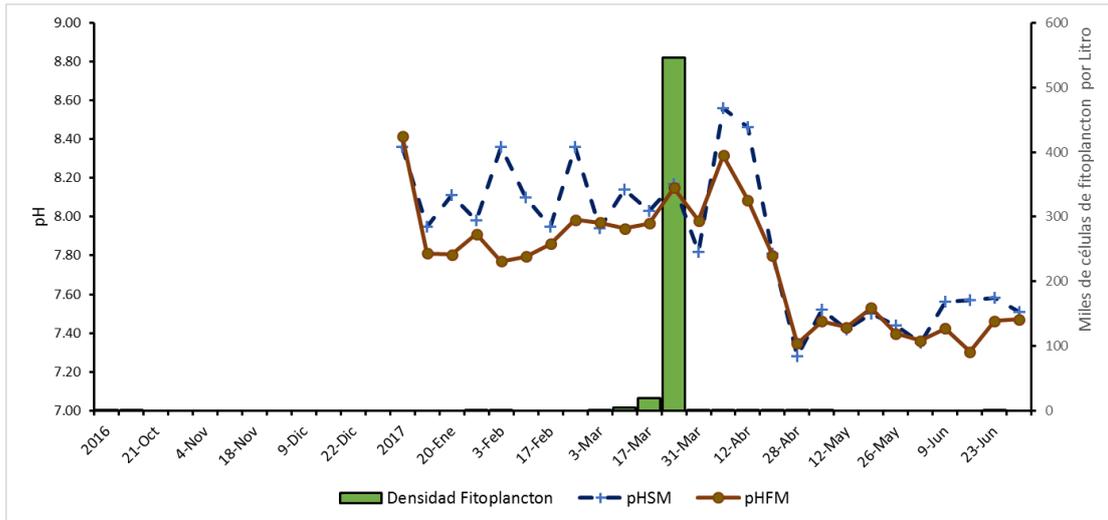


Figura 05.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y el pH, en superficie y fondo, del agua de mar de la bahía de Paracas.

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

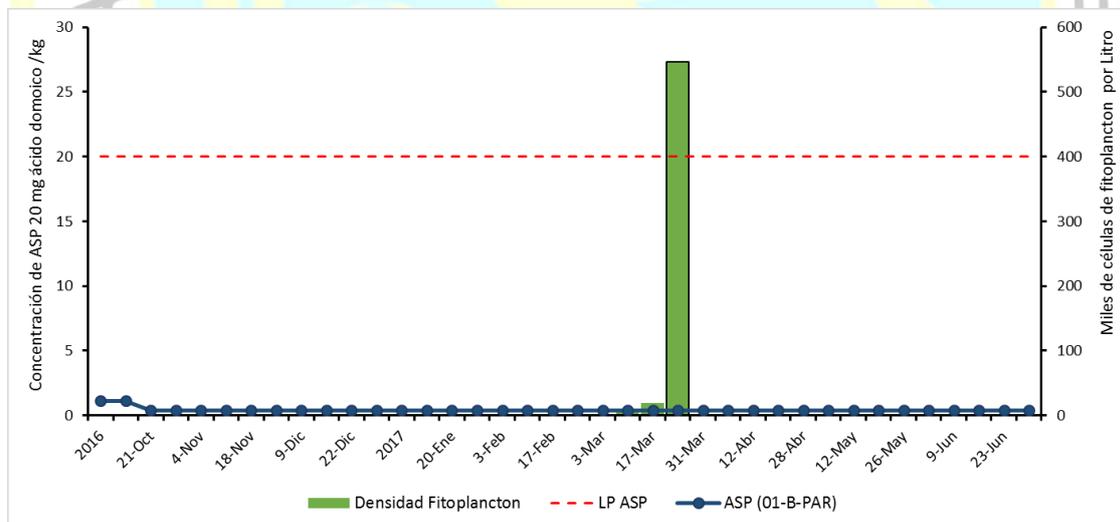


Figura 06.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos.

Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

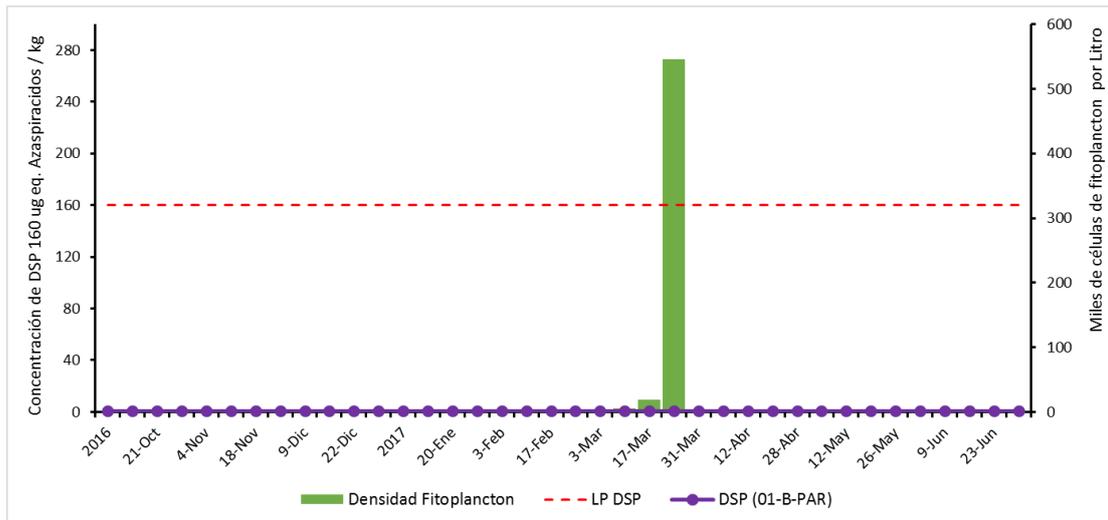


Figura 07.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos. Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.

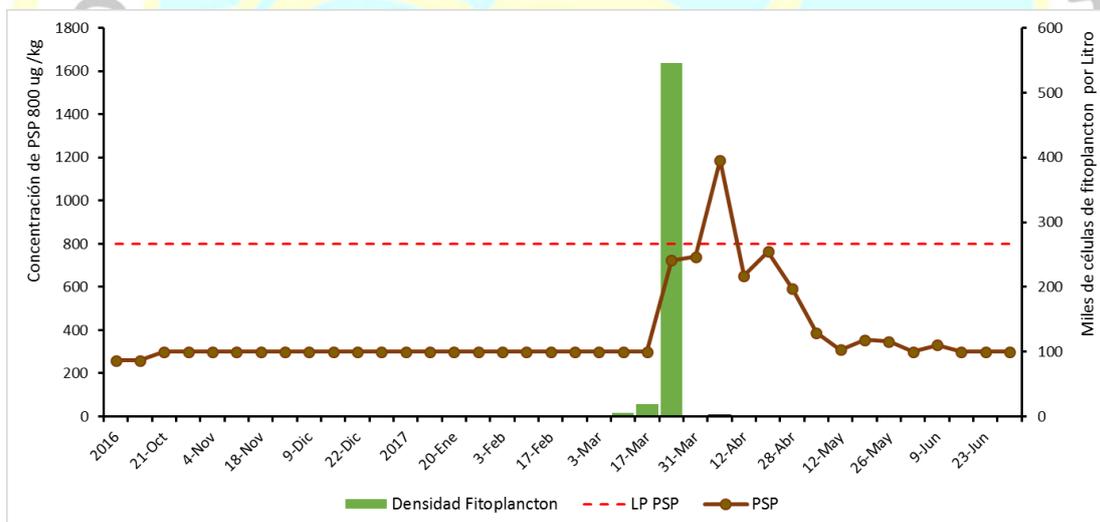
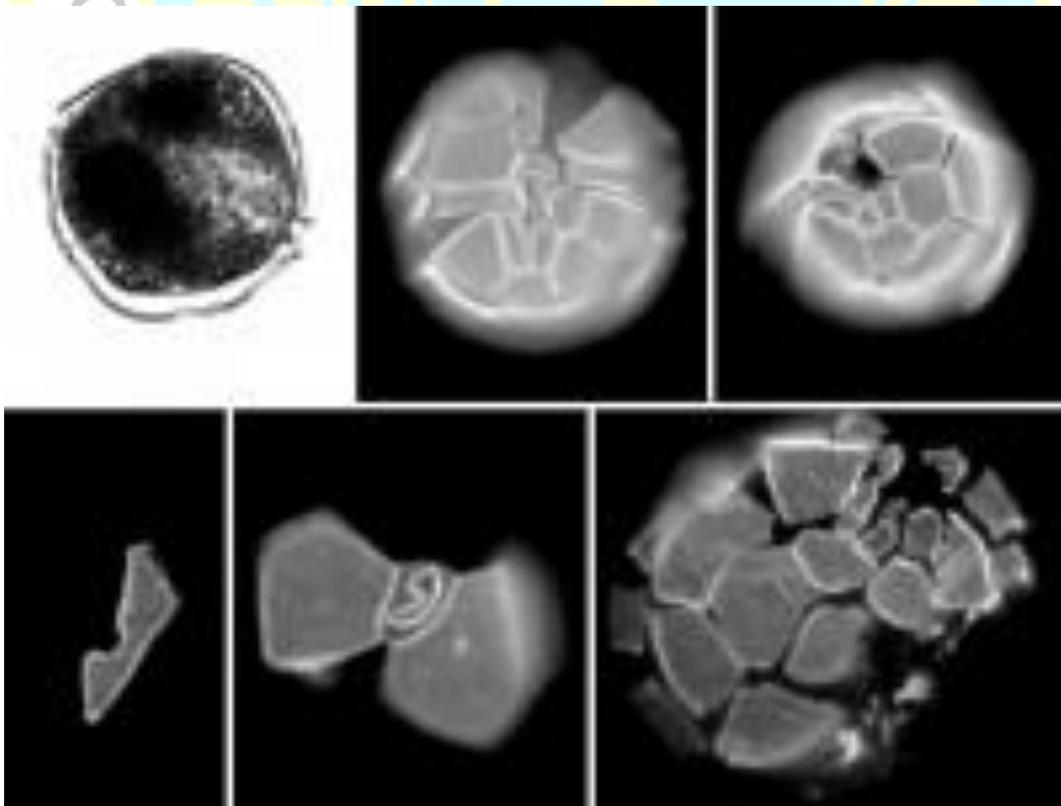


Figura 08.- Relación entre la ocurrencia de un florecimiento algal y la aparición de la biotoxina PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) o Intoxicación Paralizante por moluscos. Fuente: & SANIPES. Elaboración propia.



Fotografía 01.- Marea roja en Pisco – Ica, bahía Paracas.
Tomado de: <https://diariocorreo.pe/regional/marea-roja-provoco-muerte-de-especies-marinas-en-pisco-656678/>



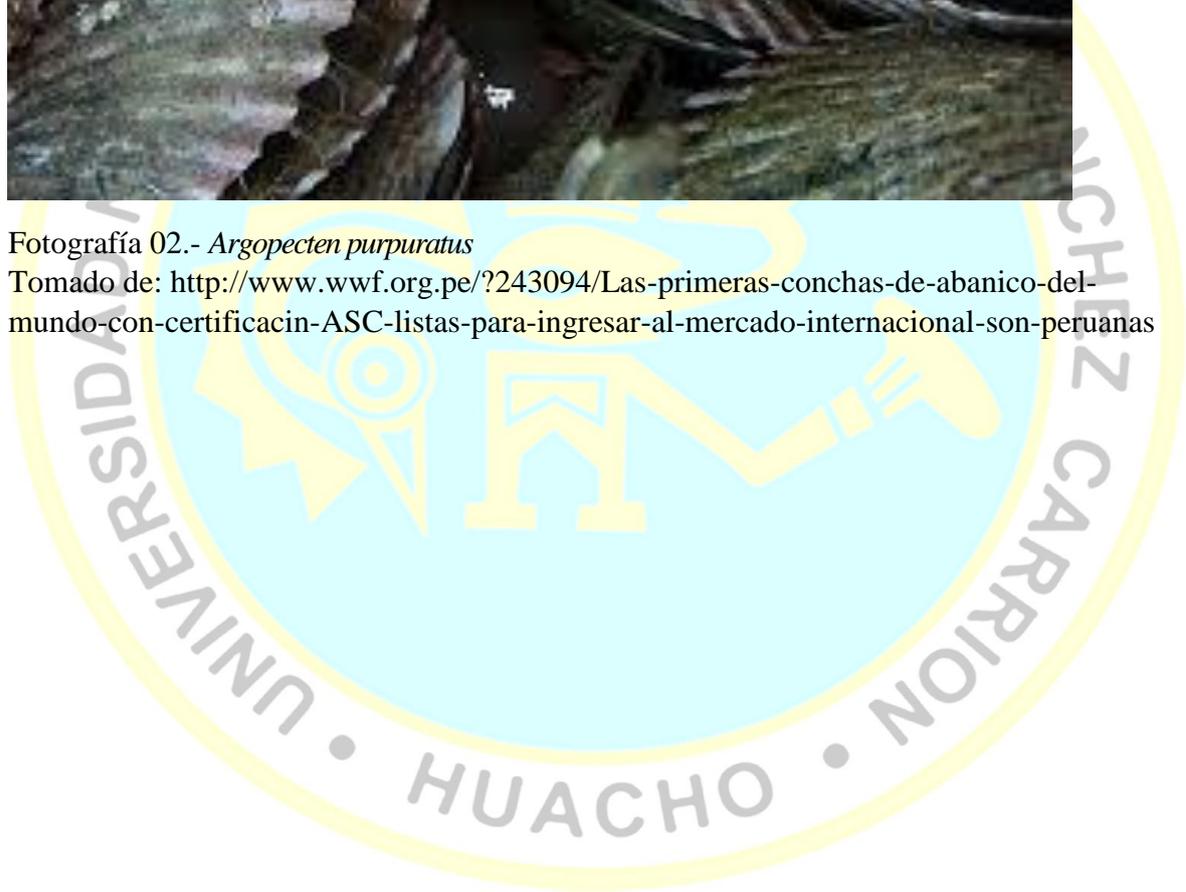
Fotografía 02.- *Alexandrium ostenfeldii*

Tomado de: <http://cultures.cawthron.org.nz/ciccm/index.php?-table=cultures&-action=browse&id=%3D80>



Fotografía 02.- *Argopecten purpuratus*

Tomado de: <http://www.wwf.org.pe/?243094/Las-primas-conchas-de-abanico-del-mundo-con-certificacin-ASC-listas-para-ingresar-al-mercado-internacional-son-peruanas>



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Atenas es una zona ubicada en la bahía de Paracas, provincia de Pisco, departamento de Ica, se caracteriza por ser un ambiente marino costero altamente sensible y con fondos con poca profundidad y de relativa estabilidad, estas condiciones generan una alta variabilidad por su relevante relación existente en la interface mar – tierra.

El Organismo de Sanidad Pesquera SANIPES, realiza el monitoreo sanitario para determinar las condiciones sanitarias del ambiente marino y la inocuidad de los organismos bivalvos vivos en diversas áreas del litoral peruano.

A nivel nacional, SANIPES ha identificado y delimitado diversas áreas para monitorearlas y establecer si se habilitan o cierran para la extracción de moluscos bivalvos.

En la bahía de Paracas, se estableció el área de producción de moluscos bivalvos denominada Atenas – 006 – PAR, estableciendo tres estaciones de muestreo (denominadas 01-A-PAR, 01-B-PAR y 01-C-PAR).

En el monitoreo sanitario, a nivel nacional, se registran datos de temperatura del agua marina oxígeno disuelto, pH y salinidad (a nivel superficial y de fondo) con un multiparámetro; así como, datos de transparencia y coloración de la superficie marina, y la dirección del viento. Complementariamente, se obtienen muestras de concha de abanico y otros recursos moluscos bivalvos, para analizarlos y determinar la presencia de biotoxinas marinas, Coliformes totales y fecales, entre otros parámetros que determinen la inocuidad y sanidad de los organismos analizados.

En Bahía Paracas, se analizaron los datos de los muestreos quincenales, filtrando la información y procesando los que corresponde a los parámetros oceanográficos temperatura, oxígeno, salinidad, pH; la densidad de fitoplancton; y, las concentraciones de biotoxinas ASP, DSP y PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus*, en el periodo octubre 2016 – junio 2017.

El análisis de los datos demostró la ocurrencia de florecimientos de fitoplancton potencialmente tóxico (*Alexandrium ostenfeldii*) en tres ocasiones. La primera ocurrió el 27 de enero de 2017 y se determinó una densidad promedio de 1520 mil células por Litro.

El 24 de marzo se observó un segundo florecimiento algal de la misma especie, de mayor intensidad, alcanzando como máximo la cantidad promedio de 546236 mil células por Litro. Seguidamente, a finales del mes de abril, se observó un pico máximo promedio de 1200 mil células por Litro.

Analizando la concentración de biotoxinas marinas en ejemplares de concha de abanico *Argopecten purpuratus* extraídas de la bahía de Paracas, se observó que las biotoxinas ASP y DSP no superaron los límites máximos permitidos y que de producirse, determinarían el cierre de las áreas de extracción hasta que se restablezcan las condiciones de inocuidad.

En el caso de la biotoxina marina PSP se observaron tres episodios, el primero ocurrió el 31 de marzo con una concentración promedio de 741 ug eq. STX 2HCl/kg, 441 ug cercano al Límite Permisible para estas biotoxinas, que corresponde a 800 ug eq. STX 2HCl/kg según el manual de indicadores del SANIPES.

El segundo pico alcanzó en promedio una concentración de 1188 ug eq. STX 2HCl/kg, siendo mayor al Límite Permisible y que meritó el cierre del área de producción y la realización de monitoreos más frecuentes, evidenciándose una reducción de la concentración promedio a 652 ug eq. STX 2HCl/kg, a la semana siguiente, inferior al límite permisible

El 21 de abril se evidenció un tercer pico, con una concentración promedio de 764 ug eq. STX 2HCl/kg, para posteriormente descender paulatinamente, con valores promedios, que pasaron por 591, 388, 310 y 356 ug eq. STX 2HCl/kg, hasta alcanzar una concentración promedio de 348 ug eq. STX 2HCl/kg el 26 de mayo del 2017.

La información analizada evidencia que la ocurrencia de los episodios de florecimientos algales por fitoplancton potencialmente tóxico (*Alexandrium ostenfeldii*), en la bahía de Paracas, se relaciona directamente con la posterior aparición de la biotoxina marina Paralytic Shellfish Poisoning en ejemplares de concha de abanico *Argopecten purpuratus* procedente del medio natural de la citada bahía.

Para desarrollar una correlación como prueba de hipótesis, utilizando R de Pearson, es necesario contar con al menos 6 episodios de florecimientos algales, de modo que el error estándar alcance un 95% de confianza y resulte ser estadísticamente confiable.

Por esta razón, es necesario que el SANIPES continúe realizando monitoreos sanitarios en la bahía de Paracas, para obtener mayor información sobre los florecimientos algales ocasionados por fitoplancton potencialmente tóxico, con el objetivo de estimar, entre otros,

la correlación estadística con la aparición de biotoxinas marinas en moluscos bivalvos, como la concha de abanico *Argopecten purpuratus*.

Asimismo, es necesario realizar diversos estudios con el objeto de encontrar la misma relación de florecimiento algal y aparición de biotoxinas, en otras áreas marinas del litoral peruano, de modo que permita elaborar un modelo para predecirlas.

Por otro lado, es importante determinar si otras especies de fitoplancton que generan florecimientos algales, corresponden a especies potencialmente tóxicas, y de ese modo relacionarlo con el tipo de biotoxina que sería acumuladas por los moluscos bivalvos como la concha de abanico *Argopecten purpuratus*.



CAPÍTULO VI

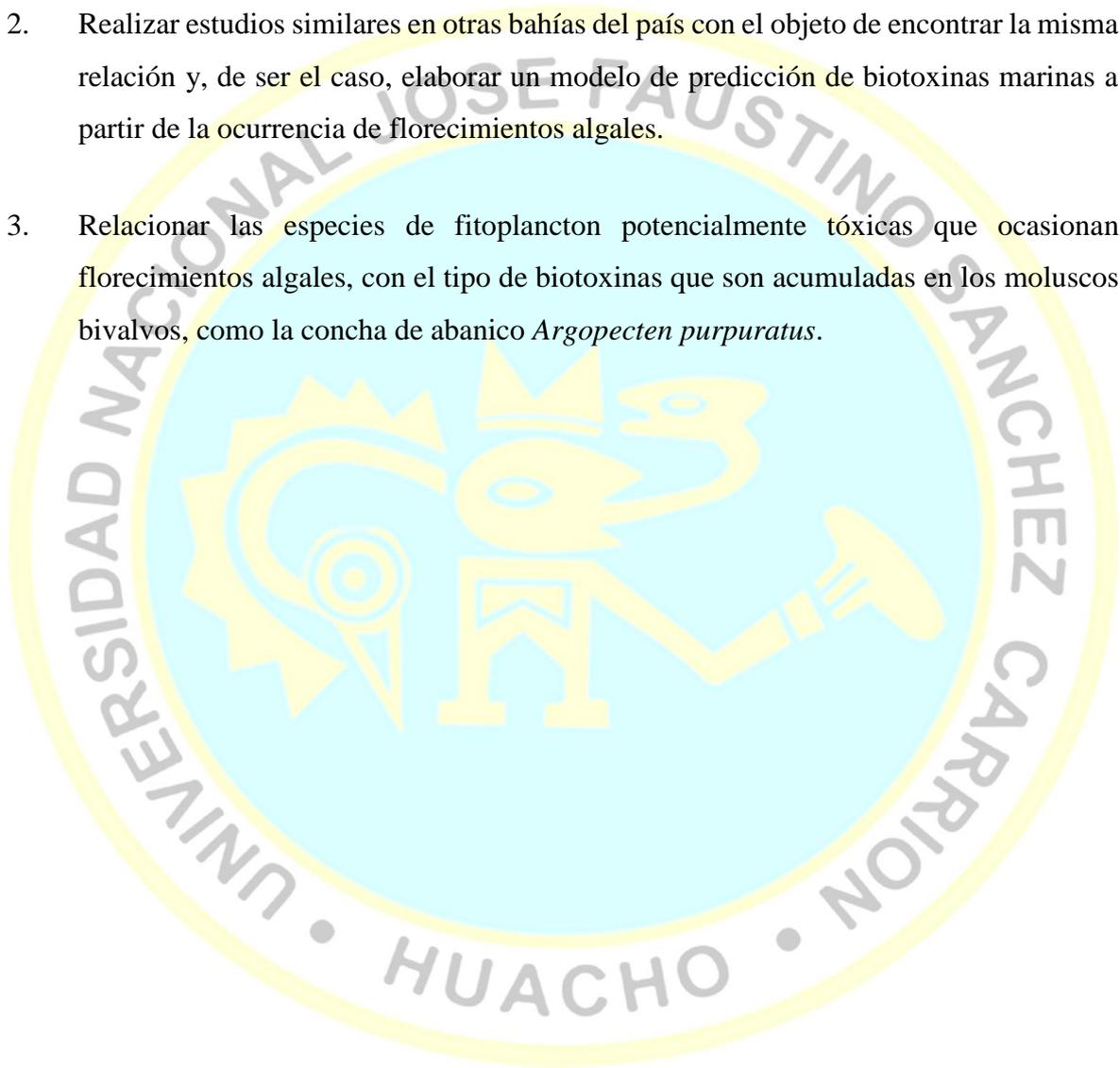
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Se obtuvieron datos de densidad de fitoplancton en el mar y concentración de biotoxinas en concha de abanico *Argopecten purpuratus*, procedentes de bahía de Paracas en el periodo octubre 2016 – junio 2017.
2. Se evidenció la presencia de tres florecimientos de fitoplancton potencialmente tóxico de la especie *Alexandrium ostenfeldii*, en la bahía de Paracas, ocurridos en enero, marzo y abril del 2017, con picos máximos de concentración promedio de 1520, 546236 y 1200 miles de células por Litro, respectivamente.
3. Se evidenció la aparición de la biotoxina marina PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* extraídas de la bahía de Paracas, mostrando tres episodios que alcanzaron valores promedios máximos de 741, 1188 y 764 ug eq. STX 2HCl/kg, respectivamente.
4. Se comprobó que la ocurrencia de florecimientos algales en la bahía de Paracas, con fitoplancton potencialmente tóxico de la especie *Alexandrium ostenfeldii*, se relaciona con la aparición de la biotoxina marina PSP en concha de abanico *Argopecten purpuratus* que habita en el medio natural de la citada bahía.
5. De las tres biotoxinas marinas analizadas (ASP, DSP y PSP), solo se detectó la presencia de Paralytic Shellfish Poisoning en concha de abanico *Argopecten purpuratus*.

6.2 Recomendaciones

1. Continuar con los monitoreos en la bahía de Paracas para determinar la aparición de florecimientos algales a fin de proyectar la ocurrencia de biotoxinas marinas en moluscos bivalvos, como la concha de abanico *Argopecten purpuratus*.
2. Realizar estudios similares en otras bahías del país con el objeto de encontrar la misma relación y, de ser el caso, elaborar un modelo de predicción de biotoxinas marinas a partir de la ocurrencia de florecimientos algales.
3. Relacionar las especies de fitoplancton potencialmente tóxicas que ocasionan florecimientos algales, con el tipo de biotoxinas que son acumuladas en los moluscos bivalvos, como la concha de abanico *Argopecten purpuratus*.



REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

1. Arce Castro, D., & Mendo, J. (2014). Efecto de *Ulva* Spp. sobre el crecimiento y supervivencia de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Paracas. *Ecología Aplicada*, 13(2), 193-204.
2. Arntz, W. E., & Valdivia, E. (1983). Incidencia del Fenómeno El Niño sobre los mariscos en el litoral peruano. p 91-101
3. Bandin, L., & Mendo, A. (1999). Asentamiento larval de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en colectores artificiales en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Investigaciones marinas*, 27, 3-13.
4. Baylón, M., Sánchez, S., Bárcena, V., López, J., & Mamani, E. (2015). Primer reporte del dinoflagelado potencialmente tóxico *Alexandrium minutum* Halim 1960 en el litoral peruano. *Revista Peruana de Biología*, 22(1), 113-118.
5. Busch, J. A. (2013). Phytoplankton dynamics and bio-optical variables associated with harmful algal blooms in aquaculture zones (Doctoral dissertation, Staats-und Universitätsbibliothek Bremen).
6. 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), 49-65.
7. Kanagusuku G. K. 2009. Evaluación de los bioincrustantes presentes sistemas de cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) "concha de abanico" en la bahía de Samanco – Chimbote. Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciada en Biología Universidad Ricardo Palma Facultad de Ciencias Biológicas.
8. Meltzoff, S. K., Lemons, M., Asfour, L., Guardia-Montoya, G., & Gonzales, R. (2005). Sustaining El Niño-Induced Scallop Booms with Aquaculture. *Culture & Agriculture*, 27(1), 1-15.
9. Mendo, J., & Wolff, M. (2003). El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1), 51-57.
10. Mendo, J., Wolff, M., Carbajal, W., Gonzáles, I., & Badjeck, M. (2008). Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico

- (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. En Lovatelli, A., Farías, A., & Uriarte, I. (2008). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO, 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile.
11. Mendoza, D. (2013). Situación del extensionismo acuícola en el Perú. Red acuícola de las Américas y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Lima. Produce.
 12. Mora, M., Ascón, D., & Hung, A. (2016). Evaluación y validación de la prueba de qPCR para el control y monitoreo de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia* en las bahías de Guaynuna y Salinas. Salud y Tecnología Veterinaria, 3(1), 13.
 13. Orozco, R., Quispe, Y., Lorenzo, A., & Zamudio, M. L. (2017). Asociación de floraciones de algas nocivas y *Vibrio* spp. en áreas de pesca y acuicultura de bivalvos de moluscos en las bahías de Sechura y Pisco, Perú. Revista Peruana de Biología, 24(1), 111-116.
 14. Poot-Delgado, C. A., Rosado-García, P. I., & Guzmán-Noz, Y. A. (2010). Fitoplancton marino potencialmente nocivo, en la bahía de Campeche, México. Research Gate. Conference paper. October 2010.
 15. PRODUCE (2004). Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos Vivos. Decreto Supremo N° 07-2004-PRODUCE. 32 p.
 16. PROMPERÚ (2010). Guía de requisitos sanitarios y fitosanitarios para exportar alimentos a los Estados Unidos. Primera edición. 16 p.
 17. PROMPERÚ (2015). Guía de acceso para alimentos al mercado de la Unión Europea. Informe especializado. 73 p.
 18. Reguera, B. (2003). Biología, autoecología y toxicología de las principales especies del género *Dinophysis* asociadas a episodios de Intoxicación Diarreogénica por Bivalvos (DSP). Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 311 p.
 19. Riobó P., (2008). Palitoxinas, ensayos biológicos y métodos químicos para su determinación en organismos marinos. Tesis Doctoral. U. de Vigo. 248 p.
 20. SANIPES (2016). Procedimiento: Control Oficial de Zonas y Áreas de Producción Clasificadas de Moluscos Bivalvos. Subdirección de Supervisión Acuícola. 16 p.
 21. Sieme, B., Wolff, M., Taylor, M., & Soetaert, K. (2015). Causes of performance

- differences between scallop culture in Peru and Chile: a bio-economical modelling approach. In Mees, J., & Seys, J. (2015). Book of abstracts-VLIZ Young Marine Scientists' Day. Brugge, Belgium, 20 February 2015. VLIZ Special Publication 71. 196 p.
22. Stotz, W. B., & González, S. A. (1997). Abundance, growth, and production of the sea scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819): bases for sustainable exploitation of natural scallop beds in north-central Chile. *Fisheries Research*, 32(2), 173-183.
 23. Valdivieso, V. 1990. Cultivo de moluscos en el Perú. In *Cultivo de moluscos en América Latina*. A. Hernández (ed). Edit. Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. Pp. 329 – 345.
 24. Vicente, H. G. F. (2014). Inocuidad en los productos de la pesca artesanal. *Big Bang Faustiniiano*, 3(1).
 25. Vicente, H. G. F., López, F. P., & Gálvez, D. I. S. (2015). Buenas prácticas de manufactura y preservación a bordo: pescado inocuo. *Big Bang Faustiniiano*, 3(4).
 26. Wolff, M. (1988). Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. *Marine ecology progress series*. Oldendorf, 42(3), 213-217.
 27. Wolff, M., Taylor, M., Mendo, J., & Yamashiro, C. (2007). A catch forecast model for the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) based on estimators of spawning stock and settlement rate. *ecological modelling*, 209(2), 333-341.

7.2 Fuentes electrónicas

FAO:	http://www.fao.org/
IMARPE:	http://www.imarpe.pe/imarpe/
ITP:	http://www.itp.gob.pe/
PRODUCE:	http://www.produce.gob.pe/
SANIPES:	http://www.sanipes.gob.pe/

ANEXOS

1.- Protocolo Sanitario de Fitoplancton Potencialmente tóxico <http://www.sanipes.gob.pe/web/index.php/es/informacion-y-documentacion/supervision-y-fiscalizacion/fitoplancton>

 PERÚ Ministerio de Agricultura e Irrigación		 SANIPES																																																											
PROTOCOLO SANITARIO DE FITOPLANCTON POTENCIALMENTE TÓXICO Protocolo Técnico de Clasificación Sanitaria N° 006-PAR-01 Monitoreo de Fitoplancton Potencialmente Tóxico Resultado de los Ensayos Cuantitativos de Fitoplancton Potencialmente Tóxico (N° cell/L) Departamento: Ica / Zona: Aletas / Código: 006																																																													
<table border="1"> <tr><td>N° MONITOREO</td><td>10</td></tr> <tr><td>SEMANA</td><td>05/03/2017 al 11/03/2017</td></tr> <tr><td>FECHA DE MONITOREO</td><td>10/03/2017</td></tr> <tr><td>ESTACION DE MUESTREO</td><td>01-A-PAR</td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>6</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA (°C)</td><td>20.45</td></tr> <tr><td>SALINIDAD (psm)</td><td>34.43</td></tr> <tr><td>OXIGENO (mg/L)</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>pH</td><td>8.14</td></tr> </table>		N° MONITOREO	10	SEMANA	05/03/2017 al 11/03/2017	FECHA DE MONITOREO	10/03/2017	ESTACION DE MUESTREO	01-A-PAR	PROFUNDIDAD (m)	6	TEMPERATURA (°C)	20.45	SALINIDAD (psm)	34.43	OXIGENO (mg/L)	4.00	pH	8.14																																										
N° MONITOREO	10																																																												
SEMANA	05/03/2017 al 11/03/2017																																																												
FECHA DE MONITOREO	10/03/2017																																																												
ESTACION DE MUESTREO	01-A-PAR																																																												
PROFUNDIDAD (m)	6																																																												
TEMPERATURA (°C)	20.45																																																												
SALINIDAD (psm)	34.43																																																												
OXIGENO (mg/L)	4.00																																																												
pH	8.14																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FITOPLANCTON POTENCIALMENTE TÓXICO</th> <th>RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIATOMEAS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grupo Pseudo-nitzschia delicatissima</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Grupo Pseudo-nitzschia seriata</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Alexandrium minutum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Alexandrium monilatum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Alexandrium ostenfeldii</td> <td>4950</td> </tr> <tr> <td>Alexandrium tamiyavanichii</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Alexandrium sp.</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Azadinium sp.</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Cochlodinium polykrikoides</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Dinophysis acuminata</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Dinophysis caudata</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Dinophysis infundibulum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>DINOFLAGELADOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dinophysis tripos</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Gonyaulax spinifera</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Gonyaulax cf. spinifera</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Gymnodinium catenatum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Karenia sp.</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Karlodinium sp.</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Lingulodinium polyedrum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Phaeocystis mitis</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Phaeocystis rotundatum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Prorocentrum cordatum</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Prorocentrum lima</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Prorocentrum reticulatum</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>FITOFAGELADOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heterosigma akashiwo</td> <td>451150</td> </tr> </tbody> </table>		FITOPLANCTON POTENCIALMENTE TÓXICO	RESULTADOS	DIATOMEAS		Grupo Pseudo-nitzschia delicatissima	0	Grupo Pseudo-nitzschia seriata	0	Alexandrium minutum	0	Alexandrium monilatum	0	Alexandrium ostenfeldii	4950	Alexandrium tamiyavanichii	0	Alexandrium sp.	0	Azadinium sp.	0	Cochlodinium polykrikoides	0	Dinophysis acuminata	0	Dinophysis caudata	0	Dinophysis infundibulum	0	DINOFLAGELADOS		Dinophysis tripos	0	Gonyaulax spinifera	0	Gonyaulax cf. spinifera	0	Gymnodinium catenatum	0	Karenia sp.	0	Karlodinium sp.	0	Lingulodinium polyedrum	0	Phaeocystis mitis	0	Phaeocystis rotundatum	0	Prorocentrum cordatum	0	Prorocentrum lima	0	Prorocentrum reticulatum	40	FITOFAGELADOS		Heterosigma akashiwo	451150		
FITOPLANCTON POTENCIALMENTE TÓXICO	RESULTADOS																																																												
DIATOMEAS																																																													
Grupo Pseudo-nitzschia delicatissima	0																																																												
Grupo Pseudo-nitzschia seriata	0																																																												
Alexandrium minutum	0																																																												
Alexandrium monilatum	0																																																												
Alexandrium ostenfeldii	4950																																																												
Alexandrium tamiyavanichii	0																																																												
Alexandrium sp.	0																																																												
Azadinium sp.	0																																																												
Cochlodinium polykrikoides	0																																																												
Dinophysis acuminata	0																																																												
Dinophysis caudata	0																																																												
Dinophysis infundibulum	0																																																												
DINOFLAGELADOS																																																													
Dinophysis tripos	0																																																												
Gonyaulax spinifera	0																																																												
Gonyaulax cf. spinifera	0																																																												
Gymnodinium catenatum	0																																																												
Karenia sp.	0																																																												
Karlodinium sp.	0																																																												
Lingulodinium polyedrum	0																																																												
Phaeocystis mitis	0																																																												
Phaeocystis rotundatum	0																																																												
Prorocentrum cordatum	0																																																												
Prorocentrum lima	0																																																												
Prorocentrum reticulatum	40																																																												
FITOFAGELADOS																																																													
Heterosigma akashiwo	451150																																																												
SM: Sin Monitoreo Fuente: Laboratorio SANIPES-CALLAO																																																													
Observaciones: <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>																																																													

- Manual de Indicadores Sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación (Pag. 18 contenido máximo de biotoxinas en moluscos bivalvos)

http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/6_R_DE_N_057_2016_A1.pdf

que se realizará cuatrimestralmente por parte del SANIPES y/o cuando se estime conveniente de acuerdo a un análisis de riesgos.

• **Plan de Evaluación**

Para los controles oficiales en áreas de producción se realizará 1 ensayo por cada estación de muestreo, y en el producto terminado, se ensayarán n=1, c=0 a partir de las muestras obtenidas.

• **Requisitos para la certificación**

Los límites máximos de aceptación (n=M) están establecidos en la Tabla N° 10.

Si los límites son excedidos en la evaluación de moluscos de las áreas de producción, el SANIPES elabora un Plan de Contingencia.

Los lotes de moluscos bivalvos que excedan los límites permisibles, serán rechazados y eliminados.

Tabla N° 10 - Contenido máximo de biotoxinas en moluscos bivalvos ⁽¹⁾

TOXINA	LÍMITE MÁXIMO EN ÁREA DE PRODUCCIÓN	LÍMITE MÁXIMO EN PRODUCTO TERMINADO PARA EL CONTROL OFICIAL
Toxinas paralizantes de molusco ("Paralytic Shellfish Poison" PSP)	800 µg /Kg	800 µg /Kg
Toxinas amnésicas de molusco ("Amnesic Shellfish Poison" ASP)	20 mg de ácido domoico /Kg	20 mg de ácido domoico /Kg
Toxinas lipofílicas	Ácido oscadico	160 µg de equivalentes de ácido oscadico/Kg
	Pectenotoxinas	160 µg de equivalentes de ácido oscadico/Kg
	Dinofisatoxinas	160 µg de equivalentes de ácido oscadico/Kg
	Yescotoxinas	3.75 mg de equivalente de yescotoxina /Kg
Azaspíricidos	160 µg de equivalentes de azaspíricido /Kg	160 µg de equivalentes de azaspíricido /Kg

Referencia (1): REGLAMENTO (CE) Nº 853/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal (Pag. 99 – 100); REGLAMENTO (UE) Nº 1831/2003 DE LA COMISIÓN de 19 de agosto de 2003 (Resolución).

1.3.4 **DETECCIÓN DE VIRUS DE HEPATITIS A (VHA) EN MOLUSCOS BIVALVOS**

Se aplica como medida de control según la Decisión 2005/855/CE de la Comisión, de 12 de noviembre de 2005, relativa a las medidas de emergencia para la suspensión de las importaciones de determinados moluscos bivalvos destinados al consumo humano procedentes de Perú.

Tabla N° 11 - Frecuencia de control de VHA en moluscos bivalvos por área de producción y como producto terminado

FRECUENCIA DE CONTROL		METODOLOGÍA
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PRODUCTO TERMINADO	ISO/TS 15216-2
Cada 15 días /Área	Cada lote certificado	
Plan de muestreo		
Según evaluación de riesgos de cada área	La cantidad de muestras se determina según la NTP 700 002	
Plan de evaluación	Estandares de Certificación	
Área de Repoblamiento (Fondo) n=1 / área c=0	Área de Cultivo Suspendido (Cisterna) n=1 / área c=0	n=1 Para cultivos suspendidos n=5 para cultivos de fondo c=0

M(o). PEDRO JAMES VASQUEZ MEDINA
ASESOR

M(o). FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA
PRESIDENTE

Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA
SECRETARIO

Dr. JORGE HORACIO ROMERO HERBOZO
VOCAL

