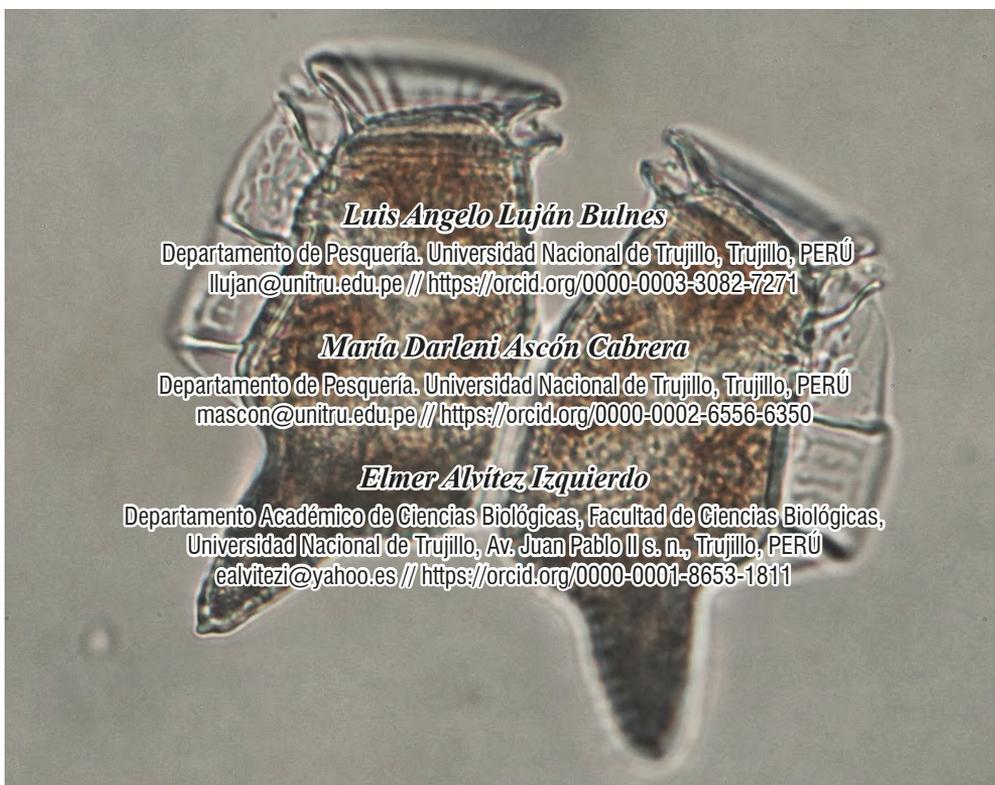


Toxicidad del género *Dinophysis* en la maricultura de la Bahía Guaynuná, Ancash, Perú

Toxicity of the genus *Dinophysis* in mariculture of the Guaynuná Bay, Ancash, Peru



Luis Angelo Luján Bulnes

Departamento de Pesquería, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, PERÚ
llujan@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0003-3082-7271>

María Darleni Ascón Cabrera

Departamento de Pesquería, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, PERÚ
mascon@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-6556-6350>

Elmer Alvítez Izquierdo

Departamento Académico de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s. n., Trujillo, PERÚ
ealvitezi@yahoo.es // <https://orcid.org/0000-0001-8653-1811>

Resumen

Las especies de *Dinophysis* causantes de proliferaciones variadas forman parte de los episodios de microalgas tóxicas, las cuales generan un gran impacto negativo en la salud humana, el ecosistema marino y las actividades económicas relacionadas. En este trabajo presentamos la relación de la toxicidad del género *Dinophysis* en la maricultura de la bahía Guaynuná durante el año 2015, mediante las concentraciones celulares determinadas y los análisis de toxicidad de los organismos en cultivo (moluscos). Se determinó cuatro especies de *Dinophysis*: *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* y *D. tripos*; presencia de positivos de toxinas lipofílicas, máximas concentraciones de *Dinophysis* durante el verano 400 cel/L, 840 cel/L, 320 cel/L, 480 cel/L y 640 cel/L en cinco estaciones; la temperatura promedio superficial llegó a 21.17°C; el oxígeno disuelto promedio fluctuó entre 10.77 mg/L y 0.27 mg/L en la columna de agua. El estudio indica que, la zona evaluada mantiene niveles bajos de especies del género *Dinophysis* posiblemente al manejo ambiental adecuado en la maricultura.

Palabras clave: *Dinophysis*, toxicidad

Abstract

Dinophysis species causing various proliferations are part of the episodes of toxic microalgae, which generate a large negative impact on human health, marine ecosystems and related economic activities. In this paper we present the relationship of the toxicity of gender *Dinophysis* in mariculture of Guaynuna bay during 2015, through certain cell concentrations and toxicity testing of organisms in culture (shellfish). Four species of *Dinophysis* was determined: *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* and *D. tripos*; positive presence of lipophilic toxins, maximum concentrations during the summer *Dinophysis* 400 cells / L, 840 cells / L, 320 cells / L, 480 cells / L and 640 cells / L at five stations; the average surface temperature reached 21.17 ° C; the average dissolved oxygen ranged between 10.77 mg / L and 0.27 mg / L in the water column. The study indicates that the area evaluated maintains low levels of species of the genus *Dinophysis* possibly to sound environmental management in mariculture.

Keyword: *Dinophysis*, toxicity.

Citación: Luján, L; M. Ascón & E. Alvitez. 2023. Toxicidad del género *Dinophysis* en la maricultura de la Bahía Guaynuná, Ancash, Perú. *Arnaldoa* 30 (2): 287-302 doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.302.30214>

Introducción

La producción primaria en el mar es de extrema importancia debido a que es la etapa inicial en la cadena alimenticia marina, la cual termina con peces y mamíferos marinos, como ballenas (Riley & Chester, 1989).

Métodos Normalizados (1992) indica que el fitoplancton, se ha utilizado como indicador de la calidad del agua. Algunas especies crecen en aguas muy eutróficas, mientras otras son muy sensibles a los residuos orgánicos y/o químicos. Algunas especies producen olores y sabores molestos, o condiciones anóxicas o tóxicas que dan lu-

gar a la muerte de animales o enfermedades en el hombre.

El incremento de las proliferaciones algales nocivas a escala mundial como consecuencia de las actividades humanas en la zona litoral es cada vez más evidente. El grupo de microalgas que causa más problemas son los dinoflagelados, que dan lugar a proliferaciones recurrentes, persistentes, con fuertes repercusiones sociales, económicas y sanitarias que, además, parecen hallarse en proceso de expansión (Illoul *et al.*, 2004).

Las intoxicaciones diarreicas (DSP) se producen por ingestión de alimentos de origen marino contaminado con toxinas DSP y se caracterizan por síntomas como náuseas, diarrea, vómitos y dolor abdominal que se inician desde unos 30 minutos hasta algunas pocas horas después de la ingestión de la toxina y persisten en la mayor parte de los casos entre 1 y 3 días (Lawrence *et al.*, 2011).

En ese grupo se incluyen las microalgas que, sin necesidad de alcanzar concentraciones que discoloren el agua, confieren niveles de toxinas de tipo paralizante (PSP), diarreogénico (DSP) y amnésico (ASP) a los bivalvos y los convierten en no aptos para el consumo humano, ocasionando prolongados cierres en las explotaciones de cultivos y bancos naturales de moluscos. Si bien los episodios PSP, asociados a la presencia de *Alexandrium spp* y *Gymnodinium catenatum* constituyen el riesgo más grave para la salud humana, son los episodios de DSP causados por *Dinophysis spp.* y los de ASP causados por *Pseudo-nitzschia spp.* los que por su carácter crónico, amplia distribución espacial y larga duración constituyen globalmente el principal quebradero de cabeza para los maricultores europeos. A estos síndromes tradicionales hay que añadir el más reciente, la intoxicación de bivalvos por azaspirácidos (AZP), asociado con dinoflageladas del género *Protoperdinium*, que afecta a los bivalvos de Irlanda, Escocia y Noruega (Reguera, 2003).

Las toxinas diarreicas solían dividirse en tres grupos: ácido okadaico (AO) y derivados, dinophysistoxinas (DTX), pectenotoxinas (PTX) y yessotoxinas (YTX). Existían varias razones por las que incluir los YTX y PTX en el grupo DSP, ya que coexisten en muestras de moluscos bivalvos, son costraídos de las glándulas digestivas de estos debido a su naturaleza lipofílica y provocan

un efecto tóxico tras inyección intraperitoneal en ratones (Camean & Repetto, 2012).

El género de dinoflagelados tecados *Dinophysis* Ehrenberg presenta varias especies toxígenas. Yasumoto *et al.* (1980) determinaron que *D. fortii* Pavillard es productora de una toxina a la que denominaron dinofisistoxina, que fue detectada en mitílidos y en fitoplancton, y señalada como productora de un síndrome diarreico al que designaron Intoxicación Diarreica por Moluscos (Diarrhoetic Shellfish Poisoning, DSP), (Sar *et al.*, 2010).

La primera evidencia de la presencia de este tipo de enfermedad gastrointestinal asociada con el consumo de mejillones contaminados tras la ingestión de dinoflagelados tuvo lugar en Holanda en la década de 1960 (Kat, 1979). Dichos síntomas se asociaron entonces con el consumo de vieiras contaminadas con ácido okadaico (AO) y compuestos relacionados (Yasumoto *et al.*, 1978) (Camean & Repetto, 2012).

Los problemas más graves de origen ficotóxico acaecidos en el Cono Sur, desde el punto de vista de las autoridades sanitarias y pesqueras, pertenecen a los definidos como «episodios de microalgas tóxicas», es decir, eventos en los que, sin alcanzarse necesariamente concentraciones que colorearan el agua, han causado graves intoxicaciones humanas y prolongadas prohibiciones a la extracción y comercialización de los moluscos. Inicialmente las intoxicaciones con VDM se asociaron a varios grupos de toxinas liposolubles (Yasumoto *et al.*, 1989), que incluyen poliéteres, como el ácido okadaico (AO), Dinofisistoxina 1 (DTX1) (Murata *et al.*, 1982), y las Dinofisistoxina 2 (DTX2) y Dinofisistoxina 3 (DTX3) descritas en bivalvos filtradores de Irlanda, España, Portugal y Japón (Hu *et al.*, 1992; Yasumoto *et al.*, 1985; Fernández *et al.*, 1996; Vale &

Sampayo, 1999). Los otros dos grupos de toxinas asociadas al VDM son las lactonas polietéreas macrocíclicas conocidas como Pectenotoxinas (Yasumoto *et al.*, 1985; Murata *et al.*, 1986) y los poliéteres fusionados conocidos como Yessotoxinas (Murata *et al.*, 1987). Existe hoy día una gran controversia sobre el mantenimiento de estos tres grupos de toxinas bajo las mismas siglas, ya que tan sólo el AO y sus relacionados producen un efecto estrictamente diarreico, siendo este síntoma el que caracteriza el síndrome (Sar *et al.*, 2002).

Dentro del programa de seguimiento o monitoreo que se viene realizando en nuestros país, a través del ya conocido “Programa Nacional de Moluscos Bivalvos”, el cual se encarga de regular aquellos indicadores

relacionados a la inocuidad de la mayoría de productos hidrobiológicos cultivados en áreas industriales; y que incluye los ensayos de microalgas potencialmente tóxicas como las especies del género *Dinophysis* que es uno de los principales productores del grupo de Biotoxinas Lipofílicas; es que, esta investigación se proyecta y ejecuta evaluar la toxicidad del género *Dinophysis* en la maricultura de la bahía Guaynuná.

Material y métodos

Zona de estudio: La Fig. 1 muestra la zona de estudio y las 5 estaciones de muestreo donde se tomaron las muestras: 01-A-GUA, 01-B-GUA, 01-C-GUA, 02-D-GUA y 02-E-GUA.

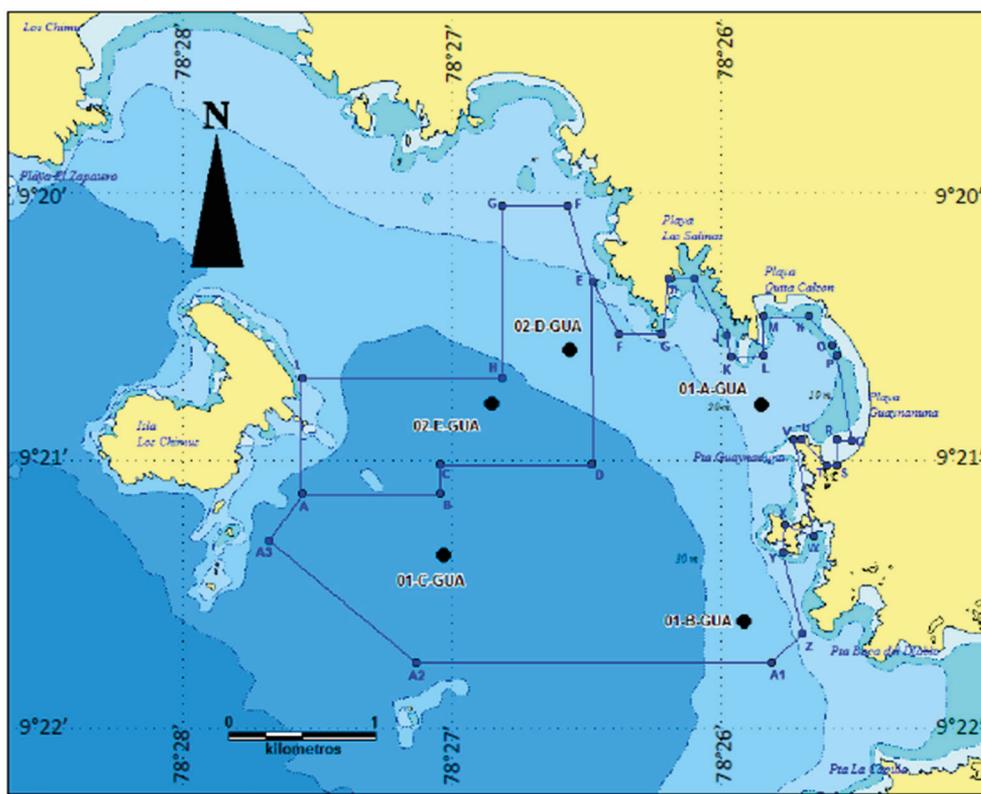


Fig. 1. Bahía Guaynuná y estaciones de muestreo.

Toma de muestras: Las muestras de agua de mar recogidas en las 5 estaciones de la bahía Guaynuná, fueron recolectadas con una red de fitoplancton de 10 µm de abertura de poro de malla para los ensayos cualitativos, y el muestreador de manguera para los ensayos cuantitativos por estrato, muestra superficial de 0-5 m, de media agua de 5-10 m y de fondo de 10-15 m en una columna de agua total de 15 m de profundidad. En total se recolectaron 960 muestras de 80 ml, en frascos de vidrio color ámbar de boca ancha tapa rosca y con lugol como conservante. De estas, 240 corresponden a la malla filtradora para análisis cualitativos y 720 al muestreador de manguera para análisis cuantitativos. La frecuencia de muestreo fue semanal, durante doce meses. Una vez en el laboratorio, las muestras para ensayos cualitativos fueron analizadas según el Manual de Procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo de fitoplancton potencialmente toxico-IMARPE (2010).

Recuento y análisis: Una vez sedimentadas las muestras en cámara de Utermöhl de 25 ml se observaron al microscopio invertido (Nikon) para su identificación taxonómica. El objeto del recuento era determinar la diversidad y densidad de especies del género *Dinophysis*.

Método de detección de toxinas lipofílicas (Reglamento CE N°2074/2005)

Bioensayo en Ratón:

- * Porción de ensayo: hepatopáncreas o cuerpo entero
- * Solventes de extracción: acetona o metanol
- * Solventes de separación: éter dietílico, acetato de etilo y diclorometano

- * Resuspensión con 4mL de Tween 60 al 1%
- * Inoculación intraperitonealmente del extracto a 3 ratones de 19-20g.

Principio:

La gran mayoría son sustancias politerreas liposolubles y extraíbles con acetona. El efecto tóxico agudo de la muestra analítica evaporado, resuspendido en Tween 60 e inoculado a ratones de 20g (Community Reference Laboratory for Marine Biotoxins, 2013).

Criterios de Toxicidad:

La muerte de 2 de 3 ratones se considera como positivo a toxinas lipofílicas AO, DTXs, PTXs y YTXs.

Resultados

En el muestreo realizado durante el año 2015, los análisis cualitativos determinaron una población formada sólo por cuatro especies del género *Dinophysis*: *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* y *D. tripos*. (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis cualitativo de especies de *Dinophysis* en la Bahía Guayuná.

GENERO	ESPECIE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
<i>Dinophysis</i>	<i>D. acuminata</i>	x	x	x	x	x	x	x				x	x
	<i>D. caudata</i>		x	x	x	x	x			x	x	x	x
	<i>D. rotundata</i>	x				x		x	x	x	x	x	x
	<i>D. tripos</i>				x	x						x	x

Los resultados del análisis de toxicidad por el método de HPLC del extracto del concentrado de los organismos en cultivo (moluscos), reveló la presencia de bitoxinas lipofílicas (Tabla 2), 6 muestras positivas durante el mes de julio, 1 muestra positiva

durante los meses de febrero, abril y agosto, y 2 muestras positivas durante los meses de marzo, setiembre y diciembre en la estación 02-D-GUA; de igual manera se observa 2 muestras positivas durante el mes de diciembre para las tres estaciones evaluadas.

Tabla 2. Resultados de toxinas lipofílicas en la Bahía Guayuná durante el 2015.

ZONA	ESTACIONES	BIOTOXINAS LIPOFILICAS											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
GUAYNUNA	02-D-GUA	*	1+ (3Rat)	2+ (5Rat)	1+ (3Rat)	*	*	6+ (12Rat)	1+ (3Rat)	2+ (4Rat)	*	*	2+ (4Rat)
	01-A-GUA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2+ (4Rat)
	01-C-GUA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2+ (4Rat)

Leyenda: (*)= negativo; (Rat)= nº ratones muertos.

Durante el 2015, la distribución espacial del género *Dinophysis* en la estación 01-A-GUA predominó en el estrato superficial con concentraciones celulares que fluctua-

ron de 40 cel/l hasta 400 cel/l (Figura 2), respecto a su distribución temporal esta predominó durante los meses de verano y parte de otoño.

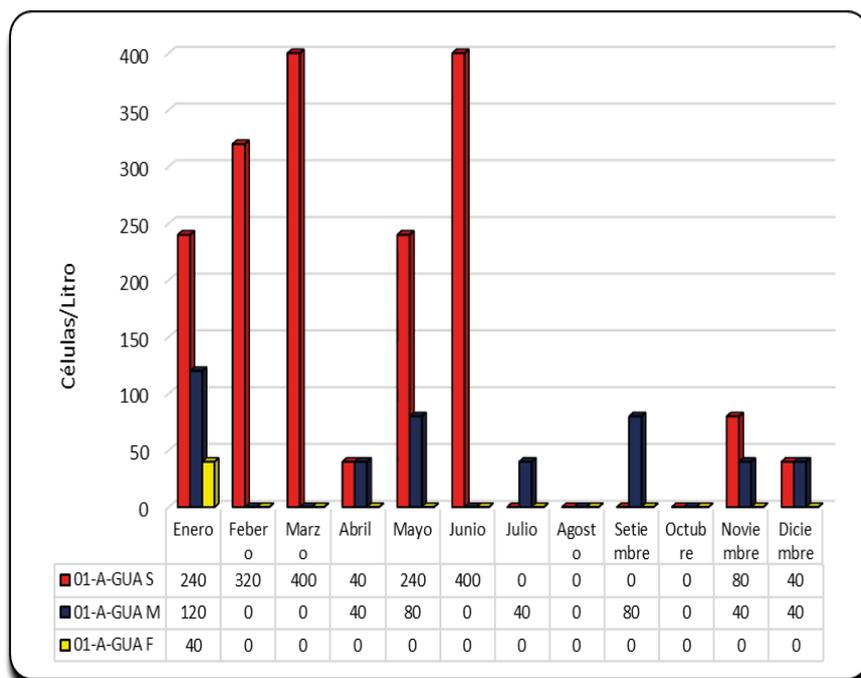


Fig. 2. Concentración del género *Dinophysis* en la columna de agua de la estación 01-A-GUA de la Bahía Guayuná.

La distribución espacial del género *Dinophysis* en la estación 01-B-GUA, se presentó en el estrato superficial alcanzando una concentración mayor de 840 cel/l y en el estrato fondo con 160 cel/l (Figura 3), con

respecto a su distribución temporal esta fue mayor durante el mes de febrero, seguido de marzo, mayo, junio, y finalmente durante noviembre y diciembre.

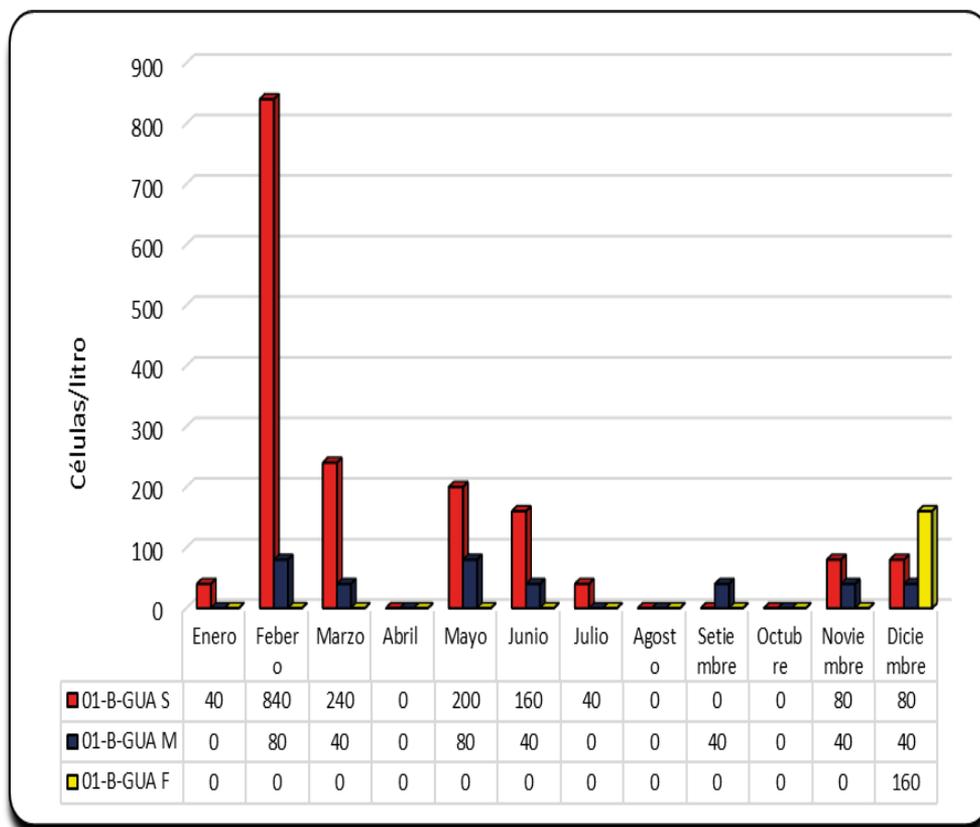


Fig. 3. Concentración del género *Dinophysis* en la columna de agua de la estación 01-B-GUA de la Bahía Guaynuná.

En la estación 01-C-GUA, se observa que el género *Dinophysis* presentó una distribución espacial predominante por el estrato superficial, con concentraciones de 320 cel/l (Figura 4), en cuanto a su distribu-

ción temporal, esta predominó durante los meses febrero, marzo, seguido de junio y julio, y en menor densidad durante setiembre, octubre y diciembre.

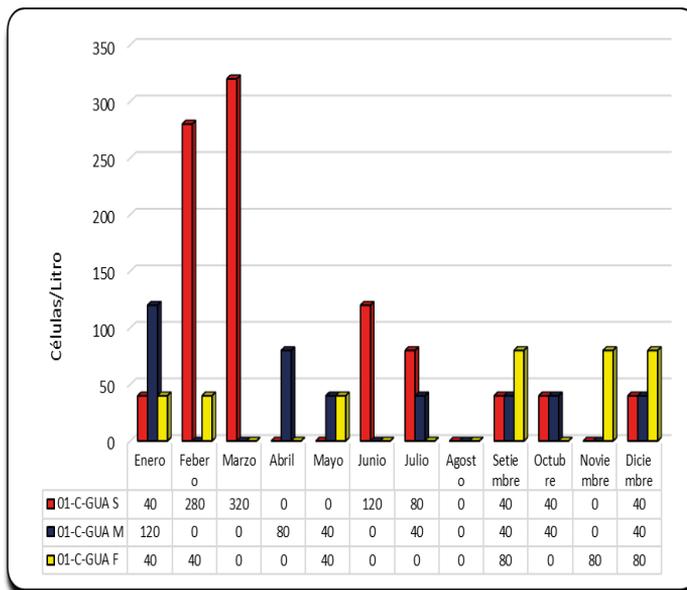


Fig. 4. Concentración del género *Dinophysis* en la estación 1-C-GUA de la Bahía Guayuná.

La estación 02-D-GUA, presento una distribución espacial del género *Dinophysis* en el estrato superficial alcanzando una concentración de 480 cel/ (Figura 5), respecto a su distribución temporal esta se

presentó mayormente durante los meses de febrero y mayo, seguido de abril y julio, y en menor densidad durante los meses de octubre y noviembre.

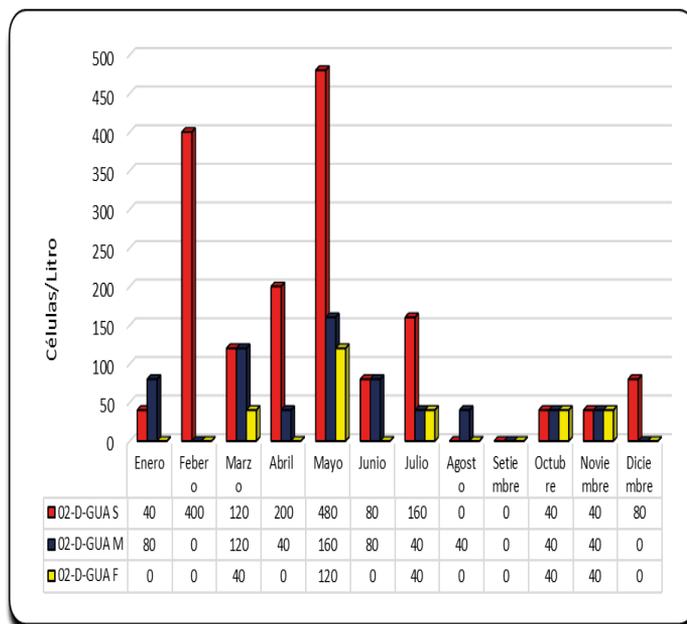


Fig. 5. Concentración del género *Dinophysis* en la estación 02-D-GUA de la Bahía Guayuná.

Finalmente, en la estación 02-E-GUA la distribución espacial del género *Dinophysis* predominó en el estrato superficial alcanzando una concentración mayor de 640 cel/

(Figura 6), respecto a su distribución temporal esta se presentó durante los meses de enero hasta julio y luego durante noviembre y diciembre.

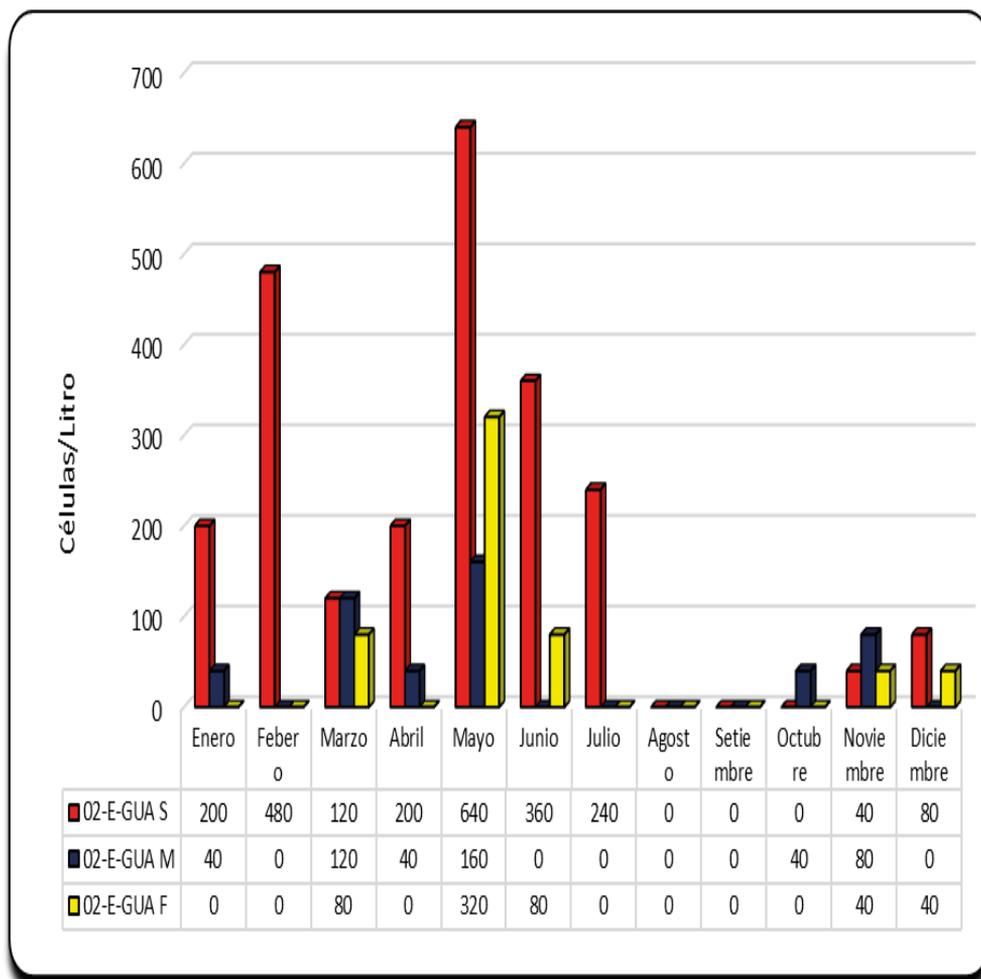


Fig. 6. Concentración del género *Dinophysis* en la estación 02-E-GUA de la Bahía Guaynuná.

El consolidado total del análisis del género *Dinophysis* en las cinco estaciones de la bahía Guaynuná (Figura 7) revela que la

presencia de las mayores concentraciones celulares se registró durante los meses de febrero, marzo y mayo.

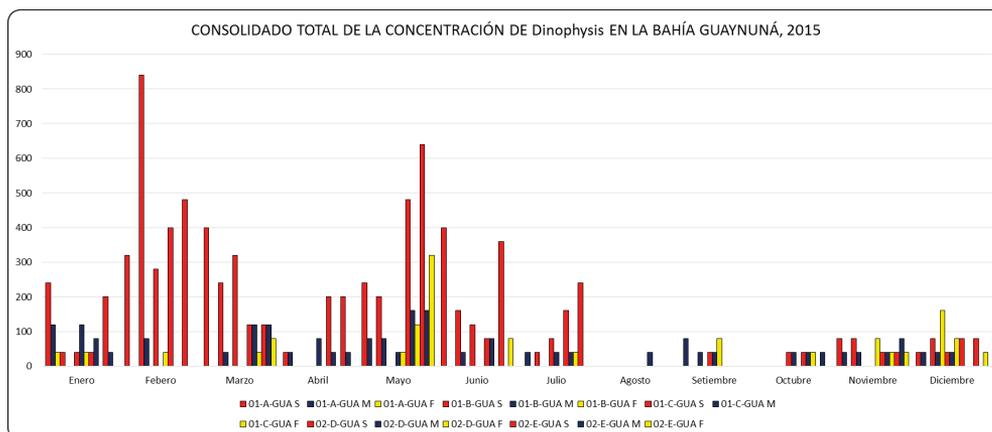


Fig. 7. Concentración del genero *Dinophysis* en las cinco estaciones de la Bahía Guaynuná.

La temperatura registrada en la columna de agua de las estaciones de muestreo de la zona en estudio presenta una tendencia máxima (unimodal) durante los meses de

mayo y junio (Figura 8), alcanzando valores máximos en mayo, 21.17 °C en el estrato superficial, 20.89 °C en el estrato medio y 20.51 °C en el estrato fondo.



Fig. 8. Variación térmica estacional promedio de la columna de agua en las cinco estaciones de muestreo de la Bahía Guaynuná durante el año 2015.

En cuanto al oxígeno disuelto, la figura 9, muestra concentraciones máximas en diferentes espacios, 10.77 mg/L en superficie durante el mes de febrero, 6.10 mg/L en

media agua durante el mes de mayo y 3.77 mg/L en el fondo para el mes de noviembre.

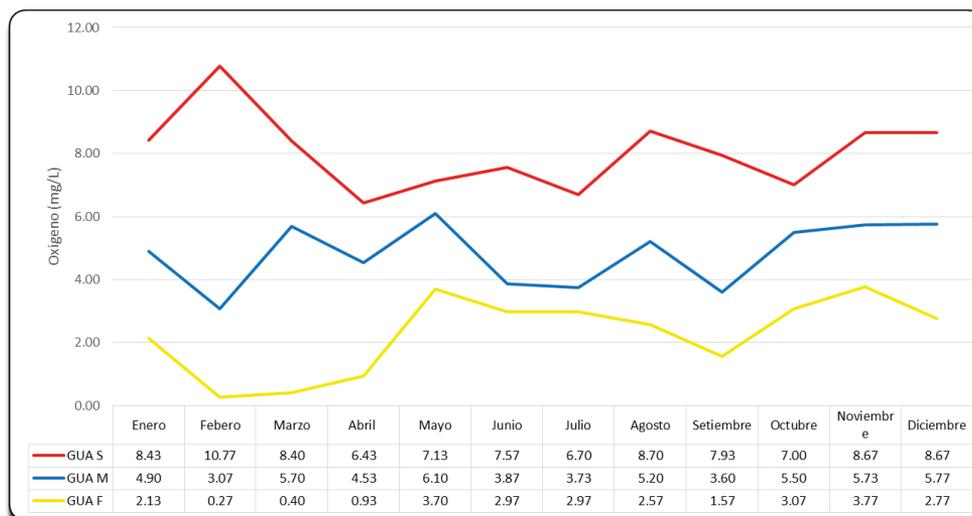


Fig. 9. Concentración estacional promedio de oxígeno disuelto de la columna de agua en las estaciones de muestreo de la Bahía Guaynuná durante el año 2015.

Discusión

La bahía de Guaynuná es considerada una de las bahías más limpias del litoral peruano, ya que presenta un atractivo ecosistema, rica por la producción industrial del cultivo de moluscos bivalvos, esto gracias a las óptimas condiciones ambientales y a su gran riqueza natural, como lo es, la productividad primaria, lo cual permite despertar el interés de muchos investigadores para conocer más aún sobre su comportamiento ambiental.

Por ello, en esta oportunidad este trabajo, permitirá evaluar la toxicidad del género *Dinophysis* en la maricultura que viene desarrollándose en la bahía de Guaynuná, mediante el monitoreo del fitoplancton cualitativo y cuantitativo, en especial de las especies productoras de toxinas diarreas (DSP), presentes comúnmente dentro de una gran gama de dinoflagelados, la determinación de toxinas lipofílicas en carne de los moluscos en cultivo y la determinación de parámetros oceanográficos como temperatura y oxígeno disuelto.

El análisis cualitativo de fitoplancton, permitió determinar la presencia de cuatro especies productoras de toxina diarrea, *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* y *D. tripos* (Tabla 1); mientras que Rumay (2010) reporte siete especies para el mismo lugar, las 3 indicas más *D. fortii*, *D. rudgei* y *D. subcircularis*, así mismo, Reguera (2003) determino a *D. acuminata* y *D. acuta* como agentes de episodios de presencia de toxinas diarreas en aguas gallegas.

De las 240 muestras trabajadas para análisis de toxinas lipofílicas (Tabla 2), se determinó mayor cantidad de positivos (6+) durante el mes de julio en la estación 02-D-GUA, una cantidad media de positivos (2+) durante el mes de diciembre en las tres estaciones evaluadas y también durante los meses de marzo y setiembre, por último, un solo positivo (1+) durante los meses de febrero, abril y agosto. Las investigaciones de Reguera (2003), indica que en *Dinophysis acuminata*: Detectó ácido akadaico (AO) en todas las muestras. En las muestras de Junio del 98, sometidas a dos tipos de extracción,

las muestras en las que evidenciaron transformaciones enzimáticas dieron un contenido de AO por célula (7.9 pg.cel^{-1}) inferior en un 20% al de las células extraídas por el método Lee *et al.* (1987) que presentaron $9.9 \text{ pg AO.cel}^{-1}$. Se observó un minúsculo pico con un tiempo de retención similar al de DTX2. Las muestras de setiembre del 98 presentaron un contenido de toxina por célula 2-3 veces superior (21.7 pg.cel^{-1}) a las de junio. *Dinophysis acuta*: en las tres muestras analizadas se detectó AO y DTX2. En las dos primeras muestras la proporción AO:DTX2 fue aproximadamente 3:2. Se observaron importantes diferencias cuantitativas entre las muestras resultantes de aislamientos el mismo día del arrastre (10.7 pg.cel^{-1}) y las de arrastre mantenidas en el laboratorio 5 y 9 días (55.1 y 24.1 pg.cel^{-1} respectivamente). *Dinophysis caudata*: aparece en el cromatograma un pico muy pequeño con el mismo tiempo de retención que el AO que podría interpretarse como trazas de AO (0.7 pg.cel^{-1}). Esto corrobora que existe relación entre presencia de toxinas lipofílicas y aparición elevadas concentraciones de especies del género *Dinophysis* (Figura 7), aun cuando la relación de toxicidad sea de tipo cualitativa en nuestro caso. Pero, es necesario evaluar también otras poblaciones algales que en el momento predominan, ya que podría existir interferencias en los resultados de toxicidad obtenidos posiblemente a la relación indirecta de toxicidad comparada (algas-moluscos), es decir, que los datos de toxicidad son de los moluscos en cultivo y no de las biomasas de *Dinophysis*, por lo tanto, los moluscos evaluados tienen una alimentación mixta y filtran una gran infinidad de microalgas presentes en el medio marino y que como indica Reguera (2003), una vez asimiladas por los bivalvos, las toxinas pueden sufrir transformaciones enzimáticas que dan lugar a la formación

de 7-O acil derivados del AO, DTX1 DTX2, genéricamente denominados DTX3. La conversión de DTX1 (procedente de *D. fortii*) a DTX3 en la viera japonesa (*Patinopecten yessoensis*) ha sido demostrado por Suzuki *et al.* (1999).

El análisis cuantitativo de fitoplancton, permite cuantificar la densidad algal de cada especie en estudio. Las concentraciones celulares de especies de *Dinophysis*, en la estación 01-A-GUA alcanzó concentraciones de 400 cel/L en el estrato superficial durante la época de verano y otoño (Figura 2); Rumay (2010) determinó una concentración de 360 cel/L de *Dinophysis acuminata* en la estación N° 3 durante el verano para la misma bahía, por el contrario, Sar *et al.*, (2010) indica que, *Dinophysis acuminata* apareció en una única oportunidad con una densidad de 10^3 cel l^{-1} en noviembre del 2009 en las localidades de Villa Gesell y Mar Azul, Provincia de Buenos Aires, Argentina, notándose en esta zona una mayor proliferación microalgal toxica. En la estación 01-B-GUA se observa una concentraciones máxima de 840 cel/L en el estrato superficial durante la época de verano (Figura 3); Rumay (2010) indica una concentración 100 cel/L de *Dinophysis caudata* en la capa superficial de la estación E-2 para la misma bahía durante el verano; por el contrario, Sar *et al.*, (2010) indica registros de *Dinophysis caudata* de 10^3 cel l^{-1} a finales de enero. Para la estación 01-C-GUA se alcanzó dos concentraciones superficiales importantes de *Dinophysis*, la primera en febrero con 280 cel/L y la segunda en marzo con 320 cel/L durante la época de verano (Figura 4); en el año 2010 también se determinó una concentración de 100 cel/L de *D. fortii* en la superficie de la E-1 durante la época de primavera, según Rumay, (2010). En la estación 02-D-GUA se observa dos concentraciones principales de *Dinophysis*, una en

febrero con una densidad de 400 cel/L y la otra con 480 cel/L en mayo en el estrato superficial (figura 5); durante el 2010, Rumay determinó una concentración de 40 cel/L de *Dinophysis rotundata* en las tres estaciones evaluadas durante la época de primavera. Finalmente, en la estación 02-E-GUA, se determinó dos concentraciones importantes una correspondiente al mes de febrero con 480 cel/L y la otra durante el mes de mayo con 640 cel/L en el estrato superficial (Figura 6); así mismo, Rumay (2010) determinó un valor de 140 cel/L de la especie *Dinophysis rudgei* en la una estación E-2, 40 cel/L de *D. subcircularis* en dos estaciones, E-1 y E-2, y *D. tripos* superficial en las estación E-3 y de fondo en la estación E-1 en concentración de 20 cel/L; Sar et al., (2010) detectó presencia de *Dinophysis tripos* tecada durante julio del 2009 en todas las estaciones de muestreo, alcanzando una densidad de $3 \cdot 10^2$ cel l⁻¹ en Villa Gesell y Mar Azul. En general, la distribución espacial del género *Dinophysis* en la bahía de Guaynuná para el año 2015 se manifestó en dos tiempos, la primera durante los meses febrero-marzo y la segunda durante los meses mayo-junio (Figura 7).

En cuanto al comportamiento térmico de la columna de agua en la bahía Guaynuná durante el año 2015, la temperatura alcanzó máximos de 21.17 °C en superficie, 20.89 °C a media agua y de 20.51 °C en el fondo, durante el mes de mayo (Figura 8), alcanzando las especies del género *Dinophysis* dos concentraciones celulares importantes, la primera en la estación 02-D-GUA con 480 cel/L en superficie, 160 cel/L a media agua y 120 cel/L (Figura 5), y la segunda en la estación 02-E-GUA con 640 cel/L en superficie, 160 cel/L a media agua y 320 cel/L (Figura 6) en la columna de agua, observándose una relación directamente proporcional entre la temperatura y la densidad algal

en estudio durante todo el año. Reguera (2003) manifiesta que, las proliferaciones de *D. acuminata* aparecieron bajo rangos más amplios de temperatura (12.5°C - 22°C) mientras que *D. acuta* tiene preferencia por rangos más estrechos de temperatura (15°C - 17.5°C).

El comportamiento del oxígeno disuelto, en la bahía Guaynuná durante el año 2015, tuvo una distribución más homogénea para las cinco estaciones evaluadas, excepto ligeras disminuciones durante los meses de febrero-mayo, marzo-abril donde se originaron las mayores densidades de *Dinophysis* (Figura 9).

Conclusiones

1. Se determinaron cuatro especies de *Dinophysis*: *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* y *D. tripos*.
2. Se determinó un 7.92% de muestras positivas de toxinas lipofílicas en las estaciones evaluadas de la bahía Guaynuná durante el año 2015.
3. Las concentraciones obtenidas de especies del género *Dinophysis* durante el año 2015, indican que a pesar del tiempo transcurrido desde el año 2010 en que se evaluó por primera vez este indicador, la bahía Guaynuná mantiene niveles bajos, debido al manejo ambiental adecuado en el desarrollo de la maricultura.

Recomendaciones

Para efectos de este tipo de investigación, es necesario ver la factibilidad de aplicar pruebas de laboratorio directas entre las variables en evaluación; para el caso, los resultados de toxicidad en *Dinophysis* hubieran sido más precisos y reales si se hubiera realizado en las densidades de la microalga. Por ello, es necesario continuar investigando, en temas como el aislamiento

y cultivo de especies nocivas o tóxicas propias de nuestro país, ello permitirá resolver las nuevas incógnitas formadas en cada investigador.

Contribución de los autores

A.L.: Redacción del texto, metodología de trabajo y ejecución del trabajo de campo y gabinete, colección y determinación taxonómica de dinoflagelados, registro fotográfico. M.A. & E.A.: Redacción del texto, metodología de trabajo y ejecución del trabajo de campo y gabinete, apoyo en la colección y determinación taxonómica de las especies de dinoflagelados. Ambos autores revisaron y aprobaron el texto final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Literatura citada

- Camean, A. & M. Repetto.** 2012. [En línea] Toxicología Alimentaria. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SbUticcNW0MC&pg=PA146&lpg=PA146&dq=toxicidad+del+genero+dinophysis&source=bl&ots=rkxukR2DII&sig=pUICe8o6iblTH7p9qtoHA15LP0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi75vLp-ObLAhXIGx4KHZWnBh0Q6AEIJTAC#v=onepage&q&f=false> (Acceso el 27.11.15).
- COMMUNITY REFERENCE LABORATORY FOR MARINE BIOTOXINS.** 2013. EU Harmonized Standard Operating Procedure for detection of Lipophilic toxins by Mouse Bioassay. Versión 6, Diciembre.
- Illoul, H.; M. Maso; A. Reñe & S. Angles.** 2004. *Gymnodinium chlorophorum* causante de proliferaciones de altas biomásas en aguas recreativas de la Isla Baleares. En: Avances y tendencias e fitoplancton tóxico y biotoxinas. Editado por Javier Gilbert Universidad Politécnica de Cartagena. 69-76.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ.** 2010. Manual de Procedimientos para el Muestreo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo del Fitoplancton Potencialmente Tóxico. Edición 01. Versión 00 Setiembre 2010. Instituto del Mar del Perú. 22 pp.
- Lawrence, J.; H. Loreal; H. Toyofuku; P. Hess; I. Karunasagar & L. Ababouch.** 2011. Assessment and management of biotoxin risks in bivalve molluscs, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 551. FAO, Rome, p. 337.
- MÉTODOS NORMALIZADOS.** 1992. Para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial conjunto WPCF-APHA-AWWA. 17 Edition. Madrid. España.
- 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. 298 pp.
- Riley, J., & R. Chester.** 1989. Introducción a la química marina. Editorial Calypso S. A. México. 459 pp.
- Rumay, L.** 2010. Variación estacional del género *Dinophysis* en la bahía Guaynuná – Casma, durante el año 2010. Tesis UNT. Trujillo, Perú. 33 pp.
- Sar, E.; I. Sunesen; A. Lavigne & A. Goya.** 2010. *Dinophysis* spp. asociadas a detección de toxinas diarreicas (DSTs) en moluscos y a intoxicación diarreica en humanos (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Desktop/fito/Revista%20de%20biolog%C3%ADa%20marina%20y%20oceanograf%C3%ADa%20-%20Dinophysis%20spp.%20asociadas%20a%20detecci%C3%B3n%20de%20toxinas%20diarreicas%20\(DSTs\)%20en%20moluscos%20y%20a%20intoxicaci%C3%B3n%20diarreica%20en%20humanos%20\(Provincia%20de%20Buenos%20Aires,%20Argentina\).html](file:///C:/Users/USER/Desktop/fito/Revista%20de%20biolog%C3%ADa%20marina%20y%20oceanograf%C3%ADa%20-%20Dinophysis%20spp.%20asociadas%20a%20detecci%C3%B3n%20de%20toxinas%20diarreicas%20(DSTs)%20en%20moluscos%20y%20a%20intoxicaci%C3%B3n%20diarreica%20en%20humanos%20(Provincia%20de%20Buenos%20Aires,%20Argentina).html) (Acceso 12.12.15).
- Sar, E.; M. Ferrario & B. Reguera.** 2002. Floraciones algales Nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía. Obradoiro Gráfico S.L. Pontevedra – España. 311 pp.

ANEXOS



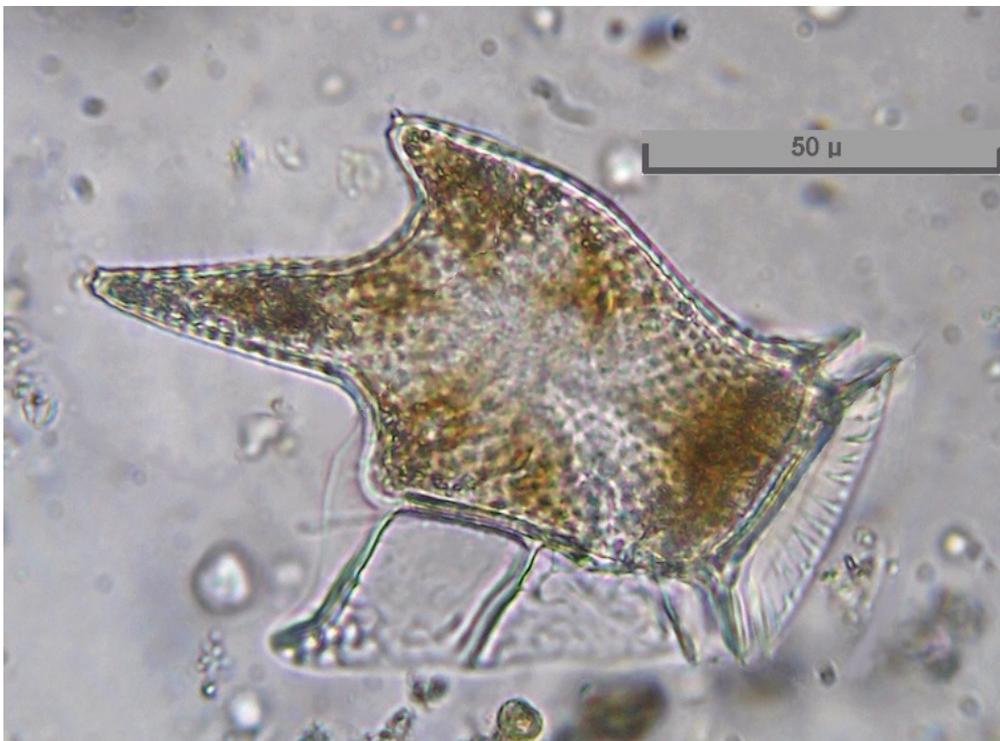
Dinophysis caudata



Dinophysis acuminata



Dinophysis rotundata



Dinophysis tripos