

Seguimiento de algas tóxicas bentónicas en la costa vasca.

Informe 2023

Departamento de Biología
Vegetal y Ecología
(UPV/EHU)

ura

URAREN
EUSKAL
AGENTZIA | AGENCIA
VASCA
DEL AGUA



ELISKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

DICIEMBRE 2023

TIPO DE DOCUMENTO:	Informe.
TÍTULO DEL DOCUMENTO:	Seguimiento de algas tóxicas bentónicas en la costa vasca. Informe 2023
ELABORADO POR:	Departamento de Biología Vegetal y Ecología (UPV/EHU).
AUTORES:	Yago Fionn Laurenns Balparda, Sergio Seoane Parra
FECHA:	diciembre 2023.

Índice

Seguimiento de algas tóxicas bentónicas en la costa vasca.

Informe 2023

1. Introducción	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Antecedentes	4
2. Diseño del proyecto	6
2.1. Estrategia de muestreo	6
2.2. Metodología	7
3. Resultados	9
3.1. Parámetros fisicoquímicos generales	9
3.2. Presencia y concentración de dinoflagelados potencialmente tóxicos	11
3.2.1. <i>Ostreopsis</i>	11
3.2.2. <i>Prorocentrum lima</i>	13
3.2.3. <i>Coolia</i>	14
4. Conclusiones	16

1.

Introducción

Este documento se corresponde al informe del proyecto denominado “Seguimiento de algas tóxicas bentónicas en la costa vasca” financiado por la Agencia Vasca del Agua (URA). (Referencia de proyecto en la UPV/EHU: 2023.0283).

1.1. OBJETIVO

El objetivo principal de este proyecto es conocer mejor la ecología de los géneros: *Ostreopsis*, *Prorocentrum* y *Coolia*, tratando de evaluar su presencia y abundancia en relación con las variables ambientales de los diferentes arenales.

1.2. ANTECEDENTES

La aparición de nuevas especies potencialmente tóxicas en nuestras aguas conlleva una serie de problemas tanto para la especie humana, desde el punto de vista de salud, como para las especies que interactúan directamente con ellas (Hallegraeff, 2010). En los últimos años, cambios ambientales derivados del cambio climático global, además de la intensificación del tráfico marítimo que ejerce la función de vector de transmisión entre aguas alejadas entre sí (Wu *et al.*, 2017), están acelerando la aparición de organismos invasores y favoreciendo especies más adaptadas a las nuevas condiciones (Calvo *et al.*, 2011).

Las pérdidas millonarias que produce el fitoplancton tóxico en todo el planeta se centran tanto en sus efectos en la acuicultura como en la producción piscícola y de mariscos (Martino *et al.*, 2020). Sin embargo, el sector turístico es también uno de los grandes afectados (Marampouti *et al.* 2021) por el aspecto que presentan las aguas con densidad alta de fitoplancton o por los efectos que las toxinas, que estos organismos producen, tienen en los humanos, a través del contacto directo o a través de aerosoles.

En nuestra costa, las especies de dinoflagelados bentónicos de los géneros *Prorocentrum*, *Ostreopsis* o *Coolia* son habituales, y tras su observación por primera vez en el año 2007 (Laza-Martínez *et al.* 2011), su presencia se ha ido constatando en distintos trabajos (Seoane & Siano, 2018; Drouet *et al.*, 2021, Bilbao *et al.* 2023).

El evento con impacto en salud humana ocurrido el verano de 2021 en el vértice del Golfo de Vizcaya, que conllevó el cierre de playas en la costa vascofrancesa y el decreto de baño con precaución en las playas de San Sebastián (Chomérat *et al.*, 2022), puso en alerta a las autoridades y se comenzaron programas de seguimiento de estos organismos en la costa vasca.

El estudio realizado en 2022 para la Agencia Vasca del Agua (URA) registró concentraciones, específicamente del género *Ostreopsis*, por encima de los límites que diversos estudios señalan como límites de alerta ante una posible afección a humanos. Asimismo, se pudo constatar la presencia de dos especies distintas de este género (*Ostreopsis* cf. *siamensis* y *Ostreopsis* cf. *ovata*) en nuestras aguas. Hasta 2022 únicamente se tenía constancia de la presencia de la especie *Ostreopsis* cf. *siamensis*, siendo *Ostreopsis* cf. *ovata* la especie que ha provocado en los últimos años problemas de salud en el Mar Mediterráneo (Vila *et al.* 2016).

En 2023 se pretende corroborar la presencia de estos dinoflagelados bentónicos y conocer si su presencia y densidades muestran valores similares a los de 2022. La obtención de datos de este tipo y su relación con las características ambientales en una serie de años sucesivos nos permitirá en un futuro poder establecer relaciones más certeras entre variables ambientales y biológicas, y a su vez conocer la tendencia de la presencia en la comunidad de estos organismos.

2.

Diseño del proyecto

2.1. ESTRATEGIA DE MUESTREO

El estudio se ha realizado en 5 arenas de la costa vasca (Figura 1 y Figura 2): Saturraran (Mutriku), Itzurun (Zumaia), Ondarreta (San Sebastián), La Concha (San Sebastián) y Hondarribia. Se realizaron 6 muestreos entre el 15 de junio y el 3 de septiembre de 2023, con las fechas mostradas en la Tabla 1.

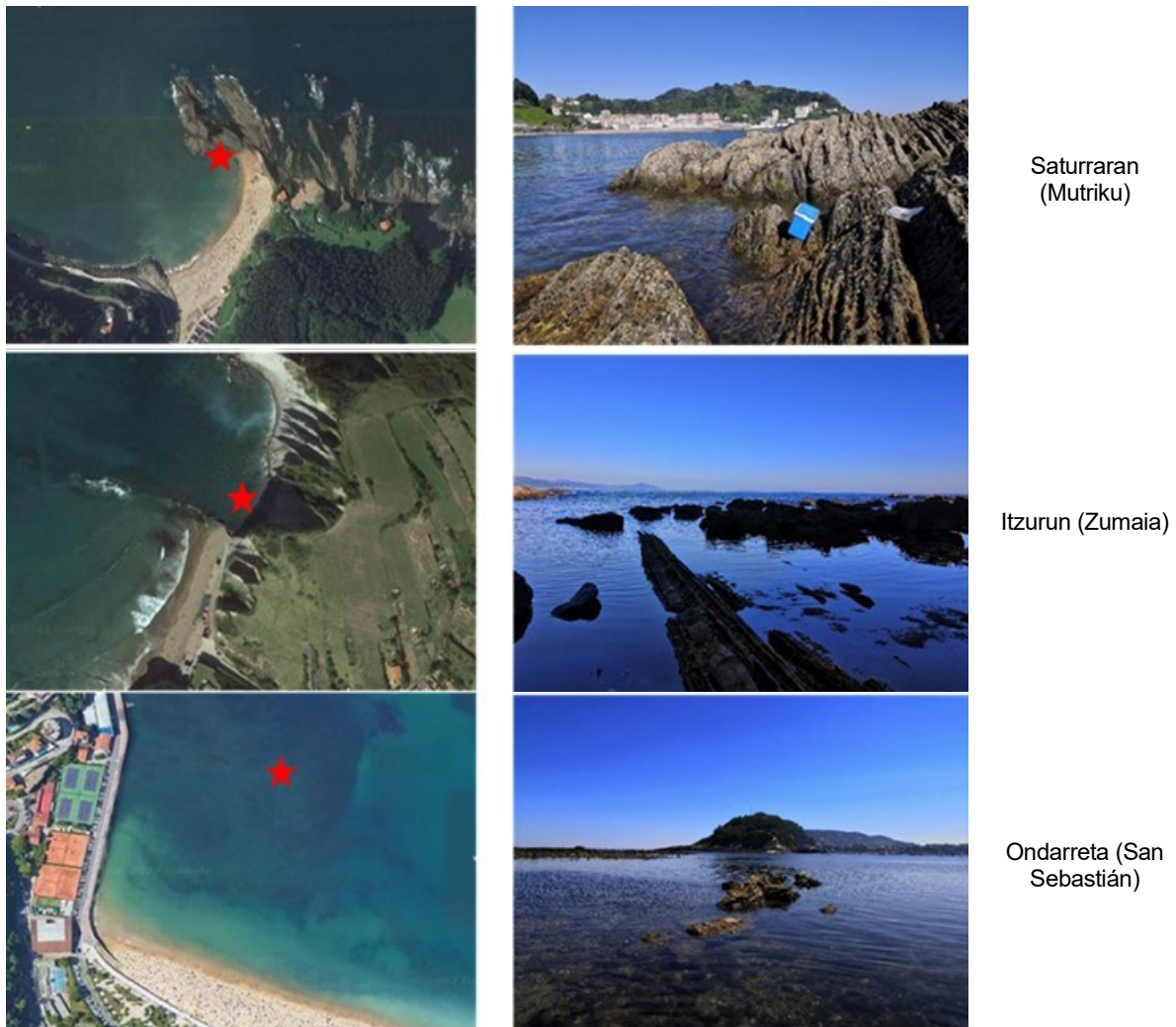


Figura 1 Disposición de las estaciones de muestreo en cada uno de los arenales (1).

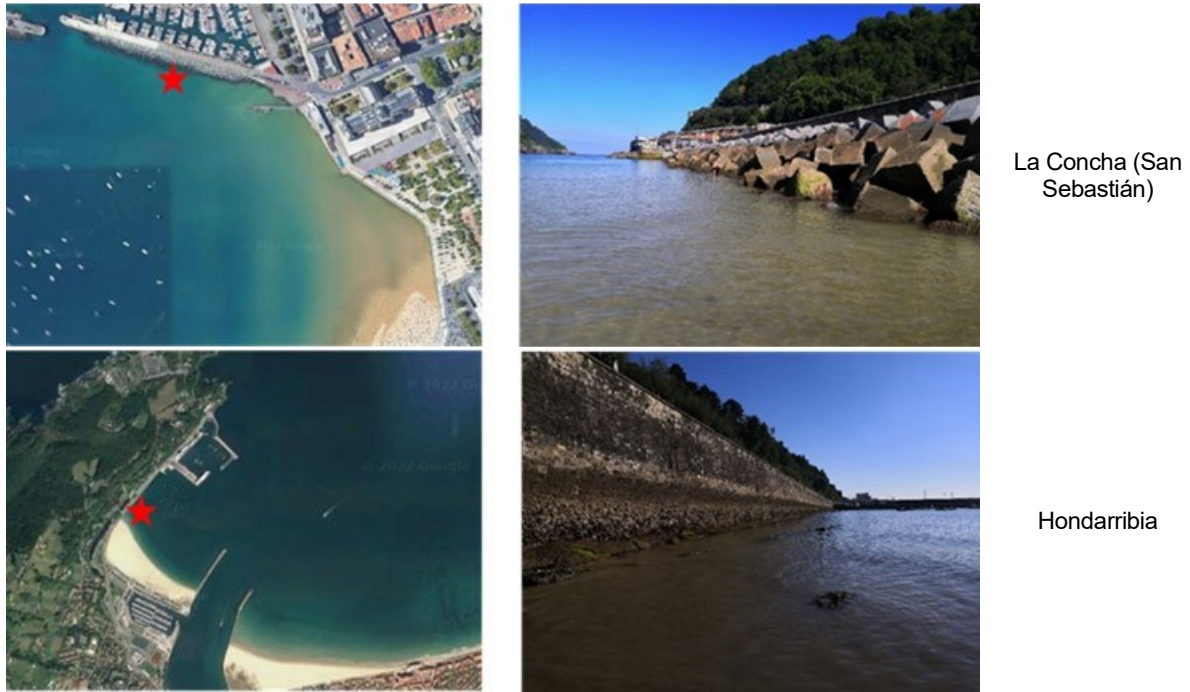


Figura 2 Disposición de las estaciones de muestreo en cada uno de los arenales (2).

Tabla 1 Fechas de muestreo. Campañas 2022 y 2023.

	2022						2023					
	jun	jul (1)	jul (2)	ago (1)	ago (2)	sep	jun	jul (1)	jul (2)	ago (1)	ago (2)	sep
Saturraran	16/6	04/7	20/7	04/8	15/8	03/9	16/6	04/7	20/7	04/8	15/8	03/9
Zumaia	15/6	06/7	19/7	03/8	16/8	02/9	15/6	06/7	19/7	03/8	16/8	02/9
Ondarreta	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9
La Concha	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9
Hondarribia	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9	19/6	05/7	18/7	02/8	17/8	01/9

2.2. METODOLOGÍA

La metodología habitual para la determinación de la abundancia de las microalgas en campo es el recuento al microscopio, generalmente mediante cámaras de sedimentación y siguiendo el método Utermöhl (Utermöhl, 1958).

A la hora de la toma de muestras, y en concreto con estas microalgas bentónicas que se pueden suspender en la columna de agua, se plantea como necesario realizar dos técnicas de muestreo en el mismo punto de muestreo:

- **determinación en la columna de agua** directamente. Implica toma de muestra de la columna de agua en una botella de 250 mL, en una zona donde la profundidad sea en torno a 1 m, y fijación con lugol inmediatamente. De esta muestra, se realizó un recuento mínimo de 50 mL para determinar la abundancia en la columna de agua.
- **determinación en el sustrato** al que suelen estar adheridas (roca, macroalgas o sustrato artificial). La metodología recomendada por los expertos y las guías metodológicas que se han publicado recientemente van enfocadas a tratar de tomar muestra de macroalga.

Se tomaron aproximadamente entre 5-10 g de macroalgas, en los casos que se pudo de las mismas algas, pero esto no fue posible en todas las ocasiones. La masa de macroalgas se

introdujo en un bote con el agua que la circundaba y se agitó bruscamente para despegar los organismos del microfítobentos de las macroalgas. Posteriormente, esta agua fue filtrada por una malla de 250 micrómetros que retuvo todos los trozos de macroalgas que se hubieran podido romper en el proceso. El agua obtenida tras este filtrado se trató de igual manera que la muestra de columna de agua. Respecto al material de macroalgas, se pesó posteriormente para referenciar el número de células de microalga por gramo de macroalgas.

En el recuento se identificaron a nivel de género los siguientes géneros: *Ostreopsis* y *Coolia*. Dentro del género *Prorocentrum*, se llegó a nivel de especie en ocasiones, y se identificaron otros géneros tóxicos bentónicos como *Amphidinium*.

En relación con la peligrosidad de la presencia de estos organismos en la costa, se han utilizado los valores límites establecidos según el estudio de Berdalet et al. (2022), que establece como concentración de alerta en agua, $3 \cdot 10^4$ células por litro, y en macrófita de $2 \cdot 10^5$ células por gramo.

Adicionalmente a la recogida de material biológico, se tomaron datos fisicoquímicos como temperatura del agua, salinidad, pH y concentración de oxígeno.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos (ver apartado 3.2), se han dispuesto los datos de los recuentos en tablas con diferentes colores que expresan el grado de problemática asociado a la concentración (Tabla 2).

Tabla 2 Propuesta de criterios de evaluación de resultados de concentración de dinoflagelados potencialmente tóxicos.

Descriptivo	Muestras de agua (Cel/l)	Muestras de macrófitas (Cel/g)
Superior al límite de alerta	≥ 30000	≥ 200000
Próximo al límite de alerta	≥ 10000 y < 30000	≥ 100000 y < 200000
Abundancia media	≥ 1000 y < 10000	≥ 10000 y < 100000
Abundancia baja	≥ 100 y < 1000	≥ 1000 y < 10000
Presencia	< 100	< 1000

3.

Resultados

3.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS GENERALES

En este apartado se mostrarán los resultados de la campaña 2023 relativos a la temperatura, salinidad, pH y saturación de oxígeno. Los datos numéricos de las distintas variables fisicoquímicas se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3 Datos de las variables fisicoquímicas, hora y altura de bajamar y fecha y hora de recogida de las muestras.

Playa	Fecha	Hora Recogida	Hora Bajamar	Altura (m)	T (°C)	Salinidad (psu)	pH	[O2] (mg/l)	% sat O2
Hondarribia	19-jun	10:52	11:58	-1.4	22.1	32.7	8.26	6.89	95.5
	05-jul	11:48	12:34	-1.8	23.5	33.2	8.17	7	99.7
	18-jul	10:43	11:42	-1.4	23.6	33.7	8.18	5.82	83.2
	02-ago	10:29	11:33	-1.9	23.6	34.1	8.19	5.83	83.6
	17-ago	10:45	11:57	-1.5	23.7	33.6	8.25	5.13	73.4
	01-sep	10:40	12:01	-2.2	23.5	33.8	8.21	6.22	88.9
La Concha	19-jun	12:09	11:58	-1.4	22.7	33.2	8.17	6.61	92.7
	05-jul	12:48	12:34	-1.8	23.2	33.8	8.15	6.39	90.8
	18-jul	11:43	11:42	-1.4	23.2	34	8.11	5.5	78.4
	02-ago	11:29	11:33	-1.9	23.5	34.2	8.16	5.6	80.1
	17-ago	11:45	11:57	-1.5	23.3	33.6	8.19	4.32	61.5
	01-sep	11:29	12:01	-2.2	22.9	33.8	8.13	5.67	80
Ondarreta	19-jun	12:41	11:58	-1.4	22.5	33	8.24	7.52	105
	05-jul	13:35	12:34	-1.8	24.1	34	8.63	12.57	182.3
	18-jul	12:40	11:42	-1.4	23.3	34.1	8.28	8.11	115.7
	02-ago	12:20	11:33	-1.9	24.5	34.2	8.42	7.69	113.9
	17-ago	12:45	11:57	-1.5	23.7	33.8	8.38	4.85	69.5
	01-sep	12:20	12:01	-2.2	25.1	33.7	8.58	11.49	168.8
Saturran	16-jun	9:51	10:01	-1.4	20.8	33.4	8.16	7.27	98.6
	04-jul	11:58	11:46	-1.8	22	33.9	8.19	6.93	96.5
	20-jul	13:12	12:53	-1.4	23.3	33.5	8.18	6.67	94.9
	04-ago	13:17	13:06	-2	22.5	32.8	8.24	6.22	86.7
	15-ago	11:03	10:51	-1.3	23	34	8.27	5.79	82.2
	03-sep	13:18	13:28	-2.1	21.7	31.5	8.25	6.6	90.2
Zumaia	15-jun	9:39	9:15	-1.4	20.9	34.5	8.12	7.5	102.6
	06-jul	13:53	13:22	-1.8	24.7	34.4	8.32	8.24	120.1
	19-jul	12:49	12:18	-1.4	22.7	34.4	8.18	6.82	96.4
	03-ago	12:54	12:54	-2	23.3	34.4	8.21	5.55	79.3
	16-ago	12:03	11:25	-1.4	23.1	34.1	8.09	4.9	69.6
	02-sep	12:32	12:44	-2.2	22.1	28.8	8.12	4.33	58.5

La **temperatura** observada en estos meses estivales osciló entre 20,8 °C (junio en Saturran) y 25,1 °C (septiembre en Ondarreta). Las temperaturas medias de los seis muestreos mostraron en todos los arenales un valor superior a 22 °C (Figura 3).

La **salinidad** osciló generalmente entre 33 y 33,5, salvo en tres ocasiones que se registraron valores algo inferiores. Los valores mínimos correspondieron generalmente a los muestreos inicial y final, con valores más altos en los muestreos de la época central del verano (Figura 3).

El porcentaje de **saturación de oxígeno** mostró un rango elevado de variación, con valores mínimos en torno al 60% y máximos por encima del 180%. Generalmente los valores máximos se registraron en la playa de Ondarreta, donde se registró el máximo de 182,3%. En relación con los meses, cabe destacar un descenso generalizado del porcentaje de oxígeno en el segundo muestreo del mes de agosto, con valores entre 61,5 y 82,2%, representando en la mayoría de los puntos de muestreo el mínimo del estudio (Figura 3).

Los valores de **pH** registraron valores entre 8,09 (mediados de agosto en Zumaia) y 8,63 (Ondarreta a primeros de julio). Los valores máximos mensuales, salvo en una ocasión, se observaron en la playa de Ondarreta (Figura 3).

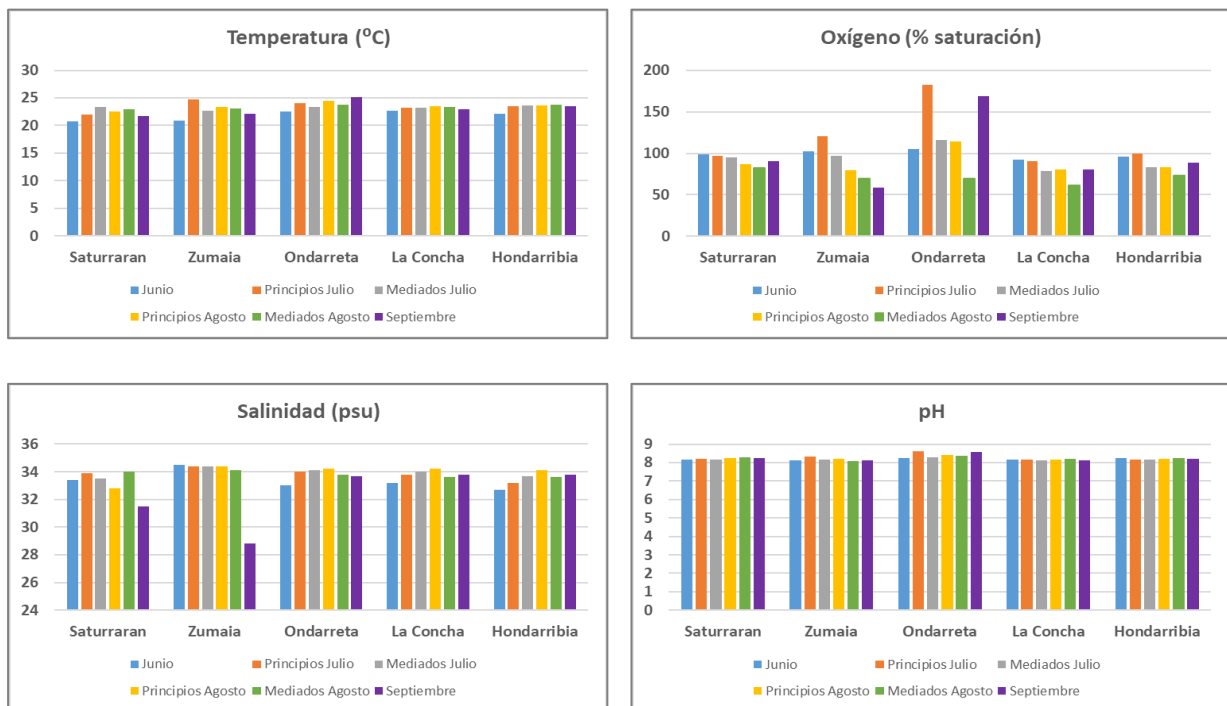


Figura 3 Evolución de parámetros fisicoquímicos generales a lo largo del periodo de estudio 2023 en los diferentes arenales estudiados

Los resultados del estudio realizado muestran una homogeneidad de resultados en cuanto a temperatura, pH y salinidad. Estos resultados son los esperados, tratándose de ecosistemas similares en una época bastante estable de condiciones atmosféricas.

En cuanto a temperatura y pH se observa una homogeneidad de resultados entre playas y a lo largo del gradiente temporal, con un pequeño incremento de la temperatura en los meses centrales y finales del estudio, y registrando el pH valores en torno a 8, que es el valor habitual de las aguas marinas.

En relación con la salinidad todos los valores registraron salinidades habituales marinas por encima de 30 y generalmente en el entorno de 34. La única excepción se registró en Zumaia en el mes de septiembre, debido a una alta precipitación y que el punto escogido de muestreo en esta localización es menos abierto al mar que en otras zonas y esto lo hace más vulnerable a las condiciones atmosféricas.

Por su parte, el porcentaje de saturación de oxígeno sí mostró más diferencias entre puntos de muestreo y épocas. Este parámetro no tiene solo un componente fisicoquímico, sino que la actividad biológica influye muy directamente en él. La respiración de los organismos y la fotosíntesis pueden modificar de manera importante este valor. Así, se observa como los valores más altos se dieron principalmente en Ondarreta, donde la cobertura de macrófitas y los datos de recuentos de micrófitas bentónicas han sido mayores. Su actividad fotosintética en determinados momentos hace que los valores registrados hayan estado muy por encima del 100% de saturación.

3.2. PRESENCIA Y CONCENTRACIÓN DE DINOFLAGELADOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Los datos de todos los recuentos realizados en la columna de agua y en el sustrato macrofítico en 2023 se recogen en los anexos (Tabla 10). En el caso de sustrato macrofítico al no poder hacer una recogida de las mismas especies en todas las zonas y días de muestreo, se ha hecho una suma de las microalgas encontradas en las dos macrófitas recogidas en cada punto y en cada día de muestreo y se ha dividido por el total de gramos de ambas especies (Tabla 10).

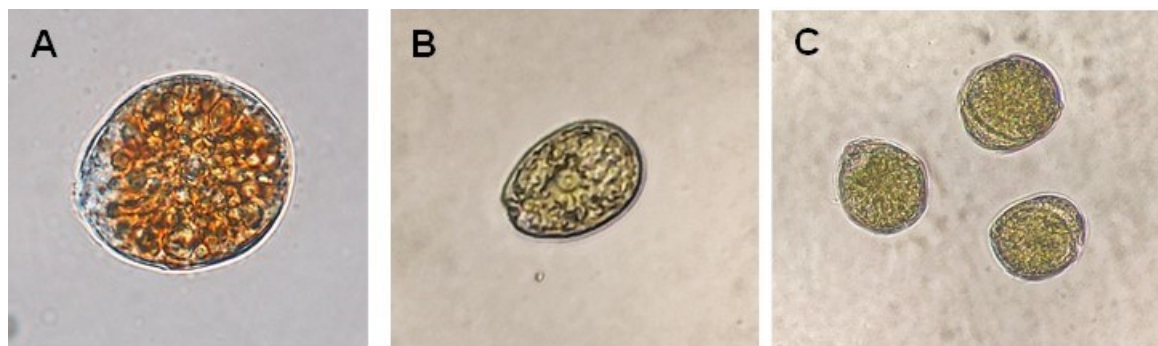


Figura 4 Imágenes de los dinoflagelados bentónicos tóxicos más representativos de la costa vasca: A: *Ostreopsis*; B: *Prorocentrum lima*; C: *Coolia*

3.2.1. *Ostreopsis*

Los individuos del género *Ostreopsis* fueron observados en la columna de agua en todos los muestreos a lo largo del periodo de estudio 2023 (Tabla 4). Los valores observados en el mes de junio fueron de mera presencia con un máximo de 130 células por litro en la playa de Ondarreta. El resto del periodo de estudio en todos los arenales se registraron valores superiores.

- El valor máximo en la playa de Saturraran fue de $1,25 \cdot 10^3$ células por litro a mediados del mes de julio.
- En Itzurun (Zumaia) el máximo fue de $1 \cdot 10^3$ células por litro a mediados del mes de agosto.
- En La Concha, los valores no sobrepasaron en ningún momento los $2,5 \cdot 10^3$ células por litro.
- En Ondarreta se dieron valores muy superiores a la zona de La Concha, con valores siempre superiores a $2 \cdot 10^4$ células por litro, salvo en el primer muestreo y siendo superiores a $3 \cdot 10^4$ células por litro en cuatro de los seis muestreos.
- En Hondarribia, el máximo se registró a mediados de agosto, con un valor de $2,8 \cdot 10^3$ células por litro.

Los recuentos de *Ostreopsis* sobrepasaron en cuatro ocasiones el valor límite establecido ($3 \cdot 10^4$ células por litro). En las cuatro ocasiones, esto se dio en Ondarreta, con un máximo de $4,9 \cdot 10^4$ células por litro.

Este valor es sensiblemente inferior al máximo observado en 2022 ($1,3 \cdot 10^5$ células por litro), pero aun así sigue siendo una concentración elevada. Cabe destacar que, en 2022, también fue este arenal el que superó en un mayor número de veces el límite, con 3 veces en toda la época de estudio. Son, sin duda, sus características de sustrato y su poco dinamismo, que además ayudan a mantener temperaturas más elevadas, lo que ayuda al establecimiento de estos organismos y a su proliferación de manera más importante.

El resto de los arenales mostró valores similares entre sí, muy por debajo del límite establecido citado anteriormente, observándose, al igual que en Ondarreta, como es a partir del primer muestreo de julio cuando se dan las concentraciones mayores.

Tabla 4 Abundancia del género *Ostreopsis* (cél/L) en la columna de agua en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

Año	Fecha	Saturraran	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	0	0	230	0	0
	julio (1)	20	90	133300	11140	1240
	julio (2)	240	520	8640	180	7740
	agosto (1)	3350	74150	33000	14080	280
	agosto (2)	4460	1990	131072	60	400
	septiembre	540	5880	3280	220	1060
2023	junio	30	50	130	10	20
	julio (1)	30	270	39947	2470	90
	julio (2)	1250	400	49343	1700	80
	agosto (1)	160	790	46020	420	250
	agosto (2)	530	1040	21160	960	2810
	septiembre	690	620	45489	110	2050

La valoración conjunta de los dos años estudiados (2022-2023) muestra una problemática clara en la playa de Ondarreta, donde prácticamente en todas las ocasiones, desde el mes de julio hasta septiembre se supera el límite de alerta. El resto de los arenales puntualmente ha presentado concentraciones relativamente altas e incluso en una ocasión se superó el límite de alerta, pero en la mayor parte de las ocasiones, las concentraciones se mantienen bajas por debajo de las 1000 células por litro.

En relación a su presencia en macrófitas, en este año 2023, el género *Ostreopsis* estuvo presente en las macrófitas de los cinco arenales, con densidades inferiores a $5 \cdot 10^4$ células por gramo en la mayoría de las ocasiones, con la excepción del segundo muestreo del mes de agosto en Hondarribia ($1,63 \cdot 10^5$ células por gramo) y en La Concha ($1 \cdot 10^5$ células por gramo), y en Ondarreta donde, salvo el mes de junio, todos los valores registrados estuvieron por encima de $1,5 \cdot 10^5$ células por gramo de macrófita, con máximos de más $3 \cdot 10^5$ células por gramo (Tabla 5).

Tabla 5 Abundancia del género *Ostreopsis* en macrófita ((cél/g) en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

Año	Fecha	Saturraran	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	0	0	28876	43	282
	julio (1)	42	17	1139212	26310	44510
	julio (2)	1073	414	794057	7682	31286
	agosto (1)	15779	42866	375855	341572	1490
	agosto (2)	11512	10141	520140	1366	13815
	septiembre	1651	10489	121670	892	13468
2023	junio	288	0	2368	652	521
	julio (1)	284	434	196051	16134	3958
	julio (2)	12082	1842	314936	18905	25664
	agosto (1)	967	602	159625	900	3138
	agosto (2)	2583	608	204503	100323	163064
	septiembre	343	1448	280234	1638	34865

Al igual que en la valoración conjunta de la presencia de *Ostreopsis* en agua en los dos años, es la playa de Ondarreta la que muestra la situación más preocupante en cuanto a la presencia en macrófita,

encontrándonos por encima del límite de alerta establecido en la mayor parte de las ocasiones.

Sin embargo, en este caso si se observa una pequeña tendencia en el resto de los arenales, encontrándose mayores concentraciones habitualmente cuanto más hacia el este está situada la playa muestreada. Así, las playas de Zumaia y Saturrarán muestran valores claramente inferiores a los recogidos en La Concha y Hondarribia. Las diferencias de temperatura existentes entre ellas no son grandes, pero la temperatura media en los dos arenales occidentales no llega a los 23 °C (22,2 °C y 22,8 °), mientras que en los dos orientales sobrepasa ese valor (23,1 °C y 23,3 °C). Esta diferencia podría favorecer unas mayores densidades en las macrófitas de las playas situadas más al este.

3.2.2. *Prorocentrum lima*

Los recuentos de *Prorocentrum lima* mostraron concentraciones muy bajas, con valores máximos en torno a 100 células por litro, con presencia dispar entre los diferentes arenales y destacando su ausencia total en el arrenal de La Concha.

La especie *Prorocentrum lima* ha aparecido en diversas ocasiones en la columna de agua en los diferentes puntos de muestreo salvo en La Concha, donde estuvo ausente. Sin embargo, su aparición es esporádica y en concentraciones muy bajas, con un máximo de 120 células por litro registrado en Ondarreta a mediados de agosto (Tabla 6).

Tabla 6 Abundancia de la especie *Prorocentrum lima* (cél/L) en agua en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

Año	Fecha	Saturrarán	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	10	0	0	0	0
	julio (1)	0	0	0	0	0
	julio (2)	40	20	0	0	20
	agosto (1)	180	100	200	0	0
	agosto (2)	0	20	300	0	20
	septiembre	0	120	20	20	10
2023	junio	10	0	0	0	0
	julio (1)	10	10	0	0	20
	julio (2)	0	20	0	0	10
	agosto (1)	0		89	0	0
	agosto (2)	0	100	120	0	0
	septiembre	0	30	89	0	80

En el conjunto de los dos años estudiados, esta especie en ningún momento ha superado las 300 células por litro, lo que indica una escasa presencia y por lo tanto una baja probabilidad de episodios tóxicos debidos a esta especie.

En el sustrato macrofítico en este año 2023, *Prorocentrum lima* se observó en la casi totalidad de las muestras en todos los arenales, con la excepción del mes de junio en Itzurun (Zumaia), pero su concentración superó en contadas ocasiones las $1 \cdot 10^3$ células por gramo, y únicamente en Ondarreta y Hondarribia. Fue precisamente en este último punto de muestreo donde se registró el máximo con algo más de $6 \cdot 10^3$ células por gramo en el mes de septiembre (Tabla 7).

Al igual que en la columna de agua, la presencia de *Prorocentrum lima* en macrófita, en los dos años de estudio, ha mostrado valores bajos, siempre inferiores a 10 000 células por gramo, y generalmente inferiores a 1000 células por gramo.

Tabla 7 Abundancia de la especie *Prorocentrum lima* en macrófita (cél/g) en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

Año	Fecha	Saturrarán	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	7	13	303	32	17
	julio (1)	77	6	1452	80	468
	julio (2)	307	57	2310	181	203
	agosto (1)	959	261	5023	2191	686
	agosto (2)	411	556	9749	970	1038
	septiembre	1376	221	4522	1376	547
2023	junio	126	0	159	48	2
	julio (1)	95	16	306	27	55
	julio (2)	268	27	310	154	184
	agosto (1)	173	45	738	105	266
	agosto (2)	518	87	1331	389	1968
	septiembre	218	140	1661	601	6449

3.2.3. *Coolia*

El género *Coolia* registró su máxima concentración en la columna de agua en la playa de Saturrarán en el muestreo de junio con $1,35 \cdot 10^3$ células por litro. La aparición de individuos de este género durante el resto del periodo de estudio es esporádica y con concentraciones muy bajas, salvo en la playa de Ondarreta, donde se observó en los seis muestreos, con concentraciones por encima de las 500 células por litro en cuatro de los seis muestreos (Tabla 8).

Este género tiene una distribución más amplia de temperaturas que el observado para *Ostreopsis* (Meunier, 1919, Rhodes & Thomas, 1997,) lo que facilitaría la obtención de máximos no tan condicionados por la temperatura.

Tabla 8 Abundancia del género *Coolia* en agua (cél/L) en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

	<i>Coolia</i> (cél/L) 2022	Saturrarán	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	0	30	100	10	50
	julio (1)	110	0	400	140	120
	julio (2)	160	20	0	0	180
	agosto (1)	170	700	0	60	147
	agosto (2)	40	40	260	0	0
	septiembre	20	40	30	0	20
2023	junio	1350	40	10	10	10
	julio (1)	10	30	614	80	0
	julio (2)	30	0	266	30	0
	agosto (1)	20	30	708	0	0
	agosto (2)	80	160	780	150	0
	septiembre	80	20	1151	10	30

La presencia del género *Coolia* en la columna de agua en la época estival de los años 2022 y 2023 ha registrado valores bajos, generalmente inferiores a 1000 células por litro, con presencia esporádica y testimonial en algunas playas, lo que indica una escasa posibilidad, en las condiciones actuales, de problemática asociado a este género.

En relación con la presencia del género *Coolia* (Tabla 9) en sustrato macrofítico, se observan resultados muy dispares en los diferentes arenales. Así, en Zumaia se encuentra de manera testimonial con valores muy bajos. En Hondarribia y en Saturrarán, sus densidades fueron muy bajas salvo en una ocasión en ambos arenales; en Hondarribia el mes de septiembre, con una concentración de $6,3 \cdot 10^3$ células por gramo, y en Saturrarán en junio, con valores cercanos a $1 \cdot 10^5$ células por gramo, que representa el máximo encontrado en 2023 en todo el área de estudio. Por su parte, en las playas de San Sebastián fueron más habituales densidades cercanas o superiores a $5 \cdot 10^3$ células por gramo, con un máximo en la playa de Ondarreta de $5,7 \cdot 10^4$ células por gramo en el primer muestreo del mes de julio.

Tabla 9 Abundancia del género *Coolia* en macrofita (cél/g) en los dos años de estudio (ver Tabla 2).

	<i>Coolia</i> (cél/g)	Saturraran	Zumaia	Ondarreta	La Concha	Hondarribia
2022	junio	1	18	5874	3690	4442
	julio (1)	316	6	18082	805	2126
	julio (2)	90	144	2041	241	484
	agosto (1)	1326	1720	0	2427	234
	agosto (2)	438	171	1147	85	438
	septiembre	161	91	613	13	957
2023	junio	98088	131	310	1866	362
	julio (1)	445	39	57324	8316	168
	julio (2)	810	7	10924	2835	202
	agosto (1)	246	6	2127	168	48
	agosto (2)	1282	100	12188	24670	561
	septiembre	82	47	4068	366	6367

Los datos obtenidos en las dos campañas realizadas sobre el género *Coolia* en sustrato macrofítico, muestra unos valores máximos no superiores a 100 000 células por litro y, generalmente, inferiores a 10 000 células por litro. La playa de Ondarreta es, al igual que ocurre con *Ostreopsis*, donde se obtienen habitualmente los valores más altos en ambos años. En el caso de este género, se ha observado un claro aumento de su presencia en el año 2023 en relación con 2022, en los arenales de La Concha y Ondarreta. Sin embargo, son valores que en un principio y siguiendo los límites establecidos para el género *Ostreopsis* quedan lejos de los niveles de alerta.

4.

Conclusiones

En este estudio desarrollado a lo largo del verano de 2023 en cinco arenales de la costa vasca (Saturraran, Itzurun, Ondarreta, La Concha y Hondarribia) se han obtenido y evaluado resultados de variables fisicoquímicas generales (temperatura, salinidad, pH y saturación de oxígeno) y de concentraciones de dinoflagelados potencialmente tóxicos, con especial énfasis para los taxones *Ostreopsis*, *Prorocentrum lima* y *Coolia*; y se han incorporado resultados previos del verano de 2022.

Los resultados de las variables fisicoquímicas en 2023 fueron bastante homogéneos y acordes a lo esperado en la época estival en el sureste del Golfo de Vizcaya, con temperaturas entre los 22 y los 25 grados, y las variables de salinidad y pH con valores estables y habituales para el ecosistema que se estudia. Mayor discrepancia se observa en los valores de saturación de oxígeno, con valores superiores en Ondarreta que pueden ser explicados en parte por una muy superior presencia de macrófitas respecto al resto de los casos.

Los resultados de concentraciones de dinoflagelados potencialmente tóxicos obtenidos indican lo siguiente:

- El género ***Ostreopsis* está establecido en la costa vasca**, tal y como lo atestiguan los resultados de las campañas 2022 y 2023.
 - Ondarreta resulta ser el emplazamiento más preocupante por la reincidente presencia del género *Ostreopsis*, con valores superiores a los límites establecidos como concentraciones de alerta tanto en la columna de agua como por peso fresco de macrófita.
 - En el resto de los arenales, la presencia del género *Ostreopsis* es prácticamente constante, pero con abundancias medias o inferiores, en todo caso, alejados de los niveles de alerta.
- Respecto a las concentraciones de *Prorocentrum lima* y *Coolia*, se debe indicar que los valores obtenidos están alejados de los niveles de alerta, y se puede destacar que los valores de *Coolia* en 2023 han aumentado respecto a 2022 en Ondarreta y La Concha.
- Las características de Ondarreta, con una zona sublitoral somera con bajo hidrodinamismo y una cobertura muy amplia de macrófitas, son idóneas para el desarrollo de estos géneros de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos.

Con todo ello, sería deseable continuar con el seguimiento y evaluación de los niveles de dinoflagelados potencialmente tóxicos en época estival, especialmente del género *Ostreopsis* y con especial atención a la playa de Ondarreta.

Bibliografía

- Berdalet E., Pavaux A.S., Abós-Herrándiz R., Travers M., Appéré G., Vila M., Thomas J., de Haro L., Estrada M., Medina-Pérez N.I., Viure L., Karlson B., Lemée R., (2022). Environmental, human health and socioeconomic impacts of *Ostreopsis* spp. Blooms in the NW Mediterranean. *Harmful algae*, 119: 102320.
- Bilbao J., Pavludi C., Blanco-Rayón E., Franco J., Madariaga I., Seoane S., (2023). Phytoplankton community composition in relation to environmental variability in the Urdaibai estuary (SE Bay of Biscay): Microscopy and eDNA metabarcoding. *Marine Environmental Research*, 191: 106175.
- Calvo E.M., Simó R., Coma R., Ribes M., Pascual J., Sabatés A., Gili J.M., Pelejero C., (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. *Climate Research* 50(1): 1-29.
- Chomérat N., Antajan E., Auby I., Bilien G., Carpentier L., Casamajor M. N. D., Ganthy F., Hervé F., Labadie M., Méteigne, C., Paradis C., Perrière-Rumèbe M., Sanchez F., Séchet V., Amzil Z., (2022). First characterization of *Ostreopsis* cf. *ovata* (Dinophyceae) and detection of ovatoxins during a multispecific and toxic *Ostreopsis* bloom on French Atlantic Coast. *Marine Drugs*, 20(7): 461.
- Drouet K., Jauzein, C., Herviot-Heath, D., Hariri, S., Laza-Martinez, A., Lecadet, C., Plus, M., Seoane, S., Sourisseau, M., Lemée, R., Siano, R., (2021). Current distribution and potential expansion of the harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis* cf. *siamensis* towards the warming waters of the Bay of Biscay, North-East Atlantic. *Environmental Microbiology*, 23(9): 4956-4979.
- Hallegraeff G., (2010). Review ocean climate change, phytoplankton community responses and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal of Phycology*, 46: 220-235.
- Laza-Martinez, A., Orive, E., y Miguel, I., (2011). Morphological and genetic characterization of benthic dinoflagellates of the genera *Coolia*, *Ostreopsis* and *Prorocentrum* from the south-eastern Bay of Biscay. *European journal of phycology*, 46(1): 45-65.
- Marampouti C., Buma A.G.J. & de Boer M.K., (2021). Mediterranean alien harmful algal blooms: origins and impacts. *Environmental Science Pollution Research*, 28: 3837-3851.
- Martino S., Gianella F., Davidson K., (2020). An approach for evaluating the economic impacts of harmful algal blooms: The effects of blooms of toxic *Dinophysis* spp. on the productivity of Scottish shellfish farms. *Harmful algae*, 99: 101912.
- Meunier A., (1919). *Coolia monotis* sp. nov. – Mémoires du musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique. Microplankton de la Mer Flamanda, meme partie les peridinien, 8:68-69.
- Rhodes L.L., Thomas A.E., (1997). *Coolia monotis* (Dinophyceae): A toxic epiphytic microalgal species found in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 31(1): 139-141.

- Seoane S., Siano, R., (2018). New limits of *Ostreopsis* distribution in the Bay of Biscay: a first report of *Ostreopsis* in Santander Bay, Cantabria (Northern Spain). *Harmful Algae News*, 60 (10).
- Utermöhl H., (1958). Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Mitteilungen, 9(1), 1-38.
- Vila M., Abós-Herrándiz R., Isern-Fontanet J., Álvarez J., Berdalet E., (2016). Establishing the link between *Ostreopsis* cf. *ovata* blooms and human health impacts using ecology and epidemiology. *Scientia Marina*, 80S1:107-115.
- Wu, H., Chen, C., Wang, Q., Lin, J., Xue, J., (2017). The biological content of ballast water in China: A review. *Aquaculture and fisheries studies*, 2: 241–246.

Anexos

Tabla 10 2023. Datos de recuentos -en células por litro en el caso de las muestras de agua y en células por gramo en el caso de las muestras de macrófitas de forma independiente y la media de ambas (Suma)- de los dinoflagelados identificados al microscopio invertido.

Muestreo	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum lima		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Prorocentrum cf. rathymum		Amphidinium		Coolia		
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	
06/23	Saturraran	Agua	30		0		0		10		10		0		0		1350		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		388		0		0		212		0		0		0		140805	
		<i>Halopteris scoparia</i>		231		0		0		77		38		0		0		73839	
		SUMA		288		0		0		126		25		0		0		98088	
	Zumaia	Agua	50		0		0		0		0		0		0		40		
		<i>Jania rubens</i>		139		0		0		0		0		0		0		83	
		<i>Halopteris scoparia</i>		0		0		0		0		19		0		0		150	
		SUMA		41		0		0		0		5		0		0		131	
	Ondarreta	Agua	130		0		0		0		0		0		0		10		
		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		1905		0		0		6		0		0		0		61	
		<i>Halopteris scoparia</i>		2896		0		0		334		0		0		0		594	
		SUMA		2368		0		0		159		0		0		0		310	
	La Concha	Agua	10		0		0		0		0		0		0		10		
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		923		0		0		56		0		0		84		2097	
		<i>Halopteris scoparia</i>		334		0		0		39		0		13		0		1594	
		SUMA		652		0		0		48		0		6		45		1866	
	Hondarribia	Agua	20		0		0		0		0		0		0		10		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		212		0		0		0		0		0		0		576	
		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		731		0		0		4		0		0		0		218	
		SUMA		521		0		0		2		0		0		0		362	
	07/23 (1)	Saturraran	Agua	30		0		0		10		10		0		0		10	
<i>Cladostephus spongiosus</i>				653		0		0		210		0		23		0		1039	
<i>Gelidium</i>				20		0		0		12		0		0		0		20	
SUMA				284		0		0		95		0		10		0		445	
Zumaia		Agua	270		0		0		10		20		0		0		30		
		<i>Jania rubens</i>		246		0		0		0		0		0		0		13	
		<i>Halopteris scoparia</i>		636		0		0		33		0		0		0		67	
		SUMA		434		0		0		16		0		0		0		39	
Ondarreta	Agua	39947		0		0		0		0		0		0		614			

Muestreo	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum lima		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Prorocentrum cf. rhathymum		Amphidinium		Coolia		
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	
07/23 (2)		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		196751		0		0		0		0		0		0		52099	
		<i>Halopteris scoparia</i>		195379		0		0		599		0		0		0		62330	
		SUMA		196051		0		0		306		0		0		0		57324	
	La Concha	Agua	2470		10		0		0		0		0		0		80		
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		20786		0		0		0		0		0		96		10897	
		<i>Halopteris scoparia</i>		4564		0		0		94		94		0		0		1896	
		SUMA		16134		0		0		27		27		0		68		8316	
	Hondarribia	Agua	90		0		0		20		0		0		0		0		
		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		4526		0		0		12		0		0		0		70	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		3055		0		0		113		0		0		0		302	
		SUMA		3958		0		0		55		0		0		0		168	
	07/23 (2)	Saturraran	Agua	1250		0		2800		0		0		0		0		30	
			<i>Gelidium</i>		12280		0		0		126		25		0		25		264
			<i>Centroceras clavulatum</i>		11857		0		0		429		214		0		0		1429
			SUMA		12082		0		0		268		114		0		13		810
Zumaia		Agua	400		0		0		20		0		10		0		0		
		<i>Jania rubens</i>		1121		0		0		0		0		0		0		0	
		<i>Halopteris scoparia</i>		2524		0		0		52		0		0		0		13	
		SUMA		1842		0		0		27		0		0		0		7	
Ondarreta		Agua	49343		0		0		0		0		0		0		266		
		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		473783		0		0		0		0		0		0		13955	
		<i>Halopteris scoparia</i>		185372		0		0		563		0		0		0		8452	
		SUMA		314936		0		0		310		0		0		0		10924	
La Concha	Agua	1700		10		10		0		0		0		0		30			
	<i>Centroceras clavulatum</i>		33213		0		0		0		51		0		257		5964		
	<i>Cladostephus spongiosus</i>		9439		0		0		255		0		0		425		765		
	SUMA		18905		0		0		154		20		0		358		2835		
Hondarribia	Agua	80		0		0		10		0		10		0		0			
	<i>Vertebrata fruticulosa</i>		36444		0		0		138		0		0		0		276		
	<i>Halopteris scoparia</i>		13318		0		0		236		0		0		825		118		
	SUMA		25664		0		0		184		0		0		385		202		
08/23	Saturraran	Agua	160		0		20		0		0		0		10		20		

Muestreo	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum lima		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Prorocentrum cf. rhathymum		Amphidinium		Coolia	
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g
(1)		<i>Cladostephus spongiosus</i>		1158		0		0		199		59		0		0		332
		<i>Centroceras clavulatum</i>		733		0		0		141		0		26		18		141
		SUMA		967		0		0		173		32		12		8		246
	Zumaia	Agua		790		0		0		0		0		0		0		30
		<i>Centroceras clavulatum</i>		927		0		0		32		0		0		0		0
		<i>Halopteris scoparia</i>		340		0		0		55		0		10		0		10
		SUMA		602		0		0		45		0		6		0		6
	Ondarreta	Agua		46020		0		0		89		0		0		0		708
		<i>Gelidium sp.</i>		72542		0		0		188		0		0		0		377
		<i>Halopteris scoparia</i>		233419		0		0		1203		0		0		0		3610
		SUMA		159625		0		0		738		0		0		0		2127
	La Concha	Agua		420		10		40		0		10		0		0		0
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		1156		0		0		131		158		18		105		236
		<i>Centroceras clavulatum</i>		417		0		0		55		0		0		0		39
		SUMA		900		0		0		105		103		11		69		168
	Hondarribia	Agua		250		0		730		0		0		290		0		0
		<i>Centroceras clavulatum</i>		5123		0		0		454		0		97		65		130
		<i>Halopteris scoparia</i>		1954		0		0		153		0		0		0		0
SUMA			3138		0		0		266		0		36		24		48	
08/23 (2)	Saturrarán	Agua		530		0		90		0		0		10		0		80
		<i>Centroceras clavulatum</i>		1811		0		0		230		38		0		38		604
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		4450		0		0		1214		270		0		22		2922
		SUMA		2583		0		0		518		106		0		34		1282
	Zumaia	Agua		1040		0		0		100		0		90		0		160
		<i>Centroceras clavulatum</i>		985		0		0		159		0		0		0		67
		<i>Halopteris scoparia</i>		314		0		0		31		0		125		0		125
		SUMA		608		0		0		87		0		70		0		100
	Ondarreta	Agua		21160		0		220		120		0		0		0		780
		<i>Vertebrata fruticulosa</i>		200523		0		0		602		0		0		0		7226
		<i>Halopteris scoparia</i>		211538		0		0		2620		0		0		0		20957
		SUMA		204503		0		0		1331		0		0		0		12188
	La Concha	Agua		960		20		790		0		0		0		0		150

Muestreo	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum lima		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Prorocentrum cf. rhathymum		Amphidinium		Coolia	
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g
09/23		<i>Centroceras clavulatum</i>		175005		0		0		655		0		0		3277		32772
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		61312		0		0		249		0		0		498		20437
		SUMA		100323		0		0		389		0		0		1452		24670
	Hondarribia	Agua	2810		20		370		0		0		270		0		0	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		346623		0		0		939		0		0		939		0
		<i>Halopteris scoparia</i>		82658		0		0		2419		0		403		1210		806
		SUMA		163064		0		0		1968		0		280		1127		561
	Saturraran	Agua	690		0		0		0		0		0		0		80	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		467		0		0		329		11		0		0		106
		<i>Gelidium sp.</i>		270		0		0		153		6				0		67
		SUMA		343		0		0		218		8				0		82
	Zumaia	Agua	620		0		0		30		0		0		30		20	
		<i>Jania rubens</i>		2352		0		0		0		0		0		0		0
		<i>Halopteris scoparia</i>		989		0		0		212		0		0		0		71
		SUMA		1448		0		0		140		0		0		0		47
	Ondarreta	Agua	45489		89		0		89		0		0		0		1151	
<i>Vertebrata fruticulosa</i>			413170		0		0		1020		0		0		0		4081	
<i>Halopteris scoparia</i>			65014		0		0		2698		651		0		0		4047	
SUMA			280234		0		0		1661		248		0		0		4068	
La Concha	Agua	110		0		30		0		0		0		0		10		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		3331		0		0		802		0		41		0		555	
	<i>Cladostephus spongiosus</i>		611		0		0		479		60		36		0		252	
	SUMA		1638		0		0		601		37		38		0		366	
Hondarribia	Agua	2050		0		20		80		10		3370		40		30		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		38495		0		0		2575		0		0		271		5151	
	<i>Halopteris scoparia</i>		31205		0		0		10356		0		414		276		7594	
	SUMA		34865		0		0		6449		0		206		274		6367	

Tabla 11 2022. Datos de recuentos -en células por litro en el caso de las muestras de agua y en células por gramo en el caso de las muestras de macrófitas de forma independiente y la media de ambas (Suma)- de los dinoflagelados identificados al microscopio invertido.

Fecha	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum cf dentatum		Prorocentrum lima		Prorocentrum minimum		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Amphidinium		Alexandrium		Coolia		
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	
06/22	Saturraran	Agua	0		10		0		70		10		0		0		0		0		0		
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		0		0		0		0		6		0		0		0		0		0	3
		<i>Halopteris scoparia</i>		0		0		0		7		7		0		0		0		0		0	0
		Suma		0		0		0		5		7		0		0		0		0		0	1
	Zumaia	Agua	0		10		0		0		0		0		0		0		0		0		30
		<i>Jania rubens</i>		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	18
		<i>Halopteris scoparia</i>		0		0		0		0		18		0		0		0		0		0	18
		Suma		0		0		0		0		13		0		0		0		0		0	18
	Ondarreta	Agua	230		40		20		0		0		0		0		0		0		0		100
		<i>Gelidium comeum</i>		37469		0		0		0		288		0		0		0		0		0	5608
		<i>Halopteris scoparia</i>		11982		0		0		0		333		0		0		0		0		0	6398
		Suma		28876		0		0		0		303		0		0		0		0		0	5874
	La Concha	Agua	0		20		50		100		0		0		0		0		0		0		10
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		65		0		0		0		65		0		0		0		0		0	10439
		<i>Halopteris scoparia</i>		32		16		0		0		16		0		0		16		0		0	412
		Suma		43		11		0		0		32		0		0		11		0		0	3690
	Hondarribia	Agua	0		0		10		40		0		0		0		0		0		0		50
		<i>Chondria capillaris</i>		407		0		0		0		27		0		0		54		0		0	4340
		<i>Halopteris scoparia</i>		84		0		0		0		0		42		0		0		0		0	4603
		Suma		282		0		0		0		17		16		0		33		0		0	4442
07/22 (1)	Saturraran	Agua	20		0		50		0		0		0		0		0		0		0	110	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		28		0		0		0		55		0		0		0		0		0	110
		<i>Halopteris scoparia</i>		56		0		0		0		97		0		0		0		0		0	515
		Suma		42		0		0		0		77		0		0		0		0		0	316
	Zumaia	Agua	90		0		30		0		0		0		0		0		0		0	0	0
		<i>Jania rubens</i>		24		0		0		0		8		0		0		0		0		0	0
		<i>Halopteris scoparia</i>		13		0		0		0		4		0		0		0		0		0	9
	Suma		17		0		0		0		6		0		0		0		0		0	6	

Fecha	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum cf. dentatum		Prorocentrum lima		Prorocentrum minimum		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Amphidinium		Alexandrium		Coolia			
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g		
07/22 (2)	Ondarreta	Agua	133300		0		3333		0		0		33		0		0		0		0		400	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		1862681		723		0		0		2169		0		0		0		0		0		28924
		<i>Halopteris scoparia</i>		477504		0		0		0		797		0		0		0		0		0		8167
		Suma		1139212		345		0		0		1452		0		0		0		0		0		18082
	La Concha	Agua	11140		60		500		0		0		0		0		20		0		0		140	
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		31392		0		0		0		162		54		0		54		0		0		808
		<i>Halopteris scoparia</i>		21267		0		0		0		0		0		0		53		0		0		802
		Suma		26310		0		0		0		80		27		0		54		0		0		805
	Hondarribia	Agua	1240		0		1220		0		0		20		0		0		0		0		120	
		<i>Centroceras clavulatum</i>		55723		0		0		0		407		0		0		0		0		0		2135
		<i>Halopteris scoparia</i>		33434		0		0		0		530		0		0		0		0		0		2118
		Suma		44510		0		0		0		468		0		0		0		0		0		2126
Saturrarán	Agua	240		140		220		0		40		0		20		0		500		0		160		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		56		0		0		0		36		0		7		0		0		0		10	
	<i>Halopteris scoparia</i>		2496		0		0		0		687		0		134		0		0		0		201	
	Suma		1073		0		0		0		307		0		60		0		0		0		90	
Zumaia	Agua	520		0		40		0		20		0		0		0		0		0		20		
	<i>Jania rubens</i>		2734		0		0		0				0		0		0		0		0		56	
	<i>Halopteris scoparia</i>		9791		0		0		0		122		0		0		0		0		0		243	
	Suma		414		0		0		0		57		0		0		0		0		0		144	
Ondarreta	Agua	8640		0		520		0				0		0		0		0		0		0		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		1031224		0		0		0		877		0		0		877		0		0		1315	
	<i>Halopteris scoparia</i>		483390		0		0		0		4188		0		0		0		0		0		2991	
	Suma		794057		0		0		0		2310		0		0		497		0		0		2041	
La Concha	Agua	180		0		60		0				0		0		0		0		0		0		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		15486		0		0		0		212		0		71		0		0		0		283	
	<i>Cladostephus spongiosus</i>		1997		0		0		0		158		0		53		158		0		0		210	
	Suma		7682		0		0		0		181		0		60		91		0		0		241	
Hondarribia	Agua	7740		20		400		0		20		0		0		0		0		0		180		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		42275		0		0		0		166		0		0		0		0		0		443	
	<i>Halopteris scoparia</i>		23936		0		0		0		227		0		0		0		0		0		512	
	Suma		31286		0		0		0		203		0		0		0		0		0		484	

Fecha	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum cf. dentatum		Prorocentrum lima		Prorocentrum minimum		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Amphidinium		Alexandrium		Coolia		
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	
08/22 (1)	Saturrarán	Agua	3350		40		120		0		180		0		0		0		0		170		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		25773		0		0		0		1158		0		0		0		0		21224	
		<i>Halopteris scoparia</i>		4713		0		0		0		739		0		33		0		0		443	
		Suma		15779		0		0		0		959		0		16		0		0		1326	
	Zumaia	Agua	74150		0		100		0		100		0		0		0		0		700		
		<i>Jania rubens</i>		11616		0		0		0		29		0		0		0		0		0	
		<i>Halopteris scoparia</i>		79221		0		0		0		532		0		0		0		0		3722	
		Suma		42866		0		0		0		261		0		0		0		0		1720	
	Ondarreta	Agua	33000		200				0		200		0		100		0		0		0		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		553125		0		0		0		2305		0		0		307		0		0	
		<i>Halopteris scoparia</i>		213264		0		0		0		7516		0		0		0		0		0	
		Suma		375855		0		0		0		5023		0		0		147		0		0	
	La Concha	Agua	14080		120		120		0		0		0		20		0		0		60		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		712267		0		0		0		3651		0		0		913		0		4564	
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		33768		0		0		0		979		0		1794		245		0		653	
		Suma		341572		0		0		0		2191		0		980		548		0		2427	
Hondarribia	Agua	280		0				0		0		0				0		0		147			
	<i>Centroceras clavulatum</i>		425		0		0		0		715		0		22		15		0		112		
	<i>Halopteris scoparia</i>		2660		0		0		0		655		0		123		327		0		368		
	Suma		1490		0		0		0		686		0		70		164				234		
08/22 (2)	Saturrarán	Agua	4460		0		20		0		0		0		0		0		0		40		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		11813		0		0		0		296		0		35		0		0		348	
		<i>Halopteris scoparia</i>		11860		0		0		0		534		0		147		37		0		534	
		Suma		11512		0		0		0		411		0		89		18		0		438	
	Zumaia	Agua	1990		0		0		0		20		0		20		20		0		40		
		<i>Jania rubens</i>		2147		0		0		0		44		0		0		0		0		0	
		<i>Halopteris scoparia</i>		18789		0		0		0		1110		0		0		0		0		357	
		Suma		10141		0		0		0		556		0		0		0		0		171	
	Ondarreta	Agua	131072		20		0		0		300		0		80		0		0		260		
		<i>Centroceras clavulatum</i>		573327		0		0		0		6785		0		0		1696		0		0	
<i>Halopteris scoparia</i>			409086		0		0		0		15938		0		0		1771		0		3542		
Suma			520140		0		0		0		9749		0		0		1720		0		1147		

Fecha	Playa	Muestra	Ostreopsis		Prorocentrum micans		Prorocentrum cf. triestinum		Prorocentrum cf. dentatum		Prorocentrum lima		Prorocentrum minimum		Prorocentrum grupo fukuyoi-emarginatum		Amphidinium		Alexandrium		Coolia		
			cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	cél/L	cél/g	
09/22	La Concha	Agua	60		0		0		0		0		0		20		0		0		0		0
		<i>Centroceras clavulatum</i>		1748		0		0		0		854		0		0		19		0			97
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		902		0		0		0		1111		0		162		23		0			69
		Suma		1366		0		0		0		970		0		73		21		0			85
	Hondarribia	Agua	400		20		20		0		20		0		20		0		0		0		0
		<i>Centroceras clavulatum</i>		14680		0		0		0		59		0		0		59		0			148
		<i>Cladostephus spongiosus</i>		12487		0		0		0		2540		0		0				0			882
		Suma		13815		0		0		0		1038		0		0		36		0			438
	Saturraran	Agua	540		0		0		0		0		0		0		0		0				20
		<i>Centroceras clavulatum</i>		1394		0		0		0		1492		0		131		0		0			82
		<i>Chondria capillaris</i>		2249		0		0		0		1105		0		152		0		0			343
		Suma		1651		0		0		0		1376		0		138		0		0			161
Zumaia	Agua	5880		0		0		0		120		0		0		0		0		0		40	
	<i>Jania rubens</i>		7818		0		0		0		64		0		0		0		0			32	
	<i>Halopteris scoparia</i>		12075		0		0		0		314		0		0		0		0			126	
	Suma		10489		0		0		0		221		0		0		0		0			91	
Ondarreta	Agua	3280		0		0		0		20		0		0		70		0				30	
	<i>Centroceras clavulatum</i>		181488		0		0		0		4418		0		0		736		0			736	
	<i>Halopteris scoparia</i>		54261		0		0		0		4640		0		379		758		0			473	
	Suma		121670		0		0		0		4522		0		178		746		0			613	
La Concha	Agua	220		0		0		0		20		0		0		0		0		0		0	
	<i>Centroceras clavulatum</i>		1130		0		0		0		1165		0		0		34		0			34	
	<i>Halopteris scoparia</i>		751		0		0		0		1502		0		551		200		0			0	
	Suma		892		0		0		0		1376		0		346		139		0			13	
Hondarribia	Agua	1060		20		200		0		10		0		0		30		0				20	
	<i>Centroceras clavulatum</i>		18120		0		0		0		283		0		113		340		0			566	
	<i>Halopteris scoparia</i>		6505		0		0		0		942		0		86		257		0			1541	
	Suma		13468		0		0		0		547		0		102		307		0			957	