

REPORT DOCUMENTATION PAGE					<i>Form Approved OMB No. 0704-0188</i>	
The public reporting burden for this collection of information is estimated to average 1 hour per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, and completing and reviewing the collection of information. Send comments regarding this burden estimate or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing the burden, to the Department of Defense, Executive Services and Communications Directorate (0704-0188). Respondents should be aware that notwithstanding any other provision of law, no person shall be subject to any penalty for failing to comply with a collection of information if it does not display a currently valid OMB control number.						
PLEASE DO NOT RETURN YOUR FORM TO THE ABOVE ORGANIZATION.						
1. REPORT DATE (DD-MM-YYYY) 31-05-2013		2. REPORT TYPE Journal Article			3. DATES COVERED (From - To)	
4. TITLE AND SUBTITLE Unusual Bloom of Tetraselmis sp. in the Valparaiso Bay, Chile				5a. CONTRACT NUMBER		
				5b. GRANT NUMBER		
				5c. PROGRAM ELEMENT NUMBER 0602435N		
6. AUTHOR(S) Marlene Pizarro, R. Iturriaga, Alejandro Silva, Sonia C. Gallegos				5d. PROJECT NUMBER		
				5e. TASK NUMBER		
				5f. WORK UNIT NUMBER 73-6054-A0-5		
7. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) Naval Research Laboratory Oceanography Division Stennis Space Center, MS 39529-5004					8. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER NRL/JA/7330-10-0430	
9. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Office of Naval Research One Liberty Center 875 North Randolph Street, Suite 1425 Arlington, VA 22203-1995					10. SPONSOR/MONITOR'S ACRONYM(S) ONR	
					11. SPONSOR/MONITOR'S REPORT NUMBER(S)	
12. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Approved for public release, distribution is unlimited.						
13. SUPPLEMENTARY NOTES						
14. ABSTRACT A bloom of Tetraselmis sp. was observed during the first days of January of 2006 in the Valparaiso Bay (32° 57'S; 71° 33'W), producing green coloration of sea and exclusion of phytoplankton species. Previous blooms of Tetraselmis sp. have not been observed in this bay.						
15. SUBJECT TERMS Tetraselmis, phytoplanktonic bloom, Coast of Central Chile, High Nutrients, Water Stratification						
16. SECURITY CLASSIFICATION OF:			17. LIMITATION OF ABSTRACT UU	18. NUMBER OF PAGES 4	19a. NAME OF RESPONSIBLE PERSON Sonia Gallegos	
a. REPORT	b. ABSTRACT	c. THIS PAGE			19b. TELEPHONE NUMBER (Include area code) (228) 688-4867	
Unclassified	Unclassified	Unclassified				

Reset

PUBLICATION OR PRESENTATION RELEASE REQUEST

Pubkey: 6968

NRLINST 5600.2

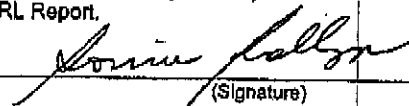
1. REFERENCES AND ENCLOSURES		2. TYPE OF PUBLICATION OR PRESENTATION		3. ADMINISTRATIVE INFORMATION	
Ref: (a) NRL Instruction 5600.2 (b) NRL Instruction 5510.40D Encl: (1) Two copies of subject paper (or abstract)		☐ Abstract only, published ☐ Book ☐ Conference Proceedings (refereed) ☐ Invited speaker ☒ Journal article (refereed) ☐ Oral Presentation, published ☐ Other, explain		☐ Abstract only, not published ☐ Book chapter ☐ Conference Proceedings (not refereed) ☐ Multimedia report ☐ Journal article (not refereed) ☐ Oral Presentation, not published	
				STRN <u>NRLJA7330-10-430</u> Route Sheet No. <u>7330/</u> Job Order No. <u>73-6054-A0-5</u> Classification <u>X</u> U <u> </u> C <u> </u> Sponsor <u>ONR</u> approval obtained <u> </u> yes <u>X</u> no	
4. AUTHOR					
Title of Paper or Presentation Unusual Bloom of Tetraselmis sp. in the Valparaiso Bay, Chile					
Author(s) Name(s) (First, MI, Last), Code, Affiliation if not NRL Marlene Pizarro, R. Iturriaga, Alejandro Silva, Sonia C. Gallegos					
It is intended to offer this paper to the _____ (Name of Conference)					
_____ (Date, Place and Classification of Conference)					
and/or for publication in <u>Continental Shelf Research</u> (Name and Classification of Publication)					
(Name of Publisher)					
After presentation or publication, pertinent publication/presentation data will be entered in the publications data base, in accordance with reference (a). It is the opinion of the author that the subject paper (is _____) (is not <u>X</u>) classified, in accordance with reference (b). This paper does not violate any disclosure of trade secrets or suggestions of outside individuals or concerns which have been communicated to the Laboratory in confidence. This paper (does _____) (does not <u>X</u>) contain any militarily critical technology. This subject paper (has _____) (has never <u>X</u>) been incorporated in an official NRL Report.					
_____ Sonia C. Gallegos, 7331 Name and Code (Principal Author)					
_____ (Signature)					
5. ROUTING/APPROVAL					
CODE	SIGNATURE	DATE	COMMENTS		
Author(s) <u>Gallegos</u>	<u>Sonia C. Gallegos</u>	<u>8/16/2010</u>	Need by <u>01 Sep 10</u> Publicly accessible sources used for this publication		
Section Head <u>Gould</u>	<u>R. W. Gould</u>	<u>8/17/10</u>			
Branch Head Robert A Arnone, 7330	<u>Robert A Arnone</u>	<u>8/17/10</u>			
Division Head Ruth H. Preller, 7300	<u>Ruth H. Preller</u>	<u>8/17/10</u>	1. Release of this paper is approved. 2. To the best knowledge of this Division, the subject matter of this paper (has _____) (has never <u>X</u>) been classified.		
Security, Code <u>1226</u>			1. Paper or abstract was released. 2. A copy is filed in this office.		
Office of Counsel, Code <u>1008.3</u>	<u>Kathy Chapman</u>	<u>8/23/10</u>			
ADOR/Director NCST E. R. Franchi, 7000					
Public Affairs (Unclassified/ Unlimited Only), Code <u>7030.4</u>	<u>Shannon Buland</u>	<u>8/23/10</u>			
Division, Code					
Author, Code					

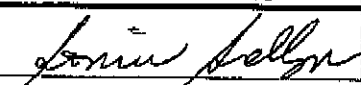
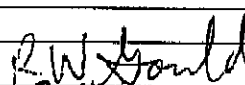
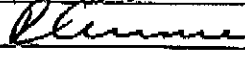
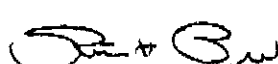
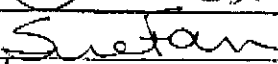
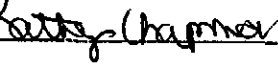
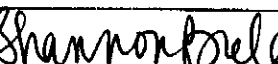
PUBLICATION OR PRESENTATION RELEASE REQUEST

10-1226-3215

NRLINGT 5800.2

Ref: (a) NRL Instruction 5600.2 (b) NRL Instruction 5510.40D	() Abstract only, published Book () Conference Proceedings (refereed) () Invited speaker (X) Journal article (refereed) () Oral Presentation, published () Other, explain	() Abstract only, not published Book chapter () Conference Proceedings (not refereed) () Multimedia report () Journal article (not refereed) () Oral Presentation, not published	STRN <u>NRL/IA/7330-10-430</u> Route Sheet No. <u>7330/</u> Job Order No. <u>73-6054-A0-5</u> Classification <u>X</u> U Sponsor <u>ONR</u> <u>6-2</u> <u>mi</u> approval obtained <u>yes</u> <u>X</u> no
---	---	---	---

Title of Paper or Presentation <u>Unusual Bloom of Tetraselmis sp. in the Valparaiso Bay, Chile</u>	
Author(s) Name(s) (First, MI, Last), Code, Affiliation if not NRL <u>Marlene Pizarro, R. Iturriaga, Alejandro Silva, Sonia C. Gallegos</u>	
It is intended to offer this paper to the _____ (Name of Conference)	
(Date, Place and Classification of Conference) <u>Continental shelf Research</u>	
and/or for publication in <u>Marine Technology Progress Series, Unclassified</u> (Name and Classification of Publication)	
(Name of Publisher)	
After presentation or publication, pertinent publication/presentation data will be entered in the publications data base, in accordance with reference (a). It is the opinion of the author that the subject paper (is _____) (is not <u>X</u>) classified, in accordance with reference (b). This paper does not violate any disclosure of trade secrets or suggestions of outside individuals or concerns which have been communicated to the Laboratory in confidence. This paper (does _____) (does not <u>X</u>) contain any militarily critical technology. This subject paper (has _____) (has never <u>X</u>) been incorporated in an official NRL Report.	
<u>Sonia C. Gallegos, 7331</u> Name and Code (Principal Author)  (Signature)	

CODE	SIGNATURE	DATE	COMMENTS
Author(s) <u>Gallegos</u>		<u>8/16/2010</u>	Need by <u>01 Sep 10</u>
			Publicly accessible sources used for this publication
Section Head <u>Gould</u>		<u>8/17/10</u>	This is a Final Security Review Any changes made in the document after approved by code 1226 nullify the Security Review
Branch Head <u>Robert A Arnone, 7330</u>		<u>8/17/10</u>	
Division Head <u>Ruth H. Preller, 7300</u>		<u>8/17/10</u>	1. Release of this paper is approved. 2. To the best knowledge of this Division, the subject matter of this paper (has _____) (has never <u>X</u>) been classified.
Security Code <u>1226</u>		<u>8/17/10</u>	1. Paper or abstract was released. 2. A copy is filed in this office.
Office of Counsel Code <u>1008.3</u>		<u>8/25/10</u>	Sponsor Approval Attached
ADOR/Director NCST <u>E. R. Franchi, 7000</u>			
Public Affairs (Unclassified/ Unlimited Only), Code <u>7030.4</u>		<u>8/23/10</u>	
Division, Code			
Author, Code			

Un inusual bloom de *Tetraselmis* sp. en la Bahía de Valparaíso, Chile

Unusual bloom of *Tetraselmis* sp. in the Valparaíso Bay, Chile

MARLENE PIZARRO¹, RODOLFO ITURRIAGA², ALEJANDRO SILVA³ & SONIA GALLEGOS⁴

¹Universidad de Valparaíso, Centro de Investigación y Gestión de los Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Gran Bretaña 1111, Valparaíso, Chile.

²University of Southern California, Department of Biological Sciences, Los Angeles, CA, 90089-0371, USA.

³Universidad Católica de Valparaíso, Departamento de Oceanografía Física, Avenida Altamirano 1424, Valparaíso, Chile.

⁴Naval Research Laboratory, Ocean Sciences, Stennis Space Center, MS, 39529, USA.
manepizarro@gmail.com

ABSTRACT

A bloom of *Tetraselmis* sp. was observed during the first days of January of 2006 in the Valparaíso Bay (32° 57'S; 71° 33' W), producing green coloration of sea and exclusion of phytoplankton species. Previous blooms of *Tetraselmis* sp. have not been observed in this bay.

La Bahía de Valparaíso durante primavera-verano se encuentra en una dinámica de surgencias, por lo que la población fitoplanctónica está dominada principalmente por diatomeas (Avaria 1971, Alveal & Avaria 1982).

Tetraselmis spp. son fitoflagelados que pertenecen al grupo Prasinophyceae, registrado en la Bahía de Valparaíso (Padilla 1975). No es representativo del fitoplancton del área, sin embargo, una especie de este grupo produjo un bloom en toda la bahía.

Collantes & Prado (2006) registraron una densidad entre 3 a 5 x10⁵ cel ml⁻¹, produciendo una coloración verde en el mar y caracterizándose por ser monoespecífico, cambiando la composición poblacional del fitoplancton típico de surgencia durante ese periodo. Ocasionalmente se presentó escasa presencia de las especies *Asteromonas gracilis*, *Chlamydomonas* sp., *Chaetoceros* sp. y *Skeletonema costatum*. Las concentraciones de nitratos y fosfatos alcanzaron valores mayores a 30 y 20 µmol l⁻¹, respectivamente. Sin embargo, el 5 de enero de 2006, los niveles de fosfato decrecieron abruptamente entre 0,3 y 0,8 µmol l⁻¹ y al mismo tiempo los niveles de nitrato cayeron bajo el límite de detección.

Otros dos blooms de *Tetraselmis* sp. han sido descritos en diferentes lugares: uno en Frank Kitts Lagoon, Wellington Harbor, Nueva Zelanda el 10 de diciembre de 1993 (Jones & Rhodes 1994) y el otro en Saldanha Bay, Sudáfrica, el 15 de enero de 2003 (Sym *et al.* 2004). Durante el bloom de Frank Kitts Lagoon, *Tetraselmis* sp. alcanzó concentraciones entre 773-1987,7x10³ cel l⁻¹ y acompañados de otros fitoflagelados, como *Cryptomonas* spp. y *Pyramimonas* spp. que presentaron concentraciones entre 326-558x10³ cel

l⁻¹. La temperatura superficial del mar se mantuvo entre 15 y 15,8 °C (Jones & Rhodes 1994). Para el caso del bloom de la Bahía de Saldanha, ningún parámetro biológico ni ambiental fue medido (Sym *et al.* 2004). En ambos eventos se produjo la coloración verde.

Esta comunicación breve tiene por objetivo complementar el registro del bloom de *Tetraselmis* sp. ocurrido en la Bahía de Valparaíso, con mediciones de radiación ultravioleta A (UVA) y ultravioleta B (UVB) expresadas en anomalías, absorción espectral del material particulado (Ap(λ)) y extinción de la luz, con el fin de describir las condiciones ambientales que se presentaron durante el bloom de enero de 2006.

Los datos de radiación ultravioleta (UV) fueron proporcionados por la Estación Campbell CR 10X, equipada con sensores NR-LITE-CNR1 a 60m sobre el nivel del mar de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar, Chile (33°02'05.50"S; 71°35'44.54"O). Los datos de magnitud – dirección del viento por la Gobernación Marítima de Valparaíso (32°55'19.09"S, 71°32'31.48"O). La absorción espectral del material particulado suspendido se estimó de acuerdo a Mitchell (1990), con un espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu-2500, en cuatro estaciones costeras a lo largo de la bahía (Estación 1, 32° 57' 25,7"S; 71° 33' 08,2"O, Estación 2, 32° 59' 54"S; 71° 33' 06,4"O, Estación 3, 33° 00' 14,3"S; 71° 33' 10,6"O, Estación 4, 33° 00' 37,1"S; 71° 33' 22,6"O) y las mediciones de atenuación de la luz fueron medidas con disco de Secchi.

Los niveles de radiación UV están expresados en anomalía diaria, tanto para UVA como para UVB. La data considerada

para calcular esta anomalía fue desde el año 2002 al 2006. La anomalía es dada por la diferencia entre el valor máximo de radiación UVA y UVB diaria observadas desde diciembre 2005 a enero 2006 y el promedio de los valores de radiación UVA y UVB respectivamente, registrados a las 13 h desde el año 2002 al 2006. Una anomalía positiva indica que el nivel de radiación UV fue más alto que el registrado desde

el año 2002 al 2006. Mientras que una anomalía negativa, indica lo contrario.

Las condiciones ambientales durante el bloom se caracterizaron por presentar los niveles más altos de radiación UVA y UVB registrados desde el año 2002 al 2006. Esto se puede observar en la anomalía positiva que produjo (Fig. 1) y baja magnitud de los vientos (Fig. 2c).

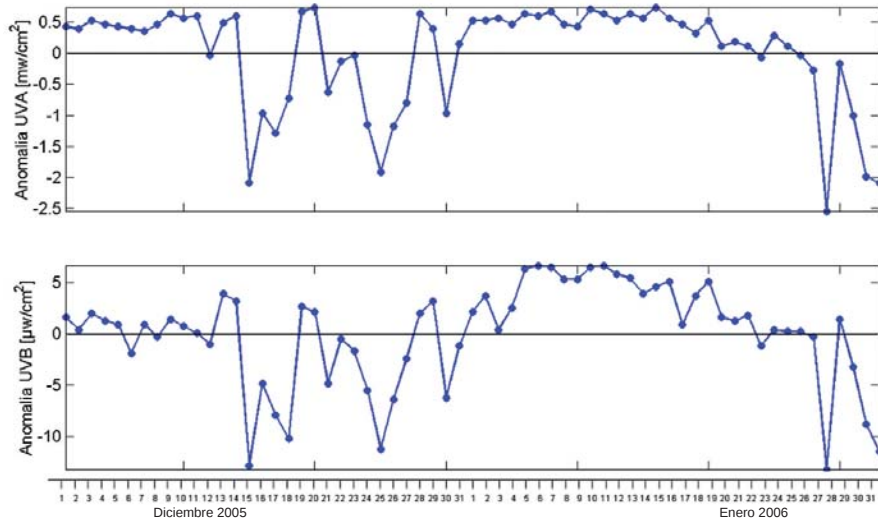


FIGURA 1. Anomalía de la radiación UVA y UVB durante diciembre 2005 y enero 2006.

FIGURE 1. UVA and UVB radiation anomaly during December 2005 and January 2006.

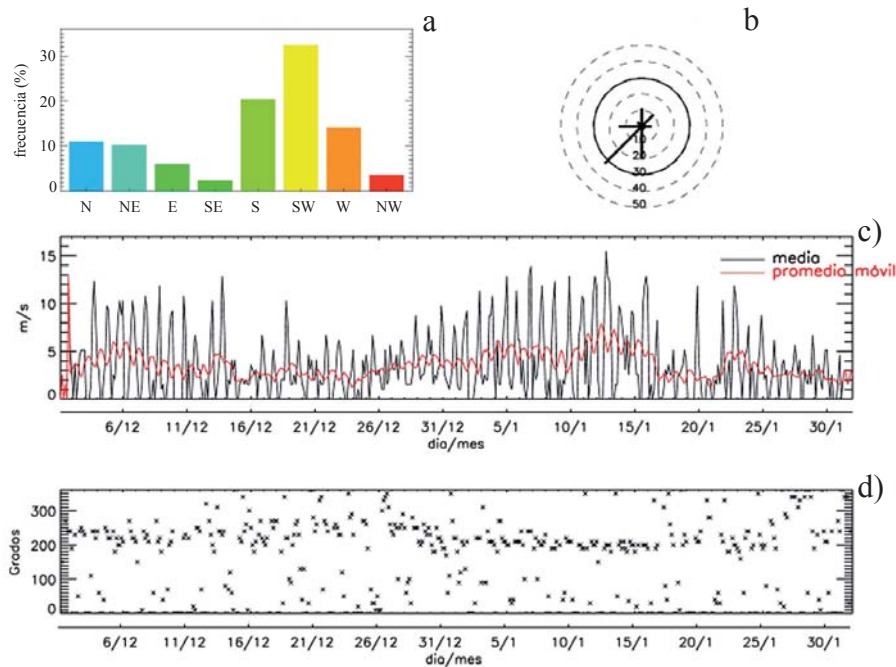


FIGURA 2. a) Gráfico de frecuencia (%), b) Rosa de frecuencia de la dirección del viento, c) Magnitud del viento (m s^{-1}) y d) Dirección del viento (grados), durante diciembre 2005 y enero 2006.

FIGURE 2. a) Frequency graphic (%), b) Frequency Rose of the direction of wind, c) Magnitude of wind (m s^{-1}) and d) Direction of wind (degrees), during December 2005 and January 2006.

Los gráficos de absorción espectral muestran peaks a 440 nm y 675 nm, correspondiendo a la absorción de la clorofila *a* y a 480 nm y 650 nm de la clorofila *b*, confirmando que el bloom estuvo formado específicamente

por *Tetraselmis* sp. (Fig. 3) con elevadas concentraciones celulares, lo cual disminuyó la zona fótica a tres metros de profundidad (Fig. 4).

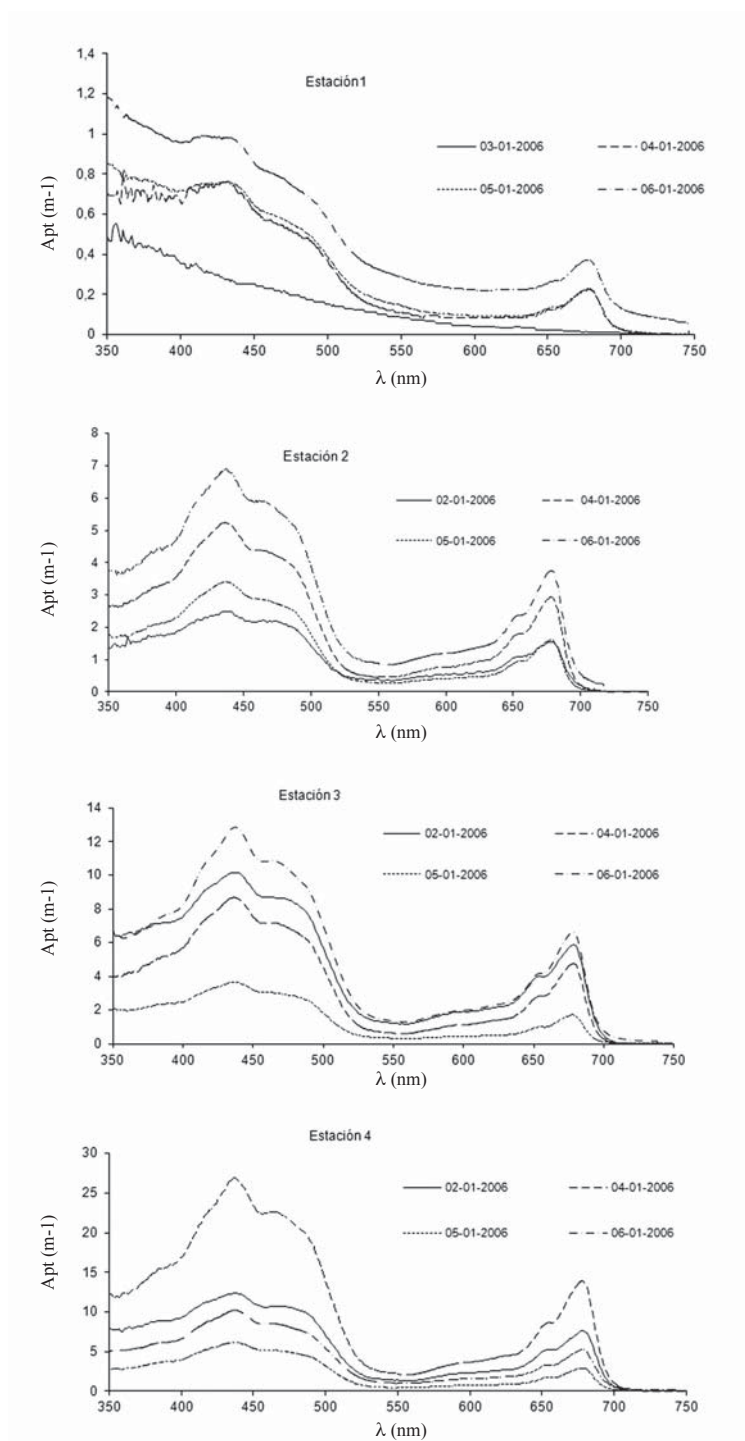


FIGURA 3. Absorción espectral del material particulado suspendido $Ap(\lambda)$ de las cuatro estaciones de la Bahía de Valparaíso, durante los primeros días de enero de 2006.

FIGURE 3. Spectral absorption of suspended particulate matter $Ap(\lambda)$, collected along the four stations of the Valparaíso Bay, during the first days of January of 2006.

Cabe destacar la coincidencia temporal de los tres blooms de *Tetraselmis* sp.: durante diciembre y enero, un periodo correspondiente a los más altos niveles de radiación UV registrados en el Hemisferio Sur. Su alta tolerancia a la radiación UV está descrita (Jokiel & York 1984, Montero *et al.* 2002).

En conclusión, el bloom de *Tetraselmis* sp. se desarrolló

durante un periodo de altos niveles de radiación UV, baja magnitud de los vientos y elevadas concentraciones de nutrientes. La alta tolerancia a la radiación UV de *Tetraselmis* sp. pudo ser el factor excluyente de las especies de diatomeas, permitiendo alcanzar una alta densidad celular, debido al rápido consumo de nutrientes disponibles y en consecuencia reduciendo la zona fótica a sólo tres metros.

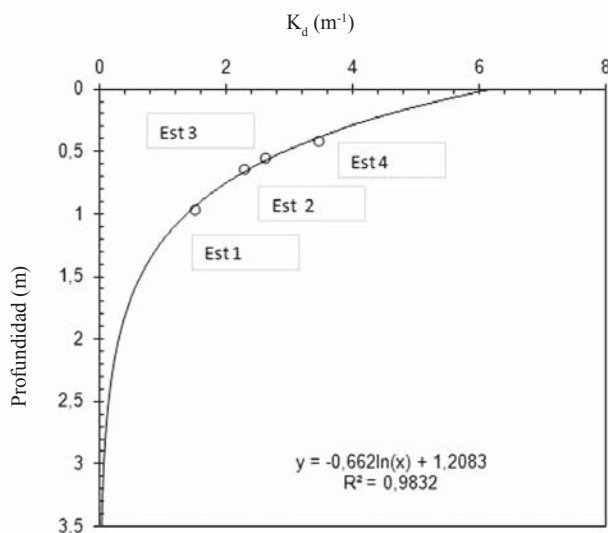


FIGURA 4. Coeficiente de atenuación de la luz K_d (m^{-1}) desde el 4 al 6 de enero de 2006.

FIGURE 4. Light attenuation coefficient K_d (m^{-1}) from 4 to 6 January 2006.

AGRADECIMIENTOS

A Gloria Collantes por identificación del género *Tetraselmis*. Universidad Técnica Federico Santa María. Gobernación Marítima de Valparaíso. Revisores por sus comentarios. Programa MECESUP-Chile.

BIBLIOGRAFÍA

- AVARIA, S. 1971. Variaciones mensuales del fitoplancton de la Bahía de Valparaíso entre Julio de 1963 y Julio 1966. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 14(3): 15-43.
- ALVEAL, K. & S. AVARIA. 1982. Proliferación de primavera del fitoplancton en la Bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 18(1): 1-56.
- COLLANTES, G. & R. PRADO. 2006. Green bloom of *Tetraselmis* sp. in Valparaíso Bay. In: T. Wyatt (ed.), *Harmful Algae New*, The Intergovernmental Oceanographic Commission, N° 30, pp. 12. UNESCO, USA.
- JOKIEL, P.L. & R.H. YORK. 1984. Importance of ultraviolet radiation in photoinhibition of microalgal growth. *Limnology and Oceanography* 29(1): 192-199.
- JONES, B. & L. RHODES. 1994. Suffocation of pilchards (*Sardinops sagax*) by a green microalgal bloom in Wellington Harbour, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 28: 379-383.
- MITCHELL, B.G. 1990. Algorithms for determining the absorption coefficient of aquatic particulates using the quantitative filter technique (QFT). In: R.W. Spinrad (ed.), *Ocean Optics X* 1302: 137-148.
- MONTERO, O., M. KLISCH, D.P. HÄDER & L. LUBIAN. 2002. Comparative sensitivity of seven marine microalgae to cumulative exposure to ultraviolet-B radiation with daily increasing doses. *Botanica Marina* 45: 305-315.
- PADILLA, M. 1975. Crecimiento poblacional de *Tetraselmis suecica* (Chlorophyceae) en ambiente controlado. *Revista Biología Marina* 15(3): 287-296.
- SYM, S., F. KHOSA, C. MARANGONI & G.C. PITCHER. 2004. On the identity of a bloom forming *Tetraselmis* species from Saldanha bay. 20th Congress of the Phycological Society of Southern Africa, Dissertation, University of the Witwatersrand, South Africa. 16 pp.

Recibido: 14.12.11
Aceptado: 17.04.12