



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 32

Número 4

Crucero de evaluación de la merluza y otros recursos demersales BIC Humboldt 0109

Evaluación de krill antártico *Euphausia superba*. Expedición PERÚ ANTAR XIV BIC Humboldt 0301



Octubre a Diciembre 2004

Callao, Perú

OXÍGENO DISUELTO, CLOROFILA-A Y NUTRIENTES EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD Y ALREDORES DE LA ISLA ELEFANTE. VERANO AUSTRAL 2003

DISSOLVED OXYGEN, CHLOROPHYLL-A AND NUTRIENTS IN BRANSFIELD STRAIT AND SURROUNDINGS OF ELEPHANT ISLAND. AUSTRAL SUMMER 2003

Georgina Flores¹ Jesús Ledesma¹ Walter García²
Carlos Robles Miguel Sarmiento

RESUMEN

FLORES G, LEDESMA J, GARCIA W, ROBLES C, SARMIENTO M. 2004. *Oxígeno disuelto, clorofila-a y nutrientes en el Estrecho de Bransfield y alrededores de la Isla Elefante. Verano Austral 2003.* Inf. Inst. Mar Perú 32(4):381-397.- El estudio se efectuó a lo largo del Estrecho de Bransfield y en los alrededores de Isla Elefante, en ocasión del Crucero BIC Humboldt 0301, del 21 al 28 de enero 2003. Se realizaron 34 estaciones, 10 fueron superficiales y 24 hidrográficas entre 0 a 300 m de profundidad. En la superficie del mar, se registró de 7,41 a 8,20 mL/L de oxígeno; los altos valores de 8 mL/L se hallaron en la zona de convergencia, asociados a contenidos de clorofila-a <0,5 ug/L; concentraciones de 1,0 ug/L se localizaron frente a Isla Rey Jorge, relacionadas con temperaturas de 2,0 °C. La clorofila-a, en la capa de 0 - 150 m de profundidad, varió de 19,97 a 88,55 mg/m². Los valores de nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos) tuvieron rangos más altos comparados al ANTAR XIII 2002, observándose variación en las características de la distribución horizontal.

PALABRAS CLAVE: oxígeno disuelto, clorofila-a, nutrientes, Expedición Perú Antar XIV, verano austral 2003.

ABSTRACT

FLORES G, LEDESMA J, GARCIA W, ROBLES C, SARMIENTO M. 2004. *Dissolved oxygen, chlorophyll-a and nutrients in the Bransfield Strait and surroundings of Elephant Island. Austral Summer 2003.* Inf. Inst. Sea Peru 32(4):381-397. - The study took place throughout the Bransfield Strait and in the surroundings of Elephant Island, during the RV Humboldt 0301 Cruise, from the 21st to 28th January 2003. 34 stations were made, 10 were superficial and 24 hydrographic ones between 0 to 300 m depth. In the surface of the sea, dissolved oxygen was registered from 7.41 to 8.20 mL/L; the high values of 8.0 mL/L were in the convergence zone, associated to chlorophyll-a contents < 0.5 ug/L; concentrations of 1.0 ug/L were located in front of King Jorge Island, related to temperatures of 2.0 °C. The chlorophyll-a, in the layer of 0 - 150 m of depth, varied from 19.97 to 88.55 mg/m². The values of nutrients (phosphates, silicates, nitrates and nitrites) had higher ranks compared with ANTAR XIII 2002, being observed variation in the characteristics of the horizontal distribution.

KEYWORDS: dissolved oxygen, chlorophyll-a, nutrients, Expedition Peru Antar XIV, austral summer 2003.

INTRODUCCIÓN

La investigación científica en los mares antárticos comenzó en los años 1839-1843 a bordo de los barcos oceanográficos "Erebus" y "Terror". En 1925, los estudios en el barco "Descubrimiento" iniciaron una nueva investigación siste-

mática principalmente destinada a las áreas de caza de ballenas, realizándose un inmenso programa de física, química y oceanografía biológica (CAPURRO 1973). A partir de entonces, muchas expediciones han contribuido con información sobre los mares antárticos.

El Estrecho de Bransfield ubicado entre las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica, orientada en dirección SO - NE, posee condiciones hidrográficas muy variables, resultantes de la diversidad estructural de las masas de agua en la capa superficial. GORDON y NOWLIN (1978) y SIE-

¹ Área de Hidroquímica y Productividad UIQOQ. DIO. IMARPE

² UID. IMARPE

VERS (1982), coinciden en señalar que las aguas del Estrecho de Bransfield están influenciadas por los mares de Weddell y Bellingshausen, que, con dirección opuesta, constituyen los dos flujos dominantes en el área.

El agua del mar de Weddell es más fría, tiene alto contenido de oxígeno y alta densidad; se encuentra en la plataforma de la Península Antártica y llega a las proximidades de la Isla Trinidad; al extenderse hacia el norte va mezclándose con agua proveniente del mar de Bellingshausen de mayor temperatura y menor densidad. El agua de mezcla resultante ocupa la parte central del Estrecho de Bransfield. Estas características de circulación condicionan la distribución de las propiedades químicas, generalmente de altas concentraciones.

Los primeros trabajos en nutrientes fueron realizados por CLOWES (1934); posteriormente han sido estudios muy aislados en tiempo y espacio. La mayoría de ellos se han llevado a cabo en primavera-verano, cubriendo sólo parte del ciclo estacional.

El IMARPE inició los estudios en la Antártida en 1988, en el Estrecho de Bransfield y en los alrededores de Isla Elefante, y continuaron hasta 1991. Luego de una interrupción de seis años, se reiniciaron en 1998 hasta la fecha.

En este informe se dan a conocer los resultados más importantes de la investigación química (oxígeno disuelto, clorofila-a y nutrientes), relacionada con el recurso "krill", *Euphausia superba*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área prospectada ($60^{\circ}22,43$ - $63^{\circ}03,91$ S; $52^{\circ}33,3$ - $60^{\circ}35,72$ W) abarca áreas alrededor de Isla Elefante y Estrecho de Bransfield. Se realizaron 34 estaciones, 10 superficiales y 24 hidrográficas; la colecta de agua de mar en la columna, permitió la determinación de

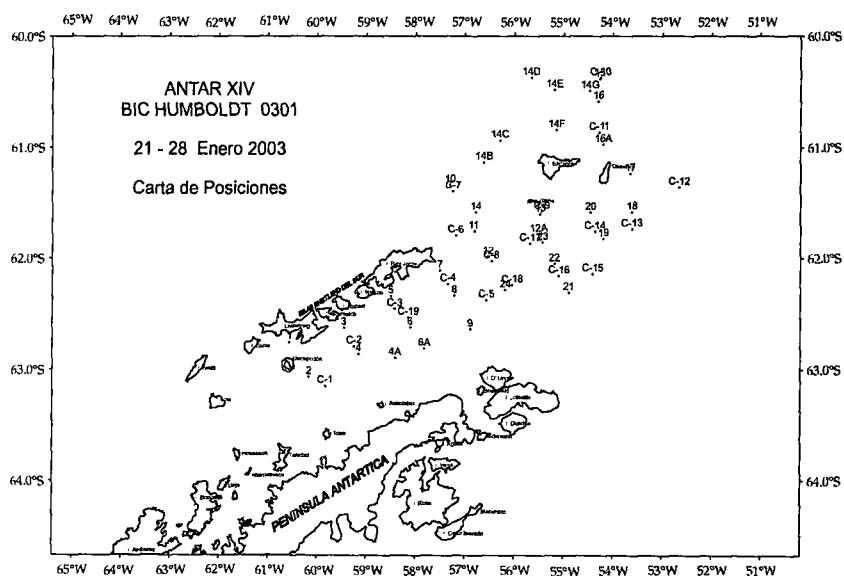


Figura 1. Carta de Posiciones. ANTAR XIV. 21-23 Enero 2003

oxígeno disuelto, clorofila-a, fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos. Las muestras se colectaron mediante botellas Niskin, a profundidades estándar (10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m) y con un recipiente plástico para muestras de superficie.

Se analizaron 200 muestras para determinar oxígeno disuelto, según el método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966).

Las 200 muestras para análisis de nutrientes, colectadas en frascos de polietileno de 250 mL, se preservaron en congeladora inmediatamente después del muestreo, para ser analizadas en la sede central del IMARPE. El método usado fue el de STRICKLAND y PARSONS (1972).

Las muestras colectadas para la determinación de clorofila-a se pasaron a través de filtros WHATMAN GF/F de 2,5 cm de diámetro. Se analizó un total de 196 muestras colectadas dentro de la columna de agua de 0 a 150 m, usando el método fluorométrico (YENTSCH y MENZEL 1963; HOLM-HANSEN et al. 1965).

Para la determinación de la máxima productividad de la zona eufótica se efectuaron lanzamientos del disco SECCHI.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se anotan las estaciones de muestreo, fecha, hora, posición, profundidad, y además los valores hallados de oxígeno, fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos y transparencia del agua de mar.

Oxígeno disuelto.- En el Estrecho de Bransfield y alrededores de la Isla Elefante, fluctuó entre 7,41 y 8,20 mL/L. La isoxigenada de 8 mL/L se encontró formando núcleos al oeste de Isla Elefante, al este de Isla D'Urville, frente a Isla Rey Jorge, y entre las Islas Livingston y Decepción. Frente a la Isla Clarence se localizaron concentraciones de 7,5 mL/L (Figura 2a).

En la capa de 50 m, varió entre 7 y 7,75 mL/L; este último valor se mantuvo en la parte central del Estrecho de Bransfield. Al este de Isla Elefante, el oxígeno alcanzó 8 mL/L en la superficie (Figura 2b).

En el nivel de 100 m, los valores de oxígeno disuelto variaron entre 6 y 7,5 mL/L. Al este de Isla Elefante se hallaron valores de 6 mL/L, que estarían en relación con las aguas frías del Mar de Weddell (Figura 2c).

A 150 m se encontró una capa menos variable, con predominio de 7 mL/L. Pequeños núcleos con

Tabla 1. Expedición Perú Antar XIV. Estaciones de muestreo para investigación hidroquímica

Est Nº	Fecha	Hora	POSICION		Prof. (m)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos (µg-at/L)	Silicatos (µg-at/L)	Nitatos (µg-at/L)	Nitritos (µg-at/L)	Transp. (m)		
			Latitud (S)	Longitud (W)									
1	21/01/03	16:55	62°45.147	60°35.722	0	8,10	2,01	55,12	10,78	0,23			
					10	7,78	1,86	60,20	9,13	0,23			
		18:39			20	7,56	1,86	60,29	9,99	0,23			
					30	7,74	2,06	65,92	10,30	0,21			
					50								
					75	7,13	2,25	68,83	10,52	0,10			
					100								
					200	6,57	2,25	81,18	10,57	0,13			
					300	6,24	2,34	81,81	10,60	0,08			
2	21/01/03	20:55	63°03.916	60°11.538	0	8,00	2,29	79,36	10,36	0,23	12		
					10	7,82	2,15	72,46	9,20	0,21			
					20	7,90	2,15	73,28	9,22	0,19			
					30	7,79	2,15	74,18	10,25	0,15			
					50	7,54	2,25	74,82	10,60	0,13			
					75	6,98	2,25	74,82	10,65	0,10			
					100	7,35	2,29	75,18	10,52	0,21			
					150	7,30	2,29	75,91	10,64	0,13			
					200	7,07	2,34	76,18	10,78	0,08			
					300	6,79	2,29	77,54	10,77	0,02			
C-1	21/01/03	23:48	63°08.70	59°50.50	0	7,89							
3	21/01/03	05:07	62°37.333	59°27.901	0	7,90	2,06	78,27	8,72	0,23			
					9	7,78	1,96	73,82	10,40	0,17			
					19	7,95	2,01	74,55	10,43	0,19			
					28	7,74	2,06	74,91	10,60	0,19			
					47	7,08	2,20	75,27	10,79	0,13			
					70	7,39	2,25	76,00	10,29	0,15			
					94	7,40	2,29	77,00	10,50	0,15			
C-2	22/01/03	07:05	62°47.32	59°15.10	0								
4	22/01/03	09:23	62°51.629	59°09.086	0	7,95	2,06	75,73	8,92	0,23	10		
					10	7,97	2,01	75,09	9,29	0,23			
					20	8,09	2,10	75,45	9,50	0,21			
					30	7,94	2,01	76,27	9,21	0,21			
					50	7,97	2,15	76,91	9,81	0,15			
					75	6,98	2,25	77,91	9,87	0,17			
					100	7,44	2,29	78,18	10,02	0,13			
					150	7,01	2,39	79,99	10,13	0,06			
4 A	22/01/03	13:00	62°53.70	58°24.10	0	7,80	2,15	75,45	8,92	0,27			
5	22/01/03	17:35	62°20.514	58°29.707	0	7,61	2,15	73,55	9,25	0,23	7		
					10	7,78	1,82	69,01	9,27	0,19			
					20	7,95	2,01	70,73	9,44	0,19			
					30	7,74	1,96	71,37	9,52	0,19			
					50	7,54	2,01	72,73	9,60	0,17			
					75	6,88	2,25	74,55	9,77	0,13			
					100	6,81	2,34	75,27	10,02	0,13			
					149	6,08	2,34	77,36	10,16	0,13			
C-3	22/01/03	19:58	62°27.23	58°25.20	0	7,79	2,01	68,37	9,29	0,25			
6	22/01/03	22:16	62°37.068	58°05.802	0	8,15	2,01	66,28	8,21	0,21			
					10	7,97	1,96	66,65	8,89	0,19			
					20	8,04	2,01	66,92	10,81	0,19			
					30	7,94	2,06	69,19	10,83	0,19			
					50	7,88	2,10	57,11	9,56	0,82			
					75	7,76	2,15	63,83	8,72	0,77			
					100	7,48	2,29	66,65	8,92	0,79			
					150	7,35	2,10	62,38	8,92	0,77			
6 A	23/01/03	00:50	62°48.72	57°48.11	0	7,84	2,10	66,37	9,94	0,84			
7	23/01/03	05:52	62°06.526	57°29.159	0	7,90	2,01	65,19	9,18	0,84	7		
					10	7,78	1,96	62,38	8,81	0,79			
					19	7,66	2,01	61,83	9,54	0,79			
					29	7,74	2,01	61,65	9,74	0,77			
					48	7,39	2,06	70,37	9,71	0,96			
					72	6,50	2,20	70,73	10,96	0,77			
					97	6,71	2,25	72,28	9,96	0,75			
					145	6,08	2,29	72,00	10,01	0,75			
C-4	23/01/03	08:20	62°13.88	57°19.01	0	7,99	2,01	66,28	9,72	0,86			
8	23/01/03	10:04	62°20.125	57°11.204	0	8,15	2,01	70,10	9,94	0,84	7		
					10	7,97	1,91	67,46	8,76	0,82			
					20	7,75	1,91	71,10	8,58	0,86			
					30	7,26	1,96	71,10	10,20	0,82			
					50	7,54	2,15	68,10	9,85	0,82			
					75	7,32	2,20	74,91	9,87	0,84			
					100	7,24	2,25	78,81	10,40	0,82			
					149	6,81	2,29	80,90	11,64	0,67			
9	23/01/03	13:02	62°38.056	56°51.271	0	7,86	2,25	71,55	8,74	0,82	8		
					10	7,68	2,20	69,46	7,87	0,82			
					20	7,66	2,01	67,74	10,27	0,77			
					30	7,55	1,96	70,73	10,01	0,75			
					50	7,42	2,20	70,91	9,43	0,77			
					75	7,42	2,15	71,82	9,20	0,71			
					100	7,53	2,15	70,82	9,47	0,71			
					150	7,50	2,15	72,91	11,62	0,71			

Continúa.....

Est Nº	Fecha	Hora	POSICION		Prof. (m)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos (µg-at/L)	Silicatos (µg-at/L)	Nitratos (µg-at/L)	Nitritos (µg-at/L)	Transp. (m)
			Latitud (S)	Longitud (W)							
C-5	23/01/03	15:51	62°22.60	56°31.50	0	7,89	2,10	68,19	8,51	0,82	
C-6	23/01/03	20:36	61°47.68	57°09.33	0	8,10	2,20	60,75	9,22	0,96	
10	24/01/03	00:48	61°20.130	57°16.635	10	7,97	2,01	61,93	9,43	0,84	
					19	7,90	2,06	63,56	10,21	0,88	
					26	7,84	2,06	60,29	9,92	0,88	
					48	7,83	2,10	64,56	9,18	0,84	
					72	7,27	2,10	66,56	9,78	0,84	
					97	7,24	2,06	68,83	10,45	0,84	
					145	7,45	2,25	72,91	9,25	0,77	
					193	7,26	2,34	68,64	9,57	0,79	
C-7	24/01/03	02:56	61°23.73	57°12.78	0	7,81	2,15	64,65	8,94	0,88	12
11	24/01/03	06:10	61°45.218	56°46.397	0	7,58	2,15	70,19	9,03	0,77	
					19	7,75	2,15	71,55	9,12	0,77	
					26	7,74	2,25	71,46	9,57	0,79	
					48	7,39	2,34	70,91	9,09	0,79	
					72	6,98	2,25	72,91	10,03	0,75	
					97	5,89	2,29	76,91	10,19	0,77	
					145		2,34	80,36	10,49	0,73	
12	24/01/03	08:47	61°59.089	56°29.721	0	7,90	1,96	60,84	10,49	0,21	11
					10	7,78	2,10	65,74	9,86	0,21	
					20	7,80	2,06	64,56	9,90	0,19	
					30	7,61	2,10	70,19	9,94	0,21	
					50	7,68	2,01	67,01	10,36	0,19	
					75	7,47	2,10	67,10	10,31	0,17	
					100	7,48	2,15	69,28	10,47	0,15	
					150	7,30	2,25	69,73	10,62	0,13	
C-8	24/01/03	10:40	62°01.45	56°25.05	0						
12 A	24/01/03	14:15	61°47.00	55°27.00	0	7,89	2,20	66,47	9,51	0,25	
13	24/01/03	15:40	61°35.968	55°25.357	0	7,86	2,06	62,02	8,60	0,21	11
					9	7,78	1,96	65,01	10,23	0,21	
					19	7,65	2,06	67,46	9,96	0,19	
					28	7,55	1,96	66,83	9,14	0,19	
					47	7,44	2,15	68,55	9,63	0,17	
					71	7,37	2,06	68,19	9,94	0,19	
					94	7,24	2,01	69,73	10,05	0,15	
					141	7,30	1,77	69,73	10,60	0,15	
C-9	24/01/03	17:11	61°34.50	55°34.40	0						
14 A	24/01/03	20:00	61°34.80	56°01.25	0	7,75	2,15	64,92	8,43	0,29	
14	24/01/03	22:06	61°34.816	56°44.611	0	7,71	1,67	54,12	8,57	0,17	
					10	6,61	2,06	67,83	9,51	0,23	
					20	7,27	1,91	62,11	9,81	0,17	
					30	7,16	2,01	65,83	8,84	0,21	
					49		2,10	66,92	9,28	0,17	
					74	7,66	2,15	69,46	9,41	0,15	
					148	7,53	1,77	67,74	9,34	0,17	
14 B	25/01/03	02:15	61°07.94	56°34.38	0						
14 C	25/01/03	04:15	60°56.11	56°14.79	0	7,75					
14 D	25/01/03	08:12	60°22.230	55°36.342	0						
14 E	25/01/03	10:20	60°28.946	55°07.627	0						
14 F	25/01/03	12:25	60°50.473	55°04.974	0		2,06	51,57	11,30	0,25	
14 G	25/01/03	15:36	60°29.371	54°24.071	0						
15	25/01/03	16:40	60°23.011	54°11.943	0	7,90	1,96	46,22	9,16	0,31	13
					9	7,78	2,01	44,95	9,48	0,23	
					19	7,75	1,96	50,39	9,51	0,23	
					28	7,50	2,06	55,84	10,38	0,19	
					47	7,00	2,10	59,66	10,12	0,17	
					70	7,42	2,10	58,93	10,51	0,17	
					94	7,44	2,06	58,66	10,74	0,19	
					141	7,40	2,25	67,56	10,55	0,29	
C-10	25/01/03	17:59	60°22.43	54°10.77	0						
16	25/01/03	20:14	60°35.050	54°13.139	0	7,90	2,10	46,58	11,55	0,33	12
					10	7,78	1,96	46,04	9,15	0,25	
					19	7,75	1,91	47,40	9,73	0,23	
					29	7,74	1,91	47,58	10,58	0,21	
					48	6,52	2,06	61,11	10,54	0,19	
					71	7,56	2,25	60,56	10,65	0,17	
					94	5,65	2,39	64,29	10,60	0,08	
					141	5,55	2,53	67,46	10,63	0,08	
C-11	25/01/03	23:11	60°51.88	54°11.75	0						
16 A	26/01/03	00:25	60°58.50	54°07.47	0	7,49	2,20	68,46	10,17	0,21	
17	26/01/03	03:25	61°13.946	53°33.732	0	7,41	2,34	75,00	9,74	0,15	15
					10	7,29	2,25	72,73	8,35	0,08	
					19	7,27	2,15	76,91	8,88	0,15	
					29	7,26	2,10	80,54	9,50	0,10	
					48	7,05	2,15	72,10	10,00	0,02	
					68	6,79	2,10	72,73	10,97	0,10	
					91	6,86	2,25	73,28	10,59	0,10	
					136	6,82	2,58	80,18	10,45	0,31	

Continúa.....

Est Nº	Fecha	Hora	POSICION		Prof. (m)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos (µg-at/L)	Silicatos (µg-at/L)	Nitratos (µg-at/L)	Nitritos (µg-at/L)	Transp. (m)
			Latitud (S)	Longitud (W)							
C-12 18	26/01/03	05:34	61°21.40	52°33.30	0	7,90	2,20	71,37	9,97	0,23	13
	26/01/03	08:22	61°34.772	53°31.463	10	7,78	2,01	70,28	10,01	0,19	
					20	7,70	2,06	73,28	11,41	0,17	
					30	7,65	2,01	67,74	12,38	0,15	
					49	7,58	2,10	69,92	9,72	0,15	
					74	7,27	2,10	71,82	9,94	0,15	
					98	6,95	2,15	70,37	10,56	0,15	
					148	7,30	2,20	72,10	10,59	0,21	
C-13 19	26/01/03	10:05	61°44.05	53°31.27	0	7,51	2,15	72,10	9,79	0,17	10
	26/01/03	15:35	61°49.440	54°07.120	0	7,29	1,91	66,35	10,34	0,13	
					10	7,51	2,10	73,05	10,26	0,10	
					20	7,02	2,25	73,37	9,43	0,13	
					30	7,29	2,06	69,28	10,01	0,10	
					47	7,13	2,20	70,37	11,61	0,10	
					71	7,24	2,10	70,37	10,88	0,10	
					94	7,30	2,06	70,82	10,86	0,21	
					141						
C-14 20	26/01/03	17:30	61°45.50	54°17.40	0	7,90	2,15	71,10	8,81	0,21	10
	26/01/03	20:01	61°35.019	54°23.102	0	7,82	1,86	66,65	11,43	0,17	
					10	8,58	1,91	66,65	10,48	0,23	
					20	7,74	1,91	61,11	9,94	0,17	
					30	7,24	1,86	72,73	10,16	0,13	
					47	6,98	2,10	72,55	10,18	0,15	
					71	6,81	2,15	71,64	10,63	0,19	
					94	7,69	2,34	73,18	10,06	0,21	
					141						
C-15 21	27/01/03	03:44	62°08.45	54°20.28	0	8,15	1,96	59,66	10,75	0,21	10
	27/01/03	05:32	62°18.466	54°49.744	0	7,92	1,91	56,02	9,90	0,17	
					10	7,85	2,01	62,83	10,48	0,21	
					20	7,74	1,91	61,38	10,05	0,17	
					30	7,39	2,10	61,20	10,08	0,19	
					50	7,47	2,10	67,28	10,69	0,13	
					75	7,24	2,15	69,10	10,80	0,13	
					100	5,84	2,39	67,65	11,07	0,17	
					149						
C-16 22	27/01/03	07:46	62°09.54	55°02.10	0	7,66	2,20	70,37	9,68	0,23	13
	27/01/03	09:50	62°02.940	55°07.558	0	7,78	1,96	70,10	11,61	0,17	
					10	7,75	2,10	70,64	11,70	0,19	
					20	7,74	2,10	69,46	11,16	0,17	
					30	7,74	2,10	72,10	9,92	0,21	
					45	7,37	2,10	70,73	10,07	0,17	
					68	7,48	2,20	73,28	11,12	0,15	
					91	7,29	2,58	71,46	12,11	0,40	
					136	8,20	2,15	68,83	9,15	0,23	
23	27/01/03	12:25	61°51.446	55°22.380	0	8,26	2,01	68,55	11,10	0,19	12
					10	8,04	1,96	70,73	10,90	0,17	
					20	7,95	1,96	66,01	10,94	0,19	
					30	7,78	1,82	61,65	12,85	0,19	
					45	7,56	1,96	65,65	13,16	0,15	
					68	7,44	2,25	66,01	13,58	0,13	
					91	7,40	2,25	66,47	13,88	0,21	
					136						
C-17	27/01/03	14:31	61°52.03	55°37.75	0						
C-18	27/01/03	19:03	62°14.60	55°59.60	0						
C-19	27/01/03	20:15	62°17.014	56°07.790	0						
					10						
					20						
					30						
					49						
					74						
					98						
					148						
C-19	28/01/03	06:09	62°31.80	58°08.00	0						

Tabla 2. Clorofila "a" y Feopigmentos. ANTAR XIV. BIC/HUMBOLDT. 21-28 Enero 2003

OCEANOGRAFIA QUIMICA MARPE

E stación	P rof. (m)	C lorofila "a" ($\mu\text{g/L}$)	F e opigmentos ($\mu\text{g/L}$)	E stación	P rof. (m)	C lorofila "a" ($\mu\text{g/L}$)	F e opigmentos ($\mu\text{g/L}$)
1	0	0,18	0,05	7	0	1,36	0,26
	10	0,20	0,03		10	0,94	0,16
	20	0,26	0,06		19	1,10	0,14
	30	0,38	0,05		29	0,80	0,13
	50				48	0,73	0,13
	75	0,24	0,11		72	0,29	0,05
					97	0,26	0,05
V a lores Integrados:						145	0,12
C lorofila "a" mg/m ²	2	21,35					0,03
F e opigmentos			5,00	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	72,95	
2	0	0,13	0,04	F e opigmentos			17,60
	10	0,17	0,02				
	20	0,24	0,02	8	0	0,56	0,01
	30	0,25	0,02		10	0,59	0,04
	50	0,18	0,04		20	0,55	0,04
	75	0,23	0,06		30	0,58	0,07
	100	0,14	0,07		50	0,35	0,11
	150	0,09	0,04		75	0,11	0,06
V a lores Integrados:						100	0,08
C lorofila "a" mg/m ²	2	25,80				149	0,02
F e opigmentos			6,92	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	36,97	
3	0	0,35	0,05	F e opigmentos			7,60
	9	0,51	0,04				
	19	0,85	0,08	9	0	0,18	0,04
	28	0,87	0,07		10	0,19	0,04
	47	0,26	0,05		20	0,17	0,05
	70	0,31	0,06		30	0,23	0,09
	94	0,22	0,08		50	0,24	0,09
V a lores Integrados:						75	0,25
C lorofila "a" mg/m ²	2	42,05				100	0,23
F e opigmentos			5,77	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	33,00	
4	0	0,32	0,04	F e opigmentos			12,85
	10	0,35	0,02				
	20	0,39	0,02	10	0	0,52	0,11
	30	0,38	0,01		10	0,68	0,07
	50	0,44	0,04		19	0,66	0,09
	75	0,31	0,06		26	0,49	0,09
	100	0,04	0,02		48	0,59	0,07
	150	0,20	0,10		72	0,35	0,07
V a lores Integrados:						97	0,44
C lorofila "a" mg/m ²	2	38,85				145	0,14
F e opigmentos			6,40	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	63,01	
5	0	0,79	0,15	F e opigmentos			10,92
	10	1,06	0,21				
	20	1,09	0,22	11	0	0,32	0,06
	30	1,11	0,21		10	0,39	0,05
	50	1,22	0,14		19	0,39	0,05
	75	0,43	0,10		26	0,35	0,06
	100	0,17	0,07		48	0,37	0,07
	149	0,08	0,04		72	0,25	0,10
V a lores Integrados:						97	0,09
C lorofila "a" mg/m ²	2	88,55				145	0,31
F e opigmentos			17,42	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	40,00	
6	0	0,47	0,03	F e opigmentos			9,72
	10	0,56	0,07				
	20	0,78	0,08	12	0	0,33	0,06
	30	0,72	0,09		10	0,35	0,04
	50	0,54	0,06		20	0,36	0,06
	75	0,19	0,09		30	0,38	0,06
	100	0,10	0,04		50	0,44	0,04
	150	0,06	0,04		75	0,23	0,03
V a lores Integrados:						100	0,13
C lorofila "a" mg/m ²	2	48,70				150	0,08
F e opigmentos			9,10	V a lores Integrados:			
				C lorofila "a" mg/m ²	2	36,97	
				F e opigmentos			5,72

Continúa...

Estación	Prof. (m)	Clorofila "a" ($\mu\text{g/L}$)	Feopigmentos ($\mu\text{g/L}$)	Estación	Prof. (m)	Clorofila "a" ($\mu\text{g/L}$)	Feopigmentos ($\mu\text{g/L}$)
13	0	0,30	0,08	19	0	0,22	0,04
	9	0,29	0,06		10	0,23	0,04
	19	0,37	0,06		20	0,21	0,05
	28	0,35	0,07		30	0,15	0,03
	47	0,18	0,03		47	0,15	0,03
	71	0,31	0,06		71	0,12	0,02
	94	0,18	0,03		94	0,12	0,02
	141	0,11	0,03		141	0,10	0,04
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		28,42		Clorofila "a" mg/m		19,97	
Feopigmentos			6,20	Feopigmentos			4,23
14	0	0,50	0,13	20	0	0,88	0,14
	10	0,41	0,06		10	0,54	0,11
	20	0,32	0,04		20	0,64	0,12
	30	0,39	0,07		30	0,68	0,10
	49				47	0,37	0,11
	74	0,22	0,04		71	0,19	0,08
	148	0,47	0,07		94	0,12	0,02
					141	0,13	0,03
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		50,70		Clorofila "a" mg/m		44,69	
Feopigmentos			7,38	Feopigmentos			9,89
15	0	0,25	0,05	21	0	0,37	0,05
	9	0,21	0,01		10	0,48	0,02
	19	0,35	0,06		20	0,55	0,06
	28	0,39	0,05		30	0,48	0,08
	47	0,24	0,09		50	0,39	0,09
	70	0,34	0,07		75	0,36	0,08
	94	0,23	0,09		100	0,27	0,08
	141	0,45	0,08		149	0,22	0,07
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		38,15		Clorofila "a" mg/m		52,51	
Feopigmentos			9,88	Feopigmentos			10,95
16	0	0,17	0,02	22	0	0,61	0,14
	10	0,15	0,00		10	0,38	0,05
	19	0,16	0,02		20	0,44	0,10
	29	0,19	0,02		30	0,43	0,09
	48	0,53	0,12		45	0,39	0,05
	71	0,24	0,08		68	0,32	0,06
	94	0,14	0,05		91	0,21	0,04
	141	0,05	0,01		136	0,17	0,07
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		29,27		Clorofila "a" mg/m		42,36	
Feopigmentos			6,92	Feopigmentos			8,59
17	0	0,29	0,05	23	0	0,65	0,11
	10	0,24	0,06		10	0,82	0,14
	19	0,24	0,06		20	0,76	0,12
	29	0,27	0,06		30	0,85	0,14
	48	0,24	0,04		45	0,65	0,06
	68	0,12	0,03		68	0,37	0,05
	91	0,13	0,03		91	0,14	0,03
	136	0,23	0,10		136	0,09	0,02
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		26,78		Clorofila "a" mg/m		57,32	
Feopigmentos			6,96	Feopigmentos			8,66
18	0	0,41	0,07	24	0	0,27	0,04
	10	0,36	0,08		10	0,38	0,04
	20	0,36	0,07		20	0,41	0,05
	30	0,34	0,07		30	0,37	0,05
	49	0,32	0,06		49	0,32	0,05
	74	0,27	0,05		74	0,28	0,08
	98	0,27	0,03		98	0,22	0,06
	148	0,12	0,03		148	0,11	0,03
Valores Integrados:	2			Valores Integrados:	2		
Clorofila "a" mg/m		40,83		Clorofila "a" mg/m		39,41	
Feopigmentos			7,27	Feopigmentos			7,86

6 mL/L se localizaron al sur y al este de Isla Elefante (Figura 2d).

Clorofila-a.- Su concentración en la superficie del mar, varió de 0,13 - 1,06 ug/L; y fue menor que la hallada durante la ANTAR XIII. En la mayor parte del área de estudio se registraron valores bajos (<0,5 ug/L); un núcleo de 1,0 ug/L se halló entre Isla Rey Jorge y la Isla Nelson (Figura 3a). En los niveles de 50, 100 y 150 m los valores disminuyeron con la profundidad. A los 150 m, frente a Islas Shetland del Sur, y en la zona de convergencia de la Isla Rey Jorge con el sur de Isla Gibbs predominaron concentraciones <0,1 ug/L (Figuras 3 b, c, d).

Los valores integrados de clorofila-a, en profundidades de 0-150 m, tuvieron rango 21,35 - 88,55 mg/m². En el Estrecho de Bransfield y el sur de Isla Gibbs, alcanzó concentraciones de 40 -80 mg/m². Las cifras >50 mg/m² se localizaron al noreste de Islas Shetland del Sur (Islas Robert, Nelson y Rey Jorge) (Tabla 2, Figura 4a).

En la capa de 0 a 150 m, la clorofila tuvo más altos valores que los feopigmentos (Figura 4b). El rango general del índice fo/fa fue de 1,57 a 1,92 (Figura 4b).

Fosfatos.- En la superficie del mar se encontraron concentraciones de 2,0 y 2,25 ug-at/L. Los valores de 2,0 ug-at/L se localizaron formando pequeños núcleos. Las cifras >2,0 ug-at/L estuvieron asociadas a temperaturas <0,5 °C. En las capas de 50, 100 y 150 m las características fueron muy similares a la superficie, predominando 2,0 y 2,5 ug-at/L (Figura 5).

Silicatos.- Valores de 70 ug-at/L se encontraron en el Estrecho de Bransfield y en la zona de convergencia al sur de Isla Elefante. Por fuera de estas áreas, las concentraciones disminuyeron un tanto, pero manteniendo rangos elevados (50-60 ug-at/L) (Figura 6a). A 50 y 100 m de profundidad,

el contenido de silicatos llegó a 60 - 75 ug-at/L; sin embargo, a 150 m llegó hasta 80 ug-at/L, formando pequeños núcleos en la zona de convergencia y frente a la Isla Clarence (Figuras 6 b, c, d).

Nitratos.- En general predominaron concentraciones de 10 ug-at/L (Figura 7a). El valor mínimo (8,21 ug-at/L) se halló en la superficie, en el Estrecho de Bransfield. El máximo (11,55 ug-at/L) se registró al norte de Isla Elefante. En la capa de 50, 100 y 150 m se encontró un ligero incremento hasta 13 ug-at/L (Figuras 7 b, c, d).

Nitritos.- El rango de nitritos en superficie fue de 0,17 a 0,88 ug-at/L. Los mínimos, al noroeste de la Isla Elefante; los máximos entre islas Rey Jorge y D'Urville. La distribución de nitritos fue muy similar entre 0 a 150 m de profundidad (Figura 8).

Transparencia del agua.- La transparencia del agua de mar alcanzó entre 7 y 15 m de profundidad. La distribución de transparencia indicó dos zonas bien definidas, la de mayor intensidad de luz de la zona eufótica entre 11 y 15 m en la zona de convergencia e Isla Clarence y frente a Isla Decepción y la de menor visibilidad entre 7 y 10 m en la parte central del Estrecho de Bransfield (Fig. 4c). En la Tabla N° 1 se presentan los resultados de las variables químicas

DISCUSIÓN

En el verano del 2003 ANTAR XIV la distribución horizontal de oxígeno disuelto en los niveles 0-150 m se tuvo una distribución homogénea con valores de 6 y 8 mL/L, disminuyendo gradualmente hasta 6 mL/L en el nivel de 100 y 150 m. Los máximos se encontraron en la zona de convergencia y en la parte central del Estrecho de Bransfield;

y los mínimos, al este y noreste de Isla Elefante.

Los contenidos de oxígeno disuelto en la superficie del mar registrados en el ANTAR XIII (2002) y en el ANTAR XIV (2003) tuvieron características muy similares.

La distribución del oxígeno disuelto, en los cruceros de años anteriores, presentó características diferentes; pero sus rangos en la capa de 0-100 m de profundidad no variaron significativamente. En 1998: 6,80-8,49 mL/L (IMARPE 1998); en 1999: 6,67-8,03 mL/L (CÓRDOVA y LEDESMA 1999); en el 2002: 6,20 - 8,27 mL/L (IMARPE 2002), y en el 2003: 5,65 - 8,58 mL/L (esta publicación).

El contenido de clorofila-a tuvo sus máximos (1,0 ug/L) hasta 50 m de profundidad, frente a Isla Rey Jorge, asociada a temperaturas de 1 y 2 °C. Las concentraciones <0,5 ug/L predominaron en gran parte del área.

Los valores de nutrientes (fósforos 2,0-2,25 ug-at/L; silicatos 46,22-79,36 ug-at/L; nitratos 8,51-11,55 ug-at/L; nitritos 0,15-0,88 ug-at/L) fueron altos en el área del Estrecho de Bransfield y los alrededores de Isla Elefante. De esta manera, ellos no fueron limitantes para el desarrollo del fitoplancton. De acuerdo con estos resultados, no existe estrecha relación con la clorofila-a.

El fitoplancton antártico, como lo mencionan SVERDRUP et al. (1942), es consumido por el pastoreo de herbívoros, pero mucho de él no es utilizado, como lo demuestran grandes depósitos de tierra de diatomeas en sedimentos antárticos, con frustulos que no han sido alterados por los tráctos digestivos de animales.

Comparando los resultados del ANTAR XIV con el ANTAR XIII, la distribución fue muy semejante, diferenciándose por un incremento de hasta 1,5 ug/L de clorofila-a en la parte central del estrecho y entre la Isla Rey Jorge y la Isla Elefante hasta los 30 m de profundidad.

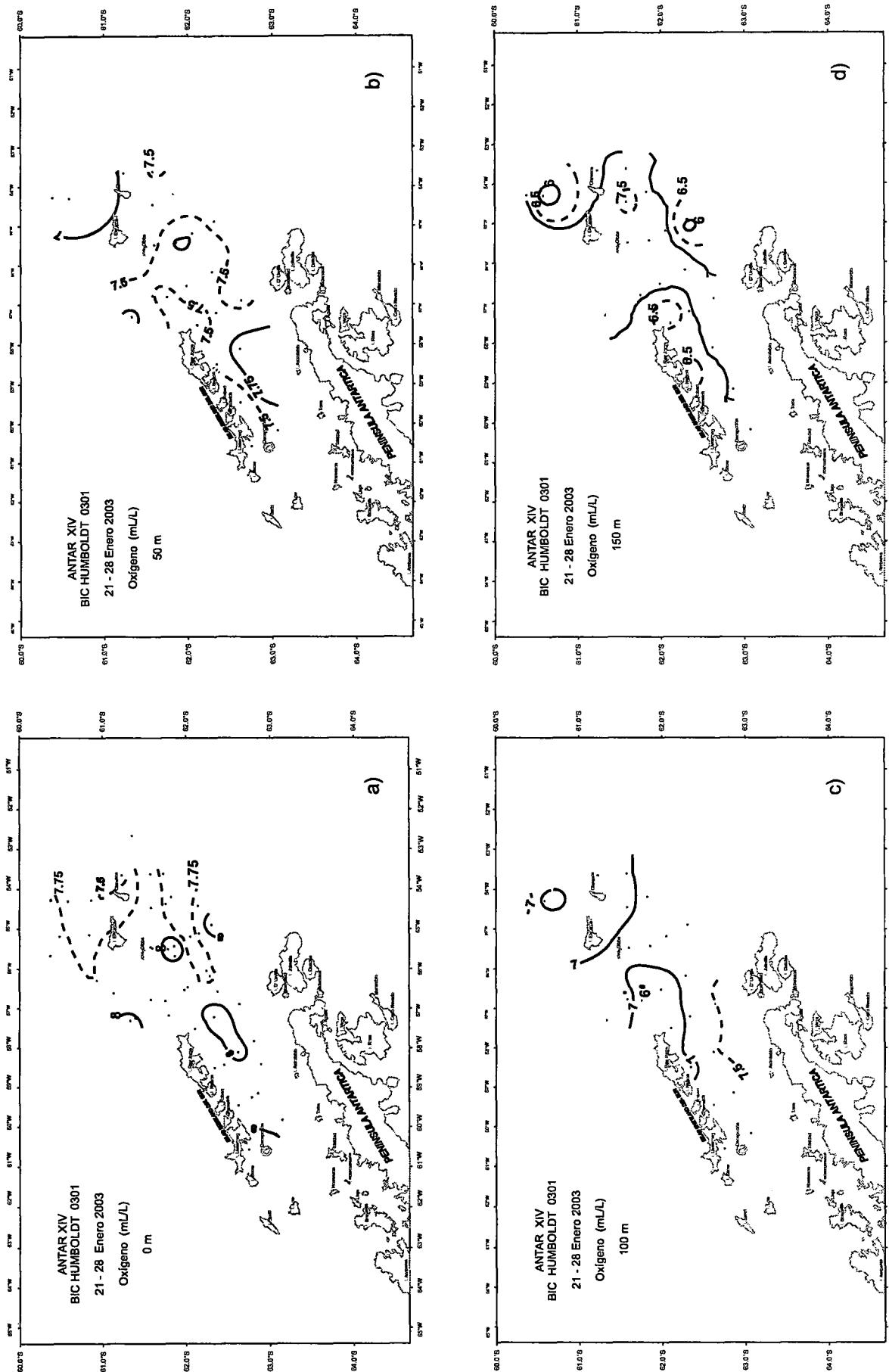


Figura 2. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L) en a) superficie, b) 50 m , c) 100 m y d) 150 m. ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

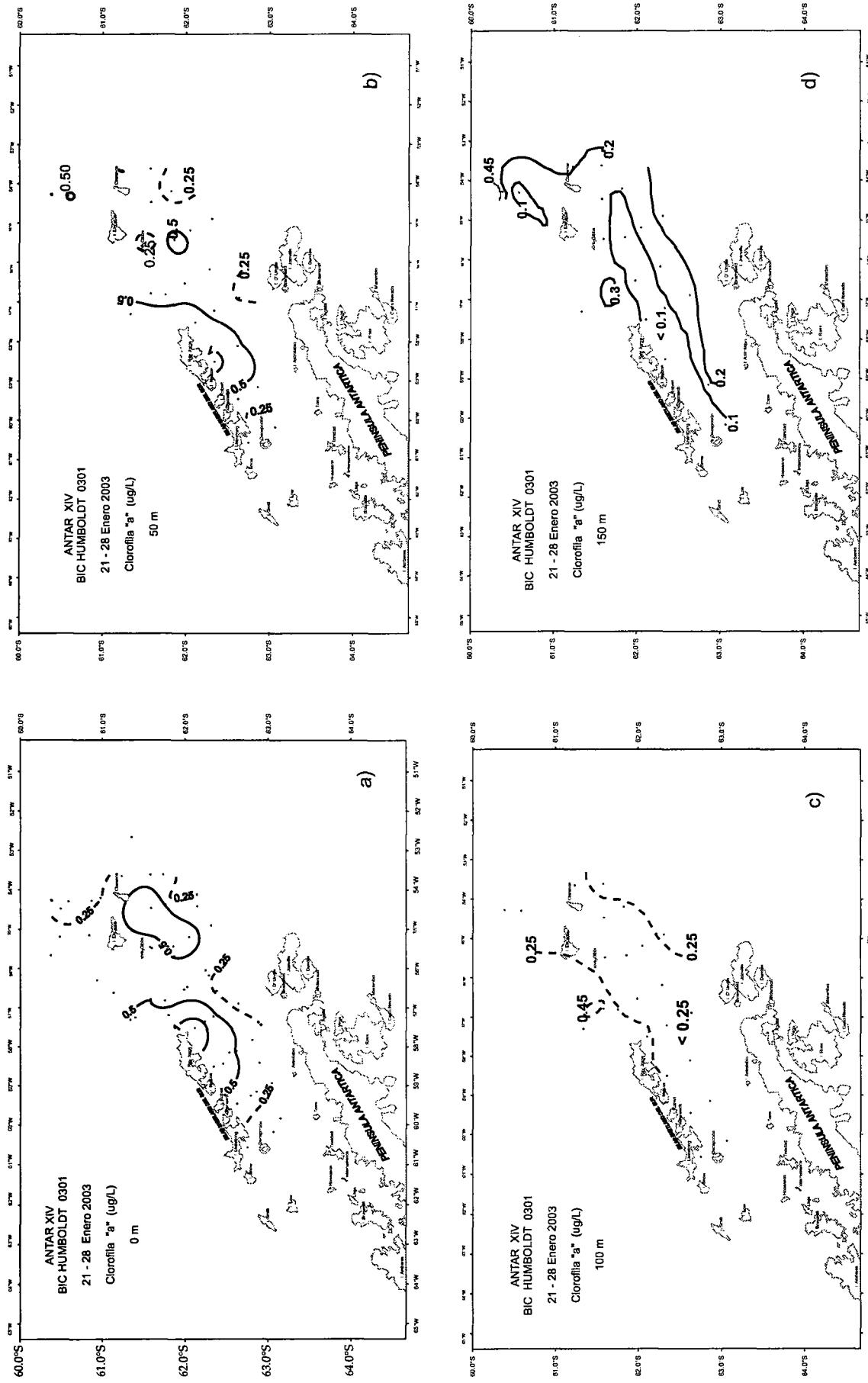


Fig. 3 Distribución de clorofila "a" ($\mu\text{g/L}$) en a) superficie, b) 50 m, c) 100 m y d) 150 m. ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

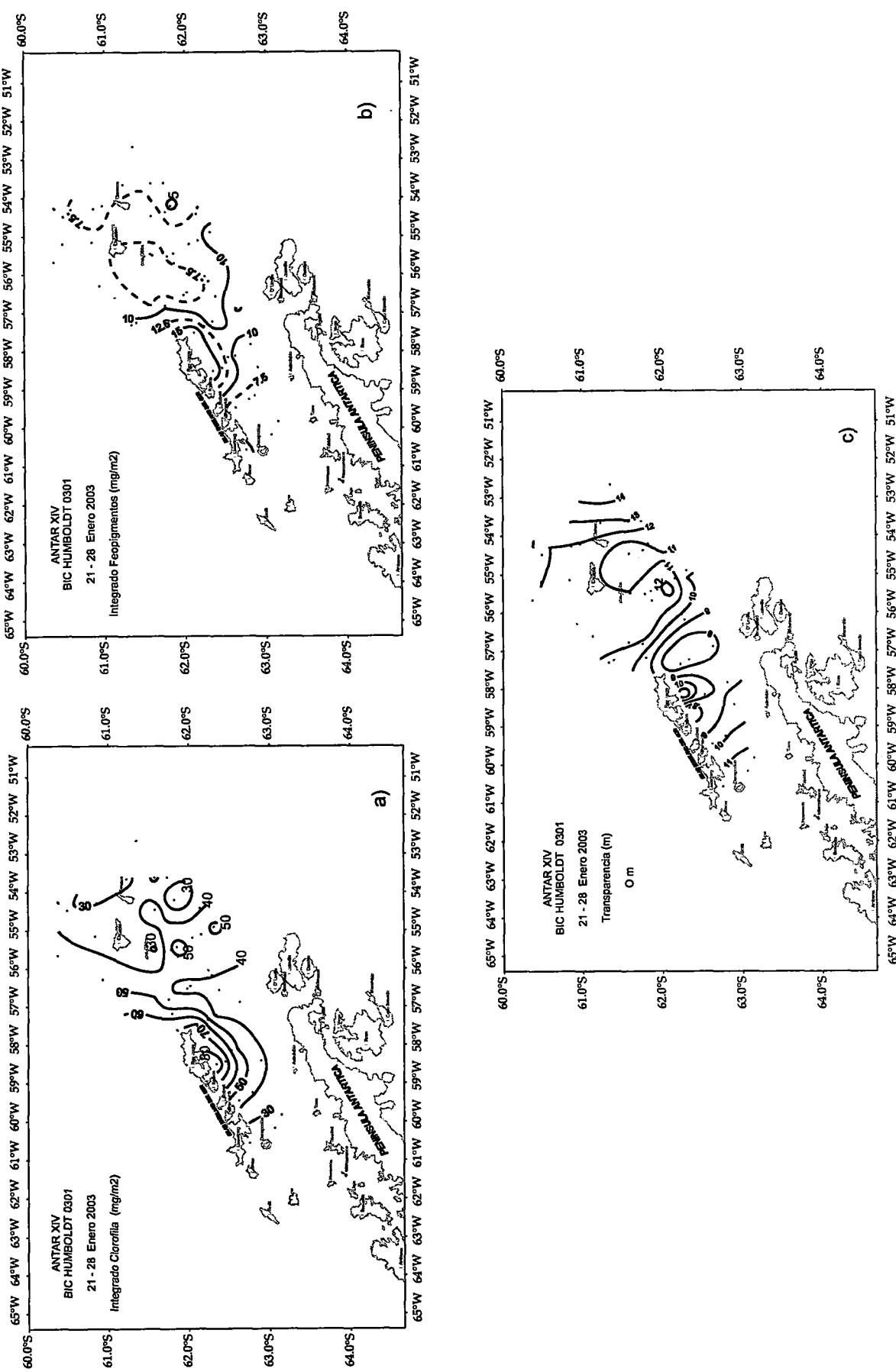


FIG. 4 Integrado de la capa de 0-150 m de a) Clorofila (mg/m²), b) Fepigmentos (mg/m²) y c) Transparencia (m). ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

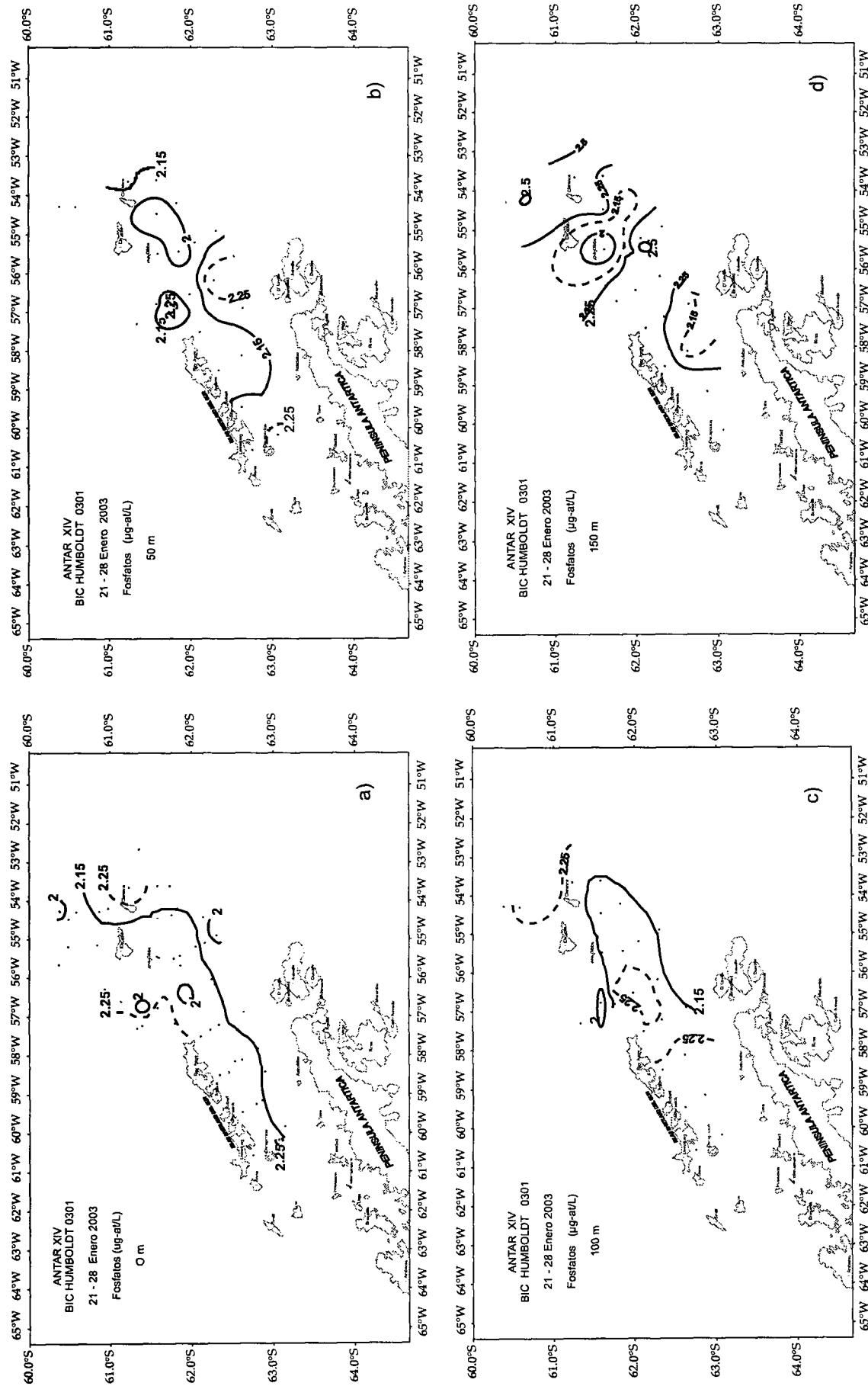
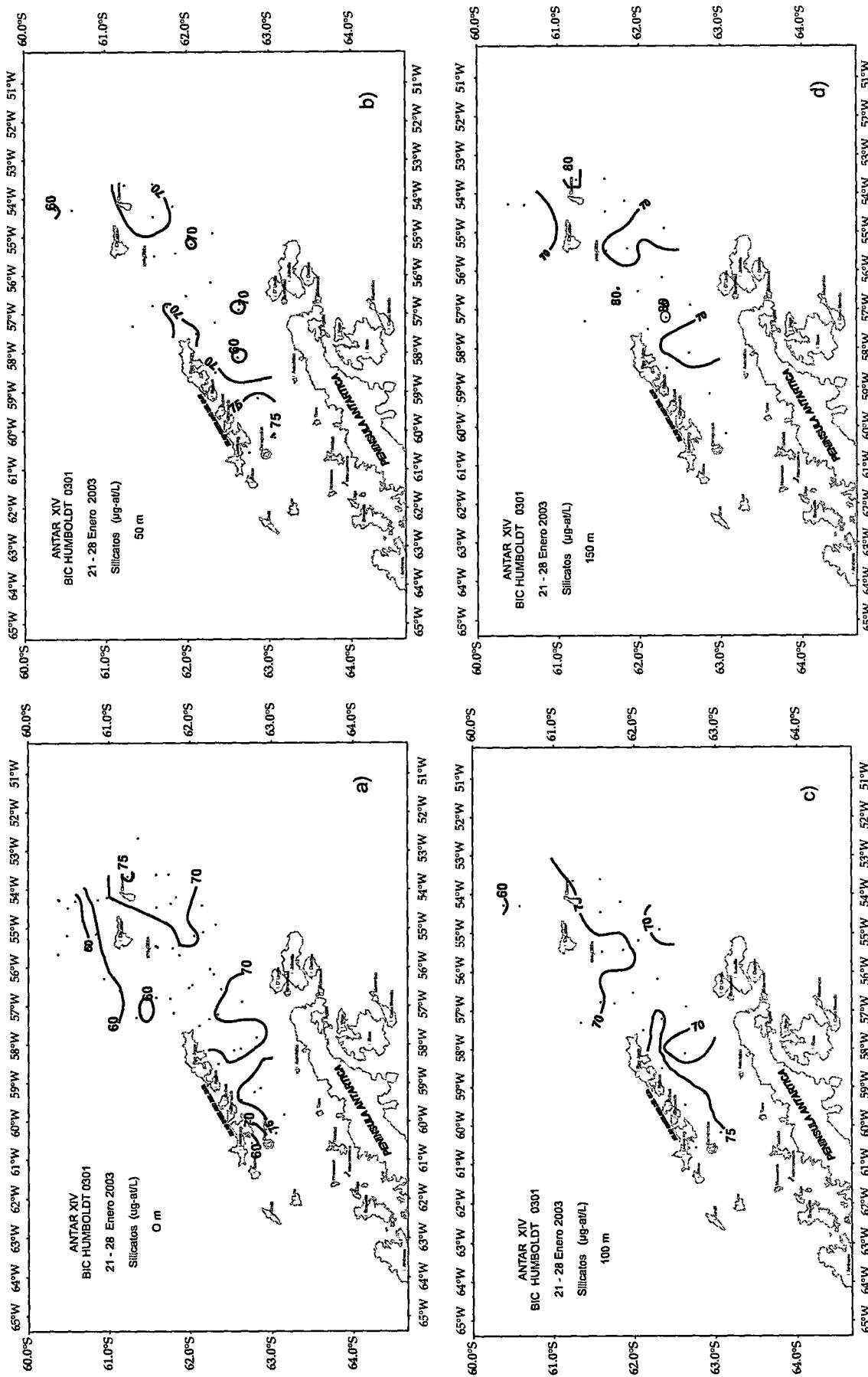


Fig. 5 Distribución de fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$) en a) superficie, b) 50 m, c) 100 m y d) 150 m. ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

Fig. 6 Distribución de silicatos ($\mu\text{g-at/L}$) en a) superficie, b) 50 m , c) 100 m y d) 150 m. ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

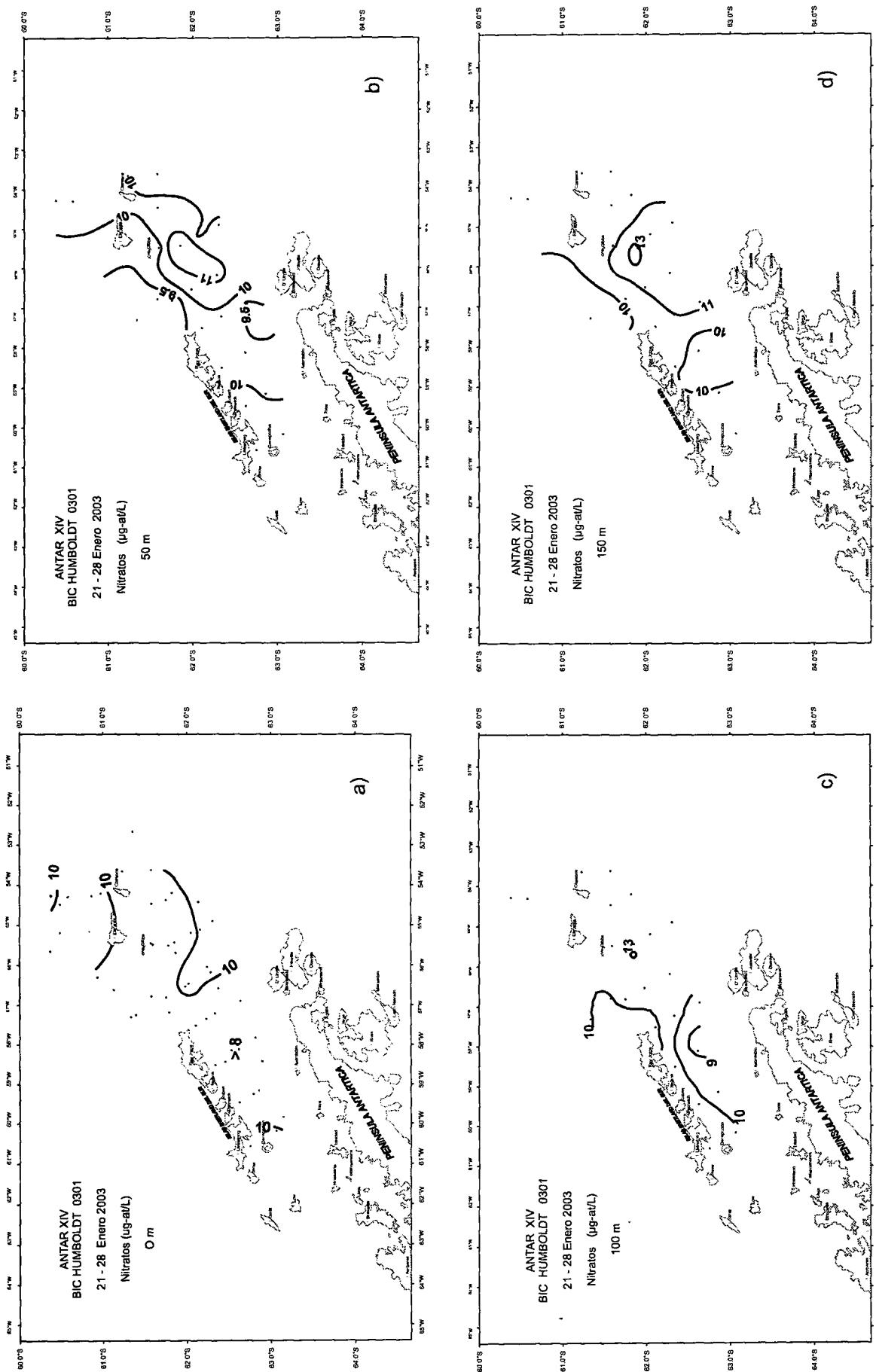


Fig. 7 Distribución de nitratos ($\mu\text{g-at/L}$) en a) superficie, b) 50 m, c) 100 m y d) 150 m. ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

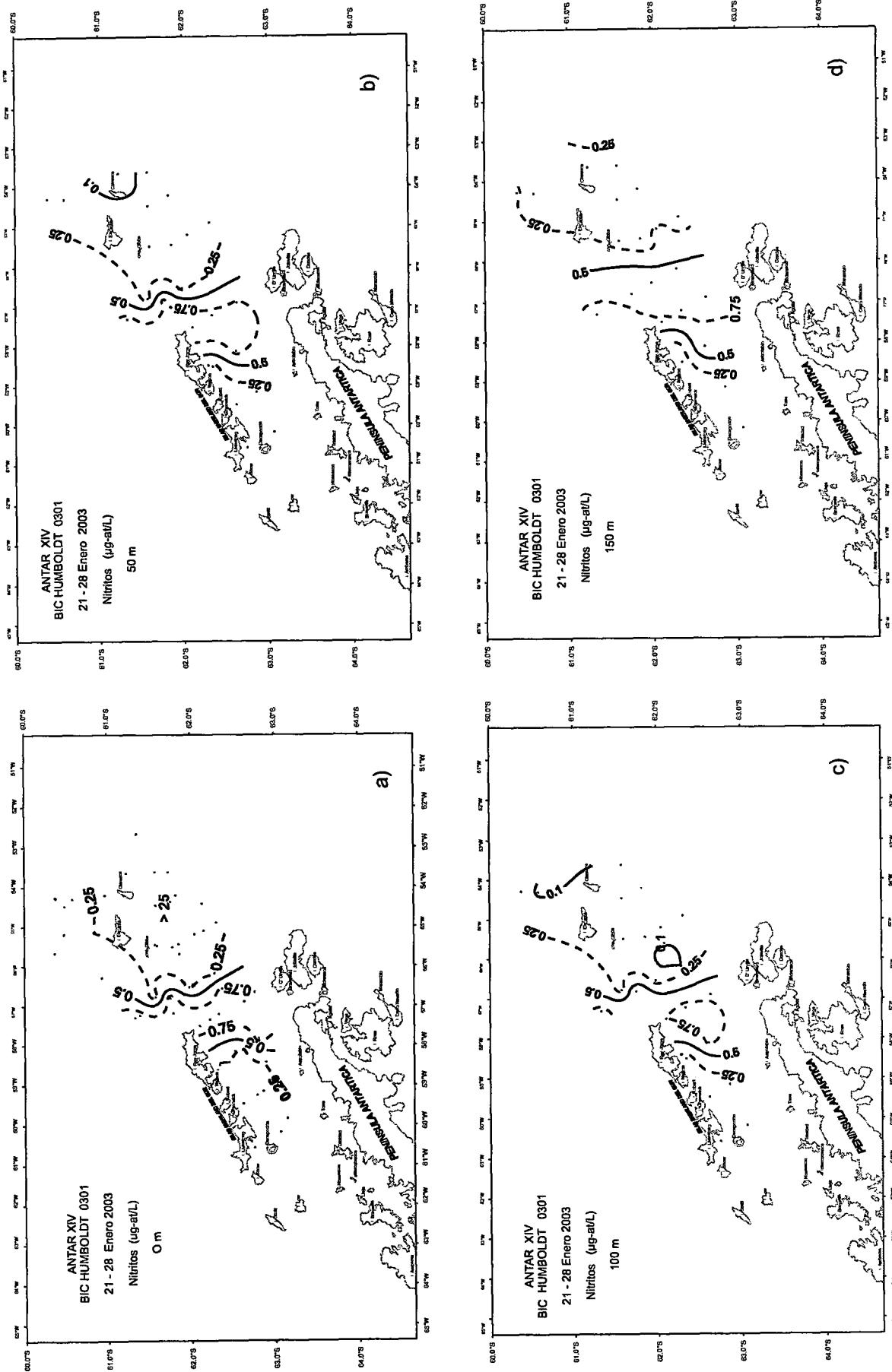


Fig. 8 Distribución de nitritos ($\mu\text{g-at/L}$) en a) superficie, b) 50 m, c) 100 m y d) 150 m ANTAR XIV. 21-28 Enero 2003

En el ANTAR IX (IMARPE 1998), los valores de clorofila fueron 1,0-1,25 ug/L y tuvieron mayor amplitud en Isla Elefante y la zona de convergencia; y entre Isla Decepción e Isla Torre. Asimismo, en los niveles de 0-150 m de profundidad, los valores fueron homogéneos; característica diferente se encontró en el ANTAR X (CÓRDOVA Y LEDESMA 1999), en donde pequeños núcleos de 1,0 y 1,5 estuvieron dispersos frente a la Península Antártica, Isla Shetland del sur y alrededor de Isla Elefante, debido a una mayor mezcla de aguas. Los resultados obtenidos indican que hay una gran variabilidad en cuanto a su distribución dependiendo de los factores físicos y biológicos.

Los nutrientes mostraron concentraciones que caracterizan el área de estudio, y su distribución fue homogénea. A nivel de superficie: fosfatos 2,0 - 2,25 ug-at/L; silicatos 46,22 - 79,36 ug-at/L; nitratos 8,51 - 11,55 ug-at/L; nitritos 0,15 - 0,88 ug-at/L. A 150 m de profundidad: fosfatos 1,77 - 2,58 ug-at/L; silicatos 66,47 - 80,90 ug-at/L; nitratos 8,92 - 13,88 ug-at/L y nitritos 0,8 - 0,77 ug-at/L.

En la expedición ANTAR XIII, frente a Isla Rey Jorge y al este de Isla Elefante se encontraron concentraciones de fosfatos <0,5 ug-at/L, y de silicatos <40 ug-at/L, asociadas a 2,0 y 2,5 °C, debido posiblemente a un ingreso de masas de agua más cálida, o al consumo de fosfatos y silicatos por especies fitoplanctónicas. Esta característica fue diferente en el ANTAR XIV.

En la capa de 0 a 150 m de profundidad, las concentraciones de nitratos han disminuido de 8,21 a 13,88 ug-at/L. En las expediciones de 1998, 1999 y 2002 predominaron concentraciones de hasta 20 ug-at/L.

Relacionando las variables químicas con la distribución del Krill *Euphausia superba*, se encontraron dos áreas, siendo la primera en la zona convergencia y la se-

gunda al oeste del Estrecho de Bransfield asociada a altos contenidos de oxígeno (7,75-8 mL/L) y nutrientes (fosfatos 2,15 ug-at/L, silicatos 70 ug-at/L, nitratos 10 ug-at/L). Sin embargo, no guardaron relación con la distribución de clorofila "a", que presentó concentraciones <0,5 ug/L, a excepción de un pequeño núcleo de 1,0 ug/L frente a Isla Rey Jorge.

De acuerdo a la bibliografía consultada y a los resultados obtenidos en las expediciones peruanas anteriores, se encontró que el océano austral se caracteriza por presentar altos contenidos de nutrientes y bajo contenido de clorofila-a, debido a los efectos combinados de factores físicos, químicos y biológicos.

CONCLUSIONES

1. La distribución de oxígeno disuelto en la capa de 0 a 150 m fue homogénea con valores de 6 a 8 mL/L.

2. Las condiciones químicas del mar antártico al norte de la Península Antártica, durante el verano austral 2003 se caracterizaron por altos contenidos de nutrientes y bajos de clorofila-a.

3. La distribución de *Euphausia superba*, en la zona de convergencia y al oeste del Estrecho de Bransfield, estuvo asociada a altos contenidos de oxígeno (7,75-8 mL/L) y nutrientes (fosfatos 2,15 ug-at/L, silicatos 70 ug-at/L y nitratos 10 ug-at/L).

REFERENCIAS

- CALIENES R, LOSTAUNAU N, CONOPUMA C. 1988. Distribución de nutrientes y oxígeno en el Estrecho de Bransfield, verano 1988. Scientific Report of First Peruvian Expedition to Antarctica. National Commission of Antarctic Affairs. July 1988: 47-96.
- CALIENES R, PINTO G, SARMIENTO V. 1991. Series de tiempo de nutrientes y oxígeno disuelto en el Estrecho de Bransfield, verano 1991. Informe Científico de la Tercera Expedición Peruana a la Antártida. Comisión Nacional de Asuntos Antárticos. Lima-Diciembre 1991: 61-64.
- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and Evaluation of the Winkler Method for determination Dissolved Oxygen in Seawater. Jour. Marine Research, 24(92): 286-318.
- CLOWES AJJ. 1934. Hydrology of Bransfield Strait. Discovery Rsp. 9: 1-64.
- CÓRDOVA J, LEDESMA J. 1999. Condiciones Hidroquímicas en el Estrecho Bransfield y alrededor de Isla Elefante durante el verano austral 1999. Informe sobre las Actividades Científicas de la Décima Expedición Peruana a la Antártida. Comisión Nacional de Asuntos Antárticos. Lima 1999: 159 - 180.
- EVANS C, REILLY JO, THOMAS J. 1987. A handbook for the measurement of chlorophyll "a" and primary production. BIOMASS Scientific Series No. 8.
- GORDON AL, Nowlin WD. 1978. The Basin Waters of the Bransfield Strait . J. Phys. Oceanogr. 10: 1584 - 1610.
- HOLM-HANSEN A, LORENZEN C, HOLMES R, STRICKLAND J. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. J. Cons. Perm. Inst. Explor. Mer. 30: 3-15.
- IMARPE 1998. Informes científicos. Crucero Perú ANTAR IX. BIC Humboldt. Instituto del Mar del Perú. Informe interno.
- IMARPE 2002. Informe del Proyecto Evaluación del Krill *Euphausia superba* y su relación con el ecosistema marino Instituto del Mar del Perú. Informe interno.
- MANDELLIE A, BURKHOLDER P. 1965. Primary Productivity in the

- Gerlache and Bransfield Strait of Antarctica Jour. Mar. Res. 24 (1) : 15-27.
- SIEVERS H. 1982. Descripción de las Condiciones Oceanográficas como apoyo al estudio de la distribución y comportamiento del Krill. INACH Ser. Cient. 28: 87-137.
- SVERDRUP HU, JOHNSON MW , FLEMING R. (Editores.). 1942. The Ocean, their physics, chemistry an general biology. Prentice Hall, Inc.: 1098 pp.
- STRICKLAND J, PARSONS T. 1972. A practical handbook of Sea Water Analysis. Bull. Fish.Res. Bd. Canada, No 167, 311 pp.
- UNESCO 1983. Manual y Guias N° 12.
- YENTSCH C, MENDEL D. 1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. Deep-Sea .10: 221-231.