



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

FLORA PLANCTÓNICA EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD Y ALREDEDORES DE LA ISLA ELEFANTE. VERANO AUSTRAL 2003

PLANKTONIC FLORA IN BRANSFIELD STRAIT AND SURROUNDINGS OF ELEPHANT ISLAND. AUSTRAL SUMMER 2003

Elcira Delgado Loayza¹

RESUMEN

DELGADO E. 2004. Flora planctónica en el Estrecho de Bransfield y alrededores de la Isla Elefante. Verano austral 2003. *Inf. Inst. Mar Perú* 32(4): 351-357.- El estudio se efectuó durante la Expedición Perú ANTAR XIV, BIC Humboldt 0301, del 21 al 28 enero 2003. El objetivo fue conocer la disponibilidad del alimento como un factor relacionado con la distribución y abundancia del krill. La biomasa fitoplanctónica estuvo dominada por los fitoflagelados (nanoplankton) y las diatomeas (microplankton). Su mayor incremento fue en la zona central del Estrecho de Bransfield con densidades >500 cel mL⁻¹ y las menores concentraciones se registraron hacia la Isla Elefante (100 cel mL⁻¹). Se presentaron patrones de distribución similares en las concentraciones celulares del fitoplankton total y de los fitoflagelados, lo cual evidenciaría valores bajos del índice de diversidad, característica de una comunidad típica de las primeras fases de la sucesión ecológica.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton antártico, nanoplankton, índice de diversidad, verano austral, Perú ANTAR XIV.

ABSTRACT

DELGADO E. 2004. The planktonic flora in the Bransfield Strait and surroundings of the Elephant Island during the austral summer 2003. *Inf. Inst. Mar Perú* 32(4): 351-357.- The study was done during the Perú ANTAR XIV Expedition, RV Humboldt 0301, from 21st to 28th January 2003. The objective was to know readiness of the food as a factor influencing the distribution and abundance of the krill. Phytoplanktonic biomass was dominated by phytoflagellates (nanoplankton) and diatoms (microplankton). Their highest increment was in the Bransfield central area with densities >500 cel mL⁻¹ and the smallest concentrations registered toward the Elephant Island (100 cel mL⁻¹). Similar patterns of distribution of the cellular concentration of the total phytoplankton and the phytoflagellates were presented, which would evidence the low values of diversity index, characteristic of a typical community at the first phases of the ecological succession.

KEYWORDS: Antarctic phytoplankton, nanoplankton, diversity index, austral summer, Perú ANTAR XIV

INTRODUCCIÓN

Entre las principales características de la Región Antártica estarán la extrema variabilidad anual en la radiación solar y la cobertura de hielo, incluyendo altas concentraciones de nutrientes inorgánicos. Estos parámetros físico-químicos tiene una fuerte influencia sobre la biología, ecología, distribución y abundancia del fitoplankton y su estrecha relación con la abundancia del krill antártico (*Euphausia superba*).

Muchos organismos fitoplancónicos pueden permanecer largos períodos de tiempo en la oscuridad sin sufrir daños aparentes, pero muchas especies producen tipos de cistos o esporas que pueden resistir condiciones adversas y permanecer viables durante meses o años (ESTRADA 1985).

La alta productividad en las aguas costeras antárticas registradas por EL SAYED (1988) está relacionada con los sedimentos costeros o áreas de deshielos que tienen una gran cantidad de hierro particulado, cuya condición pue-

de enriquecer las áreas costeras. El fitoplancton puede tomar las trazas de metales, principalmente hierro que, a su vez, son retiradas mediante el pastoreo del zooplankton. Esta condición apoya la hipótesis de MARTÍN (1990), que sugiere una estrecha correlación entre los ciclos de hierro y azufre con la productividad primaria. Las aguas oligotróficas de la Antártida exhiben proporcionalmente altos silicatos lo cual induce a un exceso potencial de nitratos. Este régimen varía cuando cambia significativamente la estructura

ra de la comunidad del fitoplancton (DEHAIRS et al. 1997).

Desde 1988, el Instituto del Mar del Perú desarrolla investigaciones en la Antártida sobre la dinámica de este ambiente y sus comunidades marinas, continuando estudios del fitoplancton y su variación interanual.

El objetivo del presente trabajo es registrar las características cualitativas y cuantitativas de la flora planctónica en aguas del Estrecho de Bransfield e Isla Elefante encontradas durante el verano austral del 2003.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la Expedición Perú ANTAR XIV, BIC Humboldt 0301, se realizaron recolecciones del fitoplancton en el Estrecho de Bransfield y alrededores de la Isla Elefante (Figura 1). Para el análisis cuantitativo se utilizaron 16 muestras de agua superficial, preservadas con formalina neutralizada al 1%.

Se utilizó la metodología de UTERMÖHL (1958) y siguiendo las recomendaciones de UNESCO (1978). La sedimentación de las muestras se hizo en cámaras de recuento con cilindros de 50 mL de capacidad durante 48 horas.

Los resultados de los análisis se expresan en número de células /50 mL (Tabla 1). Para efectos de comparación en la elaboración de los gráficos, los resultados se presentan en células/mL.

Para determinación taxonómica de las especies se consultaron los trabajos de BALECH (1958, 1871 y 1973), FERREIRA Y FERRARIO (1983); FRENGUELLI (1943 y 1960); FRENGUELLI Y ORLANDO (1958); HASLE (1965) (a) y (b); HASLE Y SYVERTSEN (1985); HENDEY (1937); MARTINEZ (1972); PRIDDLE Y FRYXELL (1985).

Se realizó un análisis de comunidades entre estaciones, aplicando el programa PRIMER V.4. Se calculó el índice de diversidad de SHANNON Y WIENER (1963) en base a logaritmo 2 y expresado en bits célula⁻¹. Para identificar las principales asociaciones entre mues-

tras se utilizó el índice de similitud de BRAY-CURTIS (modo Q), agrupamiento de estaciones, según las similaridades de especies y una posterior clasificación jerárquica acumulativa (cluster) a través de dendograma. Los datos de abundancia de especies fueron transformados a log (X+1).

En cada grupo definido se registraron las especies más comunes y aquellas que los caracterizaron. Para la elaboración de las figuras se utilizó el software SURFER versión 7.0.

RESULTADOS

Composición de la comunidad de fitoplancton antártico

Existieron 76 taxa; 53 diatomeas (22 centrales, 31 pennatas); 18 dinoflagelados; 4 fitoflagelados y 1 silicoflagelado (Tabla 1).

El nanoplankton destacó por su dominancia y dentro de ellos los fitoflagelados *Monadas* spp. y *Leucocryptos marina*.

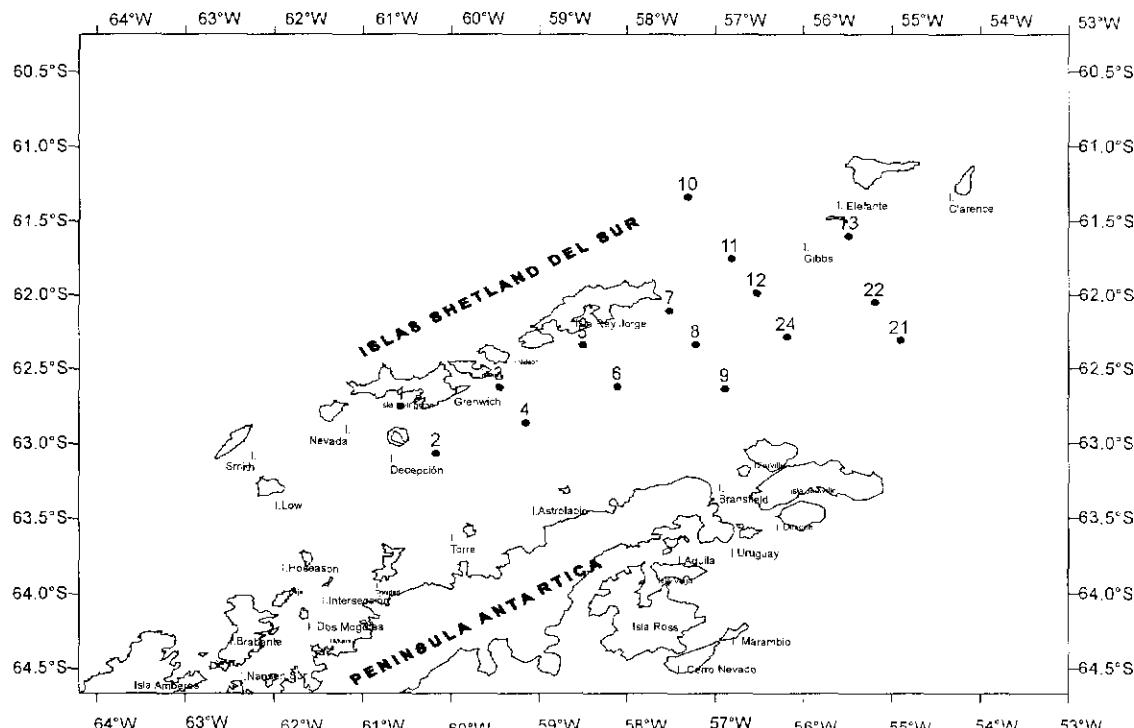


Figura 1.- Carta de posiciones. Operación Perú ANTAR XIV (21-28 enero 2003).

Tabla 1. Análisis cuantitativo de fitoplancton antártico (Nº cel./50 mL) Expedición Científica PERU-ANTAR XIV (21-28 Enero 2003)

ESTACION TEMPERATURA (°C)	1 2,8	2 1,8	3 2,3	4 2,7	5 2,7	6 2,2	7 1,4	8 1,7	9 -0.1	10 2,1	11 1,4	12 0,8	13 1,6	21 -0.5	22 0,6	24 0,3
DIATOMAS CENTRALES																
<i>Actinocyclus actinochilus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinocyclus chainakyi</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0	0	0	1	0
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros neglectum</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cerithron criophilum</i>	624	68	327	230	2100	49	462	2	2	106	134	76	252	16	99	23
<i>Coscinodiscus bouvet</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus oculoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus spp.</i>	2	10	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eucampia antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Porosira glacialis</i>	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	7	0	0	0	1	0
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Rhizosolenia truncata</i>	0	0	4	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Thalassiosira antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	10	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira bioculata</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira hispida</i>	0	0	0	0	0	0	29	0	0	2	0	0	0	0	3	0
<i>Thalassiosira hyalina</i>	0	0	0	0	4	0	26	0	0	0	0	0	6	0	1	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira spp.</i>	8	0	3	0	2	0	17	1	3	0	0	0	0	0	0	2
<i>Thalassiodictix antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DIATOMAS PENNATAS																
<i>Achnanthus brevipes</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Amphipora antarctica</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Climacophenia moniligera</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21	0
<i>Chuniella naviculoides</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	0	0	5	0
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>Fragilaria stratula</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Fragilaropsis cylindrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Fragilaropsis ritscheri</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaropsis rhombica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Grammatophora sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma sp.</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Licmophora gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	2	0	0	0	0	322	0
<i>Nevicula spp.</i>	8	40	1	2	0	3	0	9	0	0	0	1	100	1	250	0
<i>Nitzschia sp.</i>	6	10	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	4	0	0	1
<i>Pseudo-nitzschia antarctica</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	0	0	0	0	0	0	121	0	4	14	17	127	0	0	83	0
<i>Pseudo-nitzschia heimi</i>	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	21	0	0	33	0
<i>Pseudo-nitzschia cf. heimi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	21	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia lineola</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia prolungata</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	5	0
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	0	0	0	3	0	5	0	0	0	1	0	16	0	0	124	0
<i>Pennata spp.</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pleurosigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Synedra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Thalassionema nitzschioide</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Trichothrix reinboldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
DINOFLAGELADOS																
<i>Alexandrium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ceratium dens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Ceratium furca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplopeltopsis minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Gonyaulax spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Gyrodinium lacryma</i>	18	4	30	26	9	30	10	23	1	4	1	0	2	0	12	3
<i>Gyrodinium sp.</i>	28	13	26	10	32	2	0	9	0	0	0	0	6	2	0	15
<i>Gymnodinium lohmanni</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum micans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium appenatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. crassipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium concavum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SILICOFLAGELADOS																
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
FITOFAGELADOS																
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucocryptos marina</i>	1100	1500	200	17450	850	15050	450	1250	900	1050	0	1750	100	0	0	0
<i>Fitoflagelados spp.</i>	0	0	0	0	0	2150	0	0	750	550	2200	50	0	0	0	0
<i>Monada spp.</i>	10150	6550	9300	18450	7150	16400	4200	6750	6400	4950	4000	8200	2850	7450	150	1050
												1050	700	100	0	0
												15700	5850	3600		

El microplancton conformó el segundo componente de importancia, destacando las diatomeas *Corethron criophilum*, *Thalassiosira antarctica*, *Licmophora gracilis*, *Navicula* spp., *Pseudonitzschia* cf. *delicatissima* y *P. heimii*.

De los dinoflagelados, sólo el género *Gyrodinium* tuvo mayor representatividad (*G. lachryma* y *Gyrodinium* sp.).

Dentro de los siliconflagelados, se determinó *Dictyocha fibula*.

Distribución superficial de las concentraciones celulares del fitoplancton antártico

Las concentraciones totales del fitoplancton variaron entre 3.491 y 37.172 cel 50 mL⁻¹ en las Estaciones 13 (2,7°C) y 4 (1,6°C). Las concentraciones de los fitoflagelados se presentaron desde 3.100 cel 50 mL⁻¹ en la Estación 13 hasta 36.172 cel 50 mL⁻¹ en la Estación 4 (Tabla 1).

El Estrecho de Bransfield presentó las mayores concentraciones; se registró un núcleo de 500 cel

mL⁻¹ donde destacaron los fitoflagelados con máximos de 743 cel mL⁻¹ (Estación 4) y 631 cel mL⁻¹ (Estación 6) representados por las *Monadas* spp. y *L. marina*. En los alrededores de la Isla Elefante se observó un núcleo de 100 cel mL⁻¹; aquí también resaltaron los fitoflagelados con las especies anteriormente mencionadas (Figura 2).

En la zona de estudio los fitoflagelados denotaron similar distribución con los del fitoplancton total, donde los núcleos presentaron las mismas concentraciones (500 y 100 cel mL⁻¹), igual posición y una composición análoga o semejante (Figura 3).

Análisis comunitario

El índice de diversidad fluctuó entre 0,29 y 1,37 bits célula⁻¹ en la Estación 3 (10 especies y 9.895 cel mL⁻¹) y la Estación 7 (29 especies y 7.822 cel mL⁻¹).

El análisis de cluster al 43 % presentó dos grupos definidos (Figura 4). Se observó una clara zonación entre el Estrecho de

Bransfield y los alrededores de la Isla Elefante.

El primer grupo asoció a estaciones del Estrecho de Bransfield (Estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9) y algunas estaciones de Isla Elefante (Estaciones 9, 10, 13, 21 y 24) y fue distinguido por presentar menor número de especies, pero una excepcional alta abundancia de los fitoflagelados y de algunas diatomeas y dinoflagelados (*Leucocryptops marina* y *Monadas* spp., *Corethron criophilum*, *Gyrodinium lachryma*).

El segundo grupo reunió a estaciones correspondientes a la Isla Elefante (Estaciones 7, 11 y 22), las cuales presentaron mayor número de especies y bajas concentraciones. Fueron, en orden decreciente: diatomeas, dinoflagelados y fitoflagelados (*Corethron criophilum*, *Coscinodiscus oculoides*, *Thalassiosira antarctica*, *Pseudonitzschia* cf. *delicatissima*, *P. heimii*, *Licmophora gracilis*, *Navicula* spp., *Ceratium furca*, *Prorocentrum micans*, *Eutreptiella gymnastica*, *L. marina* y *Monadas* spp.).

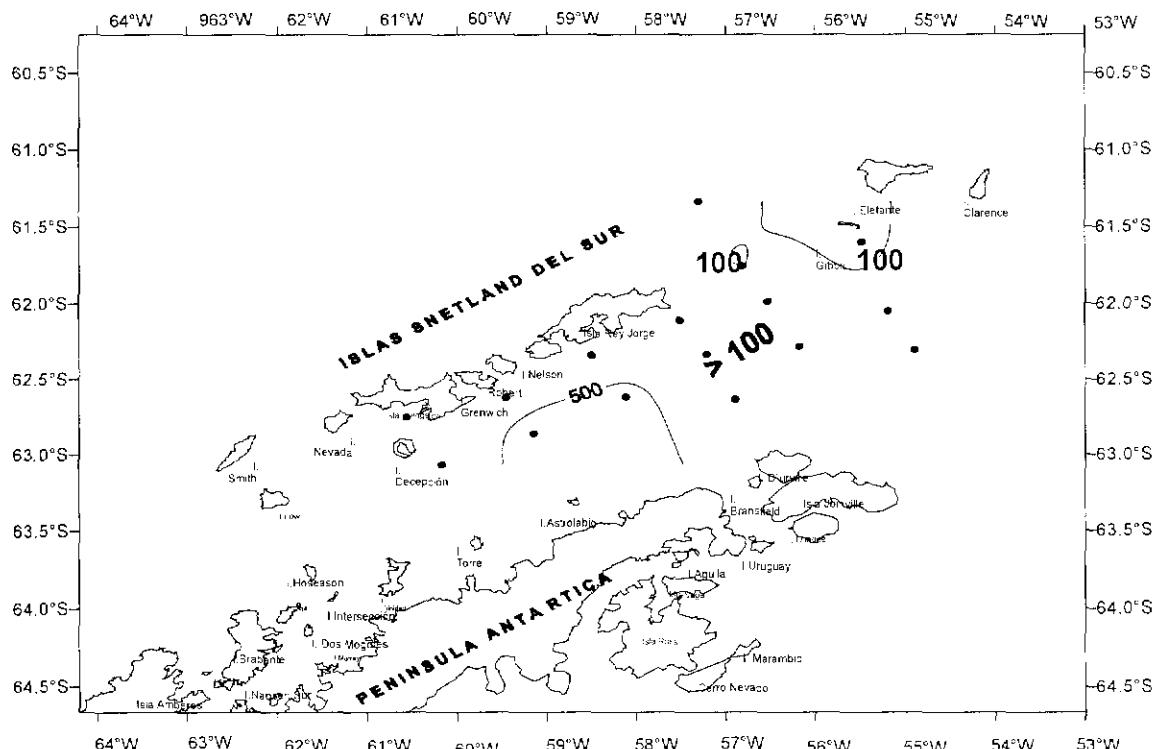


Figura 2.- Distribución de fitoplancton en superficie (Nºcel/mL.) Operación Perú ANTAR XIV (21-28 enero 2003).

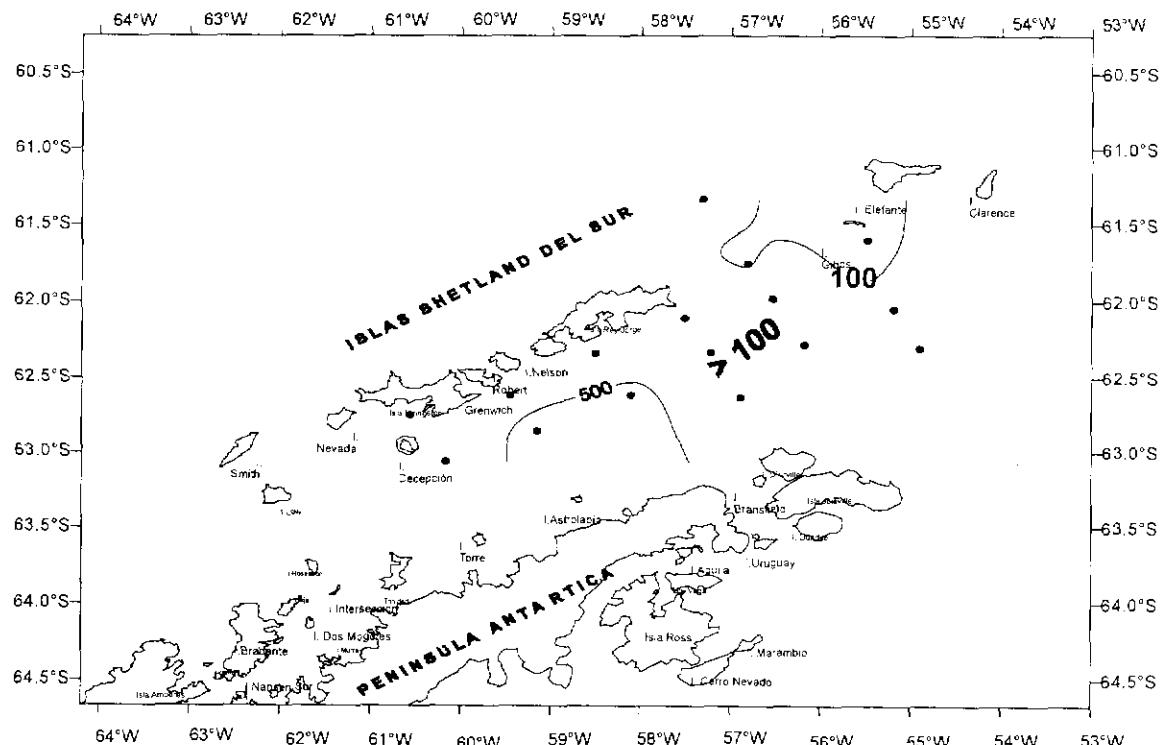


Figura 3.- Distribución de fitoflagelados en superficie (Nºcel/mL.) Operación Perú ANTAR XIV (21-28 enero 2003).

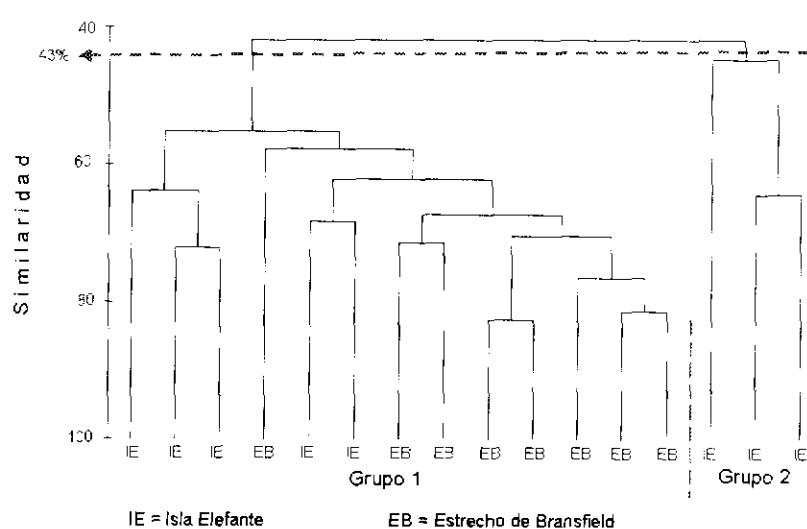


Figura 4.- Dendrograma de análisis de agrupamiento (Bray-Curtis) para las estaciones durante el verano austral 2003. Operación Perú ANTAR XIV (21-28 enero 2003).

DISCUSIÓN

En términos comparativos, el estudio de la comunidad de fitoplancton antártico durante el verano austral 2003 permitió apreciar una equivalencia en cuanto a la estructura comunitaria, es decir, se ha observado dominancia

del nanoplancton (fitoflagelados), seguido de las diatomeas (microplancton). Resultados muy semejantes fueron encontrados en anteriores trabajos (ANTONIETTI 1989, GÓMEZ 1991, DELGADO 1999 y SÁNCHEZ Y VILLANUEVA 2001). En el Perú ANTAR I dominaron las diatomeas (GÓMEZ 1988).

URIBE (1982), sostiene que es posible que la pobreza fitoplanctonica del centro de Estrecho de Bransfield, se deba a un intenso pastoreo efectuado por el krill. Es necesario señalar que este organismo fitófago se encuentra en grandes concentraciones hacia el centro del Estrecho, resultados similares fueron hallados en esta oportunidad donde se hallaron bajas concentraciones de fitoplancton.

La dominancia del género cosmopolita *Corethon* estuvo bien representada en esta ocasión, la misma que está considerada como uno de los más primitivos que han evolucionado (EL-SAYED Y FRYXEL, 1993).

El análisis de cluster agrupó a las muestras más similares en términos de abundancia y riqueza de especies, los cuales se encuentran más cerca de las otras; resultados semejantes fueron hallados en las expediciones ANTAR IX (DELGADO 1999) y en ANTAR X (SÁNCHEZ Y VILLANUEVA 2001).

CONCLUSIONES

1. Se han determinado 76 taxas fitoplanctónicos: 53 diatomeas, 18 dinoflagelados, 4 fitoflagelados y 1 silicoflagelado.

2. En el Estrecho de Bransfield e Isla Elefante la biomasa fitoplancótica estuvo dominada por los fitoflagelados (nanoplankton) seguidos de las diatomeas. Su mayor incremento fue en la zona central del Estrecho de Bransfield con densidades >500 cel mL⁻¹.

3. Se presentó un patrón similar de distribución de las concentraciones celulares del fitoplankton total y de los fitoflagelados, lo que evidenciaría valores bajos del índice de diversidad características de una comunidad típica de las primeras fases de la sucesión ecológica.

4. El análisis de similaridad especificó la formación de dos grupos, asociando a las estaciones por sus abundancias y riqueza de especies.

Agradecimientos.- A las biólogas FLOR CHANG y PATRICIA VILLANUEVA por la participación en los análisis de las muestras y a la Bach. en Biología AVY BERNALES por la elaboración de los gráficos en Surfer y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la preparación del presente trabajo.

REFERENCIAS

- ANTONETTI E. 1989. Microplancton del Estrecho Bransfield verano de 1989 (Perú Antar II). CONAAN 1989. Informe Científico II Expedición del Perú a la Antártida. Comisión Nacional de Asuntos Antárticos. 9-43.
- AVARIA S, MUÑOZ P. 1982. Producción actual, biomasa y composición específica del fitoplankton de la bahía de Valparaíso en 1979. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 18(2):127-157.
- BALECH E. 1958. Plancton de la Campaña Antártica Argentina 1954-1955. Physis XXI N° 60. Buenos Aires, 75-108.
- BALECH E, FERRANDO H. 1964. Fitoplankton Marino. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Eudeba. 196 pp.
- BALECH E. 1971. Microplancton de la Campaña Oceanográfica: Productividad III. Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia". Hidrobiol., Tomo IV. Revista N° 3 (1): 1-202
- BALECH E. 1973. Segunda Contribución al Conocimiento del Microplancton del mar de Bellingshausen. Contribución del Instituto Antártico Argentino N° 107. 63 pp.
- BUCK KR, GARRISON DL. 1983. Protists from the ice-edge region of the Weddell Sea. Deep Sea Res. 30: 1 261-1 277.
- CLEVE PT. 1873. On diatoms from the Arctic Sea. Ibid., N° 13, 1-4 pls., 1-28.
- EL-SAYED SZ. 1988. Productivity of the Antarctic waters a reappraisal. Marine Phytoplankton and Productivity. Springer-Verlag, Berlin: 19-34.
- EL-SAYED S, FRYXELL G. 1993. Phytoplankton. Antarctic Microbiol. En: E. IMRE FRIEDMAN y R. LAWTON (eds.) 65-122.
- DELGADO E. 1999. Fitoplancton del Estrecho de Bransfield e Isla Elefante durante el verano austral 1998. Perú ANTAR IX. Inf. Inst. Mar Perú 145:7-46.
- FERREYRA G, FERRARIO M. 1983. Observaciones sistemáticas y autoecológicas sobre diatomeas antárticas I. *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr. Contribución N° 297. Dirección Nacional del Antártico. Instituto Argentino. Buenos Aires. 19 pp.
- FRENGUELLI J. 1943. Diatomeas de las Orcadas del Sur. Revista del Museo de la Plata n.s. Tomo V, Botánica. Inst. del Museo de la Univ. Nacional de la Plata. Tomo V: 221-65.
- FRENGUELLI J, ORLANDO H. 1958. Diatomeas y silicoflagelados del sector Antártico Sudamericano. Instituto Antártico Argentino. Publicación N° 5, 1-191.
- FRENGUELLI J. 1960. Diatomeas y silicoflagelados recogidas en Tierra Adelie durante las Expediciones Polares Francesas de Paul-Emile Victor (1950-1952). Revue Algologique. Nouvelle Serie, Tomo V, Fasc. 1, 3-48.
- GÓMEZ O. 1988. Microplancton del estrecho Bransfield durante el verano de 1988. Scientific Report of First Peruvian Expedition to Antarctica, National Commission of Antarctic Affairs (CONAAN), 115-170.
- GÓMEZ O. 1991. Microplancton del estrecho Bransfield durante el verano de 1991. Informe Científico de la III Expedición del Perú a la Antártida. Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN), 109-164.
- HART TJ. 1934. On the Phytoplankton of the south-west Atlantic and the Bellingshausen Sea. Discovery Rept. 8: 1-268.
- HART TJ. 1942. Phytoplankton periodicity in Antarctic waters. Discovery Rept. 21: 261-356.
- HART GR. 1964. *Nitzschia* and *Fragilaria* species studied in the light and electron microscopes I. Some marine species of the groups *Nitzschia* and *Lanceolatae*. Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps-Akademii Oslo I. Mat. Natur Klasse New Series N° 16, 1-48.
- HASLE GR. 1965a. *Nitzschia* and *Fragilaria* species studied in the light and electron microscopes II. The group *Pseudonitzschia*. Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps-Akademii i Oslo. I. Mat. Natur. Klasse, New Series N° 18, 1-45.
- HASLE GR. 1965b. *Nitzschia* and *Fragilaria* species studied in the light and electron microscopes III. The genus *Fragilaria*. Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps Akademii Oslo I. Mat. Natur. Klasse, New Series N° 21:1-49.
- HASLE GR, SYVERTSEN E. 1985. A guide to Marine Planktonic Diatoms International Phytoplankton course 1-21 July 1985. Stazione Zoologica Naples. 57pp.
- HENDY NI. 1937. The plankton diatoms of the Southern Seas. Discovery Reports Vol. XVI :151-364.
- MANGIN E. 1957. Premier Inventaire des Diatomées de la Terre

- Adelie Antarctique. Espèces nouvelles. Revue Algologique, n.s. Tome III, Facs. 3, 34 pp.
- MARTÍNEZ MACHIAVELLO JC. 1972. Estudio diatomológico del mar de la flota de Puerto Paraíso y observaciones en el Mar de Bellingshausen. Contribución del Instituto Antártico Argentino N° 155, 103 pp.
- MEDLIN LK, PRIDDLE J. 1990. Polar marine diatoms. British Antarctic Survey Natural Environment Research Council, High Cross, Madingley Road. Cambridge. CB3 0et. UK, 214 pp.
- MEYER CRM. 1966. Contribución al estudio del fitoplancton del Paso de Drake (Recolectado durante el verano 1960-61). Cuaderno I - Ciencias del Mar. Univ. Católica de Valp. Chile, 25 pp.
- PRIDDLE J, HAWES I, ELLIS-EVANS JC, SMITH TJ. 1986. Antarctic aquatic ecosystems as habitats for phytoplankton. Biol. Rev. 61: 199-238.
- PRIDDLE J, FRIXELL G. 1985. Handbook of the common plankton diatoms of the Southern Ocean: Centrales except genus *Thalassiosira*. British Antarctic Survey, 159 pp.
- SÁNCHEZ S, VILLANUEVA P. 2001. El fitoplancton en el Estrecho de Bransfield y alrededores e la Isla Elefante durante el verano austral 1999 y sus cambios durante 1988-1999. Perú ANTAR X. Inf. Inst. Mar Perú 163: 54-72.
- SHANNON C, WEAVER W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press Urbana: 125 pp.
- SMAYDA T. 1958. Biogeographical studies of marine phytoplankton Oikos 9: II 1958, 85 pp.
- SYVERTSEN E. 1977. *Thalassiosira rotula* and *T. gravida*: ecology and morphology. Simonsen R. (editor). Fourth Symposium on Recent and Fossil Marine Diatoms. Oslo August 30-September 3, 1976. Proceedings 1977. Bound Beiheft 54 Zur Nova Hedwigia. VIII, 414 pp.
- SYVERTSEN E, HASLE GR. 1983. The diatom genus *Eucampia*: morphology and taxonomy. Bacillaria 6, 169-210.
- UNESCO. 1978. Phytoplankton manual Monogr. Oceanogr. Methodology 6-337.
- URIBE E. 1982. Influencia del fitoplancton y producción primaria de las aguas antárticas en relación con la distribución y comportamiento del Krill. INACH. Ser. Cient. N° 28: 163-178.
- UTERMÖHL H. 1958. Zur Vewollkommung der quantitativen phytoplankton. Methodik mitt int. Ver. Limnol. 9: 1-39.