

OBSERVACIONES SOBRE FITOPLANCTON Y TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA BAHIA SAN JORGE, ANTOFAGASTA, CHILE

Luis Rodríguez*



ABSTRACT. Observation on phytoplankton and surface temperature in San Jorge Bay, Antofagasta, Chile.

Phytoplankton samples from San Jorge Bay, Antofagasta, Chile are analysed. The phytoplankton samples were collected in a fixed station between April 1981 to March 1986.

In the samples were determined 80 taxa between diatoms, dinoflagellates, silicoflagellates and a protozoa ciliate.

The seasonal succession of the main species was established and it is suggested that the surface temperature is to some extent responsible for the change in composition of the phytoplankton in the area. The monthly density variation was determined and the higher value observed was 425 cel/ml.

During the period of study were observed in the area eight phenomena of red tides occurring mainly in autumn, spring and summer.

Key words: phytoplankton, seasonal succession, temperature.

INTRODUCCION

En la zona norte se han efectuado diversas expediciones, crueros e investigaciones relacionadas con el fitoplancton marino, algunas de ellas en áreas cercanas o en la bahía San Jorge, Antofagasta. Entre éstas se pueden mencionar a: Meyer 1970, Orellana 1971, Avaria *et al.* 1982, Avaria & Muñoz 1983, Avaria 1984, Avaria & Alvial 1985, Rivera 1985a, Ramírez 1985, Muñoz 1985, Uribe 1985, Rodríguez 1966, 1976, 1978, 1980,

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Antofagasta. Casilla 1240, Antofagasta, Chile.

1982, 1985, Rodríguez & Zárate 1985 y Rodríguez et al. 1985, 1986.

Además, algunas expediciones extranjeras que han efectuado investigaciones en el área, aportan información sobre el fitoplancton, entre ellas Darwin 1839, Gunther 1936, Hendey 1937, Krasske 1941, Balech 1962, Sylva 1962 y Semina 1971.

En este estudio se dan a conocer los resultados obtenidos en cinco años de observación sobre la composición del fitoplancton proveniente de la bahía San Jorge, Antofagasta, en orden a lograr alguna idea sobre la sucesión de especies fitoplanctónicas. Además, se pretende establecer que la existencia de variación en composición experimentada por el fitoplancton está directamente relacionada con los cambios de temperatura superficial.

Por otra parte, es importante establecer las especies presentes durante las estaciones del año y conocer la variación cuantitativa mensual del fitoplancton en la bahía en términos de su densidad (cél/ml).

Además, con esta investigación se pretende aportar información sobre algunos aspectos de ecología del fitoplancton, especialmente en lo relativo a su evolución cualitativa y cuantitativa, como lo son cambios producidos en las poblaciones en el tiempo. Ningún estudio que considere ambos aspectos por tan largo tiempo ha sido realizado con anterioridad en la bahía, por lo que se habría dejado de lado la importancia que este tipo de investigación tiene para un adecuado conocimiento de la dinámica de los distintos niveles tróficos en el ecosistema pelágico. Finalmente se quiere aportar con información sobre el fenómeno de marea roja que ocurre en forma aperiódica en la bahía San Jorge.

Se debe mencionar que este estudio es limitado en su análisis, ya que contempla sólo lo relacionado con la temperatura superficial, debido a que no hay información suficiente sobre otras variables abióticas.

MATERIALES Y METODOS

En la bahía San Jorge se realizó una recolección de dos muestras diarias desde abril de 1981 a marzo de 1986, en una es-

tación fija en la costa ($23^{\circ}42'S$, $70^{\circ}26'W$), la que se indica en la figura 1. Las muestras fueron recolectadas a las 8,30 y 17,00 horas.

En la estación se midió diariamente la temperatura superficial con un termómetro de $0,1^{\circ}C$ de precisión. La muestra de agua superficial fue recolectada mediante un balde.

Cada muestra fue analizada para establecer su composición, determinándose las diferentes especies presentes en fresco. El análisis cualitativo del fitoplancton se efectuó utilizando el método de Müller-Melchers & Ferrando (1956) y la posterior determinación de las especies se realizó recurriendo a Whedon

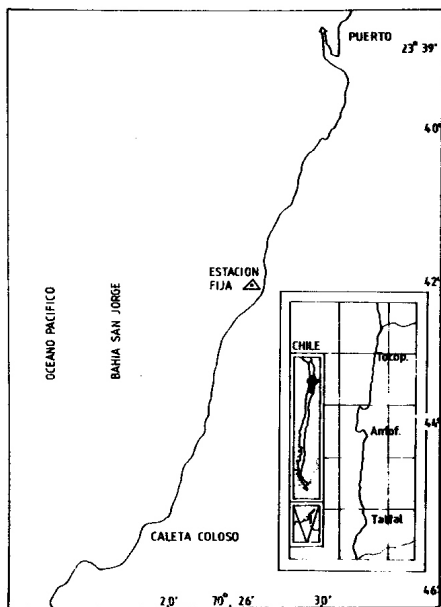


Fig. 1. Bahía San Jorge. Situación geográfica de la estación fija (Δ).

& Kofoid (1936), Wood (1954), Curl (1959), Hendey (1964), Avaria (1965), Rivera (1968, 1983, 1985a, 1985b), Saunders & Glenn (1969), Steidinger & Williams (1970), Semina (1971), Muñoz & Avaria (1980) y Rodríguez (1980).

Para el análisis cuantitativo se utilizó el método de Utermöhl (1958) que proporciona información sobre la abundancia y estado de sucesión de la comunidad fitoplanctónica.

De cada muestra se extrajo 10 ml y 25 ml que se traspasaron a cámaras tubulares, tras añadir 3 gotas de solución de Utermöhl, dejándose sedimentar por un tiempo mínimo de 24 horas. El recuento por especie se efectuó con ayuda de un ocular de faja, barriendo tres franjas del fondo de las cámaras.

El valor mensual (cél/ml) obtenido durante el período de estudio corresponde a la suma de los valores diarios divididos por el número de colectas mensuales realizadas; este procedimiento, bastante simple, no tiene pretensiones de ser exacto, pero cumple con la finalidad de entregar una idea en número de la variación en términos de células/ml experimentada por el fitoplancton.

La tabla 3 que presenta las especies y su variación estacional durante el período de estudio, indicando además dominancia de algunas especies, está basada en una escala arbitraria adoptada de Avaria (1971).

La temperatura superficial del mar presentada corresponde al promedio mensual para temperaturas máximas y mínimas obtenidas en las respectivas colectas diarias.

RESULTADOS

Durante el período de estudio fue determinado un total de 80 taxa entre diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados y protozoos ciliados (Tabla 1).

En el área, la temperatura superficial varió entre un valor máximo de 23.5°C y un valor mínimo de 13.9°C. La temperatura superficial durante el año 1981 presentó un rango de 15.0°C a 21.0°C, en 1982 fue de 14.7°C a 21.8°C, en 1983 entre 16.0°C a 23.5°C, en 1984 el rango fue entre 14.5°C a 22.6°C y en 1985

estuvo entre 13.9°C a 22.2°C; mientras que, para los tres primeros meses de 1986 fue de 17.5°C a 22.2°C respectivamente (Tabla 2).

Otoño

En el otoño de 1981 fueron determinadas 23 especies de dinoflagelados, 15 especies de diatomeas, 2 silicoflagelados y un protozoo ciliado. Las especies de dinoflagelados fueron las más abundantes, generándose un fenómeno de marea roja causado por *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin, con una concentración de 110 cél/ml y la temperatura superficial durante la estación presentó un promedio de 18.0°C y estuvo entre un rango de 15.9°C a 21.0°C.

Para la misma estación en 1982 se estableció un total de 10 especies de diatomeas, 6 dinoflagelados y un protozoo ciliado, siendo más abundante las diatomeas, con una temperatura superficial promedio de 17.5°C y un rango que osciló entre 14.7°C a 21.1°C. Durante esta estación se hizo presente en la bahía San Jorge, un fenómeno de marea roja causado por *Prorocentrum micans* Ehrenberg, en una concentración no determinada.

Durante el otoño de 1983 se determinó un total de 11 especies de diatomeas, 3 dinoflagelados y 2 silicoflagelados. La temperatura superficial promedio fue de 20.2°C y su rango estuvo entre 17.6°C y 23.5°C. Además, en la bahía se desarrolló un fenómeno de marea roja, causado por *Gymnodinium splendens* Lebour, que alcanzó una concentración de 617 cél/ml.

Para la estación en 1984 se determinó la presencia de 14 especies de diatomeas y 3 dinoflagelados, mientras la temperatura superficial promedio fue de 17.1°C y su rango estuvo entre 14.5°C y 20.5°C. Y el otoño de 1985 presentó un total de 16 especies de diatomeas, 11 dinoflagelados, 1 silicoflagelado y un protozoo ciliado, con una temperatura superficial promedio de 17.3°C y un rango entre 14.8°C y 20.3°C.

En general, el análisis de esta estación durante los cinco años de estudio, permite establecer que en tiempo existió un número menor de especies de dinoflagelados determinadas y que finalmente en 1985 su número se incrementó levemente. Por otra parte, el número de especies de diatomeas determinadas muestra un leve descenso y luego un incremento en los dos últimos años. Además, los silicoflagelados fueron escasamente representativos y su aparición fue variable durante el período

de estudio al igual que los protozoos ciliados.

Invierno

El invierno de 1981 presentó 3 especies de diatomeas, 3 dinoflagelados y un silicoflagelado, siendo la temperatura superficial promedio de 16.1°C con un rango entre 15.0°C y 17.6°C.

Durante la misma estación en 1982, se determinó 15 especies de diatomeas, 7 dinoflagelados y 2 silicoflagelados. Además, a fines de la estación se detectó por primera vez el inicio de un fenómeno de marea roja causado por dos especies de dinoflagelados: *P. micans* y *Gonyaulax catenella* Whedon & Kofoid, siendo la temperatura superficial promedio de 16.1°C, con un rango entre 14.7°C y 18.4°C.

En el invierno de 1983 se determinó un total de 17 especies de diatomeas y una sola especie de silicoflagelado, en una temperatura superficial promedio de 17.5 y un rango de 16.4°C y 18.5°C. Para la misma estación en 1984 fueron determinadas 17 especies de diatomeas y un dinoflagelado, alcanzando la temperatura superficial a un promedio de 15.3°C y a un rango entre 14.5 y 16.8°C.

Por último, durante el invierno de 1985 fueron determinadas 26 especies de diatomeas, 11 dinoflagelados y un silicoflagelado, siendo la temperatura superficial promedio de 15.3°C y su rango de 13.9°C a 16.7°C.

Durante el período de invierno correspondiente a este estudio se observó un constante y significativo incremento de las especies de diatomeas, en comparación con el segundo grupo de importancia del fitoplancton representado por los dinoflagelados y el escaso número de silicoflagelados. Durante esta estación no se observaron fenómenos de marea roja en la bahía.

Primavera

En la primavera de 1981 se determinó un total de 9 especies de diatomeas, 4 dinoflagelados y un protozoo ciliado. Estas especies se presentaron en la estación fija en un promedio de temperatura superficial de 18.0°C y un rango que osciló entre 15.3°C y 20.6°C.

En la misma estación durante 1982 se estableció la presencia de 8 especies de diatomeas y 5 dinoflagelados, siendo la

temperatura superficial promedio de 18.9°C y su rango de 16.4°C a 21.8°C. El fenómeno de marea roja que inicialmente se había detectado a fines de invierno se desarrolló, alcanzando concentraciones máximas para *P. micans* y *G. catenella* de 381 y 339 cél/ml respectivamente.

Durante la estación primaveral de 1983, las diatomeas alcanzaron a 16 especies y una sola especie de dinoflagelados, existiendo una temperatura superficial promedio de 17.9°C, con un rango entre 16.0°C a 20.1°C.

La primavera de 1984, mostró que las diatomeas estaban mayoritariamente presente con 20 especies, además de 2 dinoflagelados y un protozoo ciliado. El protozoo ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) Hamburger & Buddenbrock y *P. micans* constituyeron un fenómeno de marea roja, en concentración no determinada para la primera especie mencionada y la segunda con 91 cél/ml. La temperatura superficial promedio fue de 18.0°C, con un rango entre 15.3 y 20.9°C.

Finalmente, en la primavera de 1985 se determinó la presencia de 22 especies de diatomeas, 1 silicoflagelado y 9 dinoflagelados, siendo *P. micans* causante de una marea roja durante octubre, en una concentración de 241 cél/ml y la temperatura superficial promedio fue de 17.6°C, con un rango entre 15.0°C y 20.8°C.

Esta estación mostró un amplio dominio de las diatomeas y una escasa representación de dinoflagelados y protozoos ciliados, con ausencia de silicoflagelados, salvo una especie en 1985.

Verano

En el verano comprendido entre el 21 de diciembre de 1981 y el 21 de marzo de 1982 se determinó 8 especies de diatomeas y 8 dinoflagelados, presentándose durante esta estación una temperatura superficial promedio de 20.3°C, con un rango de 18.6 a 22.8 respectivamente.

El verano del año siguiente 1982-1983 se caracterizó por la presencia de 11 especies de diatomeas, 10 dinoflagelados y un silicoflagelado, en una temperatura superficial promedio de 21.8°C, con un rango de 20.3°C a 23.5°C.

Durante esta estación en 1983-1984 fueron determinadas 4 especies de diatomeas, 2 dinoflagelados y una especie de pro-

tozoo ciliado. La temperatura superficial promedio fue de 20.0°C, con un rango entre 18.4°C y 22.6°C. Para la misma estación en 1984-1985 se determinó un total de 10 especies de diatomeas, 2 dinoflagelados, 1 silicoflagelado y un protozoo ciliado. En diciembre y enero, *M. rubrum* en concentración no determinada conjuntamente con el dinoflagelado *P. micans* fueron causantes de un fenómeno de marea roja, esta última especie alcanzó una concentración máxima de 2.290 cél/ml, en una temperatura superficial promedio para la estación de 20.1°C y un rango entre 18.8°C y 22.2°C.

Finalmente, durante el verano 1985-1986 se determinó la presencia de 9 especies de diatomeas, 8 dinoflagelados y un silicoflagelado. Además, a fines de esta estación se presentó un fenómeno de marea roja causado por *P. micans*, en una concentración de 34 cél/ml. La temperatura superficial promedio para la estación fue de 20.0°C y su rango entre 17.5°C y 22.2°C (Tabla 3).

En los cinco años de estudio esta estación mostró que existe un dominio de las diatomeas sobre los dinoflagelados, hasta que en 1985-1986 se establece un equilibrio en número de especies presentes.

Este estudio permitió determinar para la bahía San Jorge un total de 43 especies de diatomeas, 34 dinoflagelados, 2 silicoflagelados y un protozoo ciliado.

Durante el período de estudio y mediante el análisis de las muestras sedimentadas se estableció que 13 especies de diatomeas estuvieron regularmente presente en el fitoplancton y ellas fueron: *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimen et Lewin, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Corethron criophilum* Castracane, *Chaetoceros peruvianus* Brightwell, *Eucampia zoodiacus* Ehrenberg, *Detonula pumila* (Castracane) Schütt, *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing, *Licmophora abbreviata* Agardh, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Nitzschia delicatissima* Cleve, *Nitzschia pseudoseriata* Hasle, *Rhizosolenia fragilissima* Bergon y *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve.

Entre los dinoflagelados estuvieron presentes preferentemente durante los cinco años, los siguientes: *Ceratium furca* Claparede & Lachmann, *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin, *Ceratium tripos* (O.F.Müller) Nitzsch, *Dinophysis caudata* Seville-Kent, *Gymnodinium splendens* Lebour, *Podolampas palmipes* Stein, *Prorocentrum micans* Ehrenberg,

Prorocentrum rostratum Stein, **Protoperidinium ovum** Schütt, **Protoperidinium pellucidum** (Schütt) Balech.

Durante este estudio las densidades fitoplanctónicas máximas y mínimas fueron de 425 a 0 cél/ml.

Las densidades máximas en los cinco años de estudio se determinaron para junio de 1981 con 128 cél/ml (otoño), en septiembre de 1982, 89 cél/ml (primavera), abril de 1983, 70 cél/ml (otoño), diciembre de 1984, 28 cél/ml (verano) y enero de 1985 con 425 cél/ml (verano), siendo este último el valor más alto obtenido durante el período de estudio.

Las densidades mínimas fueron determinadas en octubre-diciembre de 1981, enero de 1982, junio de 1983, enero, marzo y agosto de 1984, marzo de 1985 y en los tres primeros meses de 1986, el valor más bajo se obtuvo en marzo con 11 cél/ml (Tabla 4).

Finalmente, durante el desarrollo de este estudio se observó en la bahía San Jorge ocho fenómenos de marea roja, estableciéndose que un número similar de fenómenos ocurre en otoño y primavera y un menor número en verano. Los dinoflagelados son los principales causantes de estos fenómenos en el área, aun cuando algunos son producidos por el protozoo ciliado **Mesodinium rubrum**, que en las dos oportunidades que estuvo presente, fue reemplazado por **Prorocentrum micans**, siendo el segundo fenómeno de una densidad mayor, en el verano de 1984-1985 (Tabla 5).

La composición del fitoplancton, temperatura superficial, sucesión de especies, densidad mensual y fenómenos de marea roja, se encuentran representados en las correspondientes tablas.

DISCUSION

Las 80 especies determinadas en este trabajo han sido mayores en comparación a dos investigaciones desarrolladas con anterioridad en la bahía de Mejillones del Sur, que se encuentra próxima al área de estudio; sin embargo, su número corresponde a un valor intermedio si se compara con dos estudios más amplios efectuados en las aguas del norte de Chile (Rodríguez 1980, Rodríguez et al. 1986, Avaria et al. 1982, Avaria &

Muñoz 1983).

Además, Meyer (1970) estudiando un material recolectado en febrero y marzo de 1967, durante la expedición "Marchile V", que cubrió un área marítima entre Arica y Valparaíso, en sus estaciones más próximas a la costa, frente a Antofagasta, lugares relativamente cercanos a la bahía, determinó una menor cantidad de especies, las que fueron coincidentes con aquellas que han sido determinadas en este estudio.

Según Raymont (1963), la temperatura es en un amplio grado importante en determinar la composición de especies del fitoplancton y en muchas regiones templadas se tendería a una variación en la composición de especies dependiente del cambio de temperatura del agua durante el año; sin embargo, en la bahía San Jorge ésto no se observó en forma nítida, debido a que los cambios de temperatura son leves, por lo que la variación observada en composición se debería a una interrelación de factores de acuerdo a lo señalado por Smayda (1980). Además, en la bahía no existirían especies características de aguas frías y calientes de acuerdo a lo señalado para la bahía de Valparaíso por Avaria (1971).

Los valores máximos y mínimos de temperatura superficial durante el período de estudio no presentan una gran diferencia, por lo que no tendrían una marcada influencia sobre los distintos organismos de los grupos presentes, especialmente en las diatomeas, que son las que se encuentran mayoritariamente representadas, siendo esto último coincidente con lo señalado por Avaria (op. cit.) para la bahía de Valparaíso.

Los valores de temperatura superficial para la bahía San Jorge son bastante escasos y solamente se tienen algunos como los reportados por Kong et al. (1985) para enero, febrero y marzo de 1983, los cuales no pueden ser discutidos por no haberse obtenido los datos para los dos primeros meses y para marzo, los valores obtenidos fueron 23.5°C máxima y 21.7°C mínima; por lo que no habría sobrepasado los 25.0°C indicados por los autores antes mencionados. Además, durante ese mismo año, la temperatura superficial de invierno no sobrepasó los 18.5°C, por lo que no fue superior a los 18.5°C señalados por Kong et al. (op. cit.).

Por otra parte, para la bahía de Mejillones del Sur, situada relativamente cerca del área de estudio, se tienen datos de temperatura superficial desde junio a diciembre de 1983 y marzo-mayo de 1984, presentando un máximo en noviembre de

18.7°C (Rodríguez *et al. op. cit.*); mientras que en noviembre de ese mismo año la bahía San Jorge tuvo un rango entre 17.4°C y 18.9°C, por lo que los valores son casi semejantes. Por otra parte, se confirma la exactitud de las mediciones efectuadas en la estación fija al compararlas con las obtenidas en la bahía antes mencionada.

Para las temperaturas superficiales máxima y mínima obtenidas en el área durante el período de estudio y establecidas para marzo de 1983 y agosto de 1985, no existen datos comparables, por lo que no pueden ser discutidas e igualmente para los valores promedios y rangos logrados para cada una de las estaciones del año estudiadas durante cinco años.

Por último, dada su condición de bahía es factible realizar una comparación con otras bahías, que han sido intensamente estudiadas en la costa chilena, como Valparaíso y Concepción. La primera bahía presenta valores medios anuales máximos y mínimos de 13.2°C y 12.5°C (Pizaro 1973) y la segunda presentó una temperatura media mensual entre 12.1°C y 15.8°C (Rivera 1968); mientras que la bahía San Jorge no es coincidente por presentar una temperatura más elevada, con valores promedios máximos y mínimos anuales durante este estudio entre un rango de 16.4°C y 22.2°C. Además, se confirma que la temperatura superficial del agua de mar cerca de la costa no presenta grandes variaciones entre invierno y verano, de tal forma que lo que ocurre en la bahía sería semejante a lo señalado para las bahías de Valparaíso y Concepción por Avaria (1965) y Rivera (*op. cit.*).

Por otra parte, los leves cambios de temperatura superficial del agua de mar observados para las distintas estaciones durante los cinco años de estudio, han permitido establecer un cierto grado de preferencia de algunas especies por determinada temperatura sin la influencia de la estación del año.

En general, el fitoplancton de la bahía San Jorge sería característico de los mares templados al existir dominancia de las diatomeas sobre los demás grupos representados en la zona costera y es semejante a lo reportado por Avaria (1975) para la bahía de Valparaíso. Además, los florecimientos del fitoplancton ocurren principalmente en otoño y primavera, junto con algunos pulsos esporádicos en verano, siendo coincidentes en gran medida con lo que han señalado para la bahía de Valparaíso Avaria (*op. cit.*), Avaria & Orellana (1975) y Alvial & Avaria (1981, 1982).

Por otra parte, un análisis comparativo entre el fitoplanc-

ton de otoño y primavera de la bahía no muestra diferencias notables, existiendo cierta similitud en la composición específica en ambos, cambio en las especies dominantes y una leve superioridad en los valores de densidad celular, lo cual es coincidente con lo señalado por Avaria & Muñoz (1983) para el área entre Arica y Chañaral.

Durante el otoño de 1981, se presentó una dominancia de dinoflagelados en densidad y número de especies, confirmándose lo señalado para esa estación y año por Avaria & Muñoz (*op. cit.*), en cuanto a que los dinoflagelados constituyeron más del 85% del fitoplancton entre la costa y las 100 millas mar afuera; lo que estaría indicando además una etapa avanzada de la sucesión fitoplanctónica o bien la influencia de condiciones oceanográficas anómalas en el área.

A mediados de 1982, se estableció en el área la presencia de un fenómeno "El Niño" que fue calificado como uno de los más severos de este siglo por Vásquez & Castillo (1983). Durante este período existió un equilibrio entre el número de especies de diatomeas y dinoflagelados en la estación fija; sin embargo, casi al finalizar el fenómeno, mediados de 1983, se observó la ausencia de dinoflagelados y dominio absoluto de las diatomeas, confirmándose aunque tardíamente lo señalado por Avaria (1984) para diciembre de 1982 sobre la existencia de una franja desde la costa hasta 2 ó 3 millas mar afuera frente a Antofagasta, que presentó dominio de diatomeas.

La existencia de este desequilibrio tardío de la composición fitoplanctónica podría estar indicando que la comunidad muestreada muy cerca de la costa no podría ser usada para predecir este tipo de fenómeno, ya que reacciona muy lentamente a los cambios, ésto confirma y coincide con lo señalado en el Boletín ERFEN Nº 4, en donde se indica que las muestras deben ser recolectadas más allá de las 5 millas de la costa.

En general, el fitoplancton de la bahía San Jorge presenta una variación en cuanto a composición de especies muy semejante a la establecida por Avaria (1971) para la bahía de Valparaíso y el fitoplancton de primavera presenta en forma más marcada aquellas características descritas para los centros de surgencia por Margalef y reportadas por Alvial & Avaria (1982).

Según Avaria & Muñoz (*op. cit.*) existen tres masas de agua en la zona norte, de ellas la masa ecuatorial subsuperficial muy cercana a la costa estaría asociada a procesos de surgencia (Rodríguez *et al. op. cit.*) y mostraría de acuerdo a los

resultados un mayor valor porcentual (60%) entre Arica y Antofagasta, ésto refuerza lo establecido, en cuanto a que las características de la composición de la comunidad fitoplanctónica corresponde a las reconocidas para las áreas de surgencia, por lo que sus fluctuaciones y florecimientos se deberían especialmente a estos procesos que se presentan en forma variable durante el otoño, primavera y parte del verano. Además, Avaria *et al.* (op. cit.) y Avaria & Muñoz (op. cit.) asocian la dominancia de diatomeas y las máximas concentraciones de fitoplancton a aguas ecuatoriales subsuperficiales y las concentraciones menores, junto con la dominancia de dinoflagelados y otros a aguas subtropicales, lo que confirma nuevamente lo antes indicado.

Avaria *et al.* (op. cit.) señalan para diciembre de 1981, que la estructura poblacional del fitoplancton en base a las diatomeas cambia de Antofagasta al sur, al hacerse presente *Nitzschia pseudoseriata* Hasle y otras especies, lo que ha sido confirmado para ese período en el presente estudio.

La presencia de nanoplancton fue muy escasa en las muestras analizadas, lo que confirma lo señalado por Avaria *et al.* (op. cit.) referente a que el nanoplancton carece de importancia en la zona. Además, las especies grandes y pequeñas, junto con su secuencia en el tiempo son coincidentes con lo reportado para Valparaíso por Avaria (1975).

La comunidad fitoplanctónica de otoño-invierno es pobre en cantidad pero con gran variedad de especies; mientras que la de primavera-verano es muy abundante y de escasa variedad, lo que coincide con lo señalado por Avaria (op. cit.) para la bahía de Valparaíso.

Los períodos de máxima abundancia de fitoplancton no son coincidentes exactamente con los máximos reportados por Avaria (1971) para la bahía de Valparaíso. Un primer período de pobreza corto que ocurre de enero a marzo, con un característico estado de recuperación otoñal que se presenta en abril hasta terminar en junio, es sólo coincidente en una primera parte con lo señalado por Avaria (op. cit.) para la bahía de Valparaíso.

Un segundo período más largo de pobreza fitoplanctónica y propio del invierno coincide en alguna medida con lo reportado por Avaria (op. cit.).

La máxima densidad celular determinada en la bahía San

Jorge, es inferior a la señalada por Avaria (op. cit.) para la bahía de Valparaíso y es superior a la reportada por Rodríguez et al. (op. cit.) para la bahía de Mejillones del Sur.

Finalmente, los pulsos fitoplanctónicos observados durante el otoño, primavera y algunas veces en verano son variables y se presentan unos con mayor intensidad que otros, finalizando con la presencia de fenómenos de marea roja en el área, que representan por una parte el término de la sucesión fitoplanctónica (Raymont op. cit.) y por otra mucho más importante a un buen indicador biológico de la ocurrencia de fenómenos de surgencia en el área. Una especie constituyente de dos de los ocho fenómenos de marea roja observados fue **Mesodinium rubrum** que ha sido señalado por Avaria & Muñoz (op. cit.) como un organismo que se desarrolla en el límite entre las aguas surgentes y aguas más oligotróficas, además, es propia de aguas turbulentas con una velocidad de natación que supera 5 veces la velocidad de natación de los dinoflagelados, lo cual confirmaría la existencia de fenómenos de surgencia con distinta fuerza dentro de la bahía San Jorge. Los otros fenómenos de marea roja constituidos por dinoflagelados confirmarían también la existencia de fenómenos de surgencia probablemente con menor intensidad, ya que según Blasco (1975) deben considerarse como componentes normales de estos ecosistemas.

CONCLUSIONES

Este estudio desarrollado en la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile, entre abril de 1981 y marzo de 1986 ha permitido obtener información cualitativa y cuantitativa sobre el fitoplancton y la temperatura superficial.

En el fitoplancton se determinaron 80 taxa entre diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados y protozoos ciliados.

La temperatura superficial osciló entre un mínimo de 13.9°C y un máximo de 23.5°C; siendo la temperatura superficial de la bahía San Jorge más elevada que la de las bahías de Valparaíso y Concepción.

Se establece que la sucesión estacional de las especies presentes depende en cierto grado de los cambios de temperatura superficial que son leves, por lo que se prevee la participación de otros factores. Algunas especies tienen cierta

preferencia por determinada temperatura, sin la influencia de las estaciones del año.

El fitoplancton es característico de los mares templados por presentar dominio de las diatomeas y las características de la composición de la comunidad fitoplanctónica corresponde a la reconocida para las áreas de surgencia.

Este fitoplancton costero no experimentó variación en composición durante El Niño 1982-1983, por estar la estación fija dentro de las 2 a 3 millas en que el fitoplancton no habría sufrido ninguna variación.

La densidad fitoplanctónica mostró una variación de hasta 425 cél/ml.

Durante este estudio se observó la presencia de 8 fenómenos de marea roja, que se presentaron principalmente en otoño, primavera y ocasionalmente en verano. Los fenómenos de marea roja representan el término de la sucesión fitoplanctónica y son buenos indicadores biológicos de la ocurrencia de surgencia dentro de la bahía San Jorge.

AGRADECIMIENTOS. Deseo agradecer al Ayudante Técnico Sr. Exequiel Lillo A. del Instituto de Investigaciones Oceanológicas por la recolección de las muestras y los datos de temperatura que aportó al trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alvial, A. & S. Avaria. 1981. Proliferación de primavera del fitoplancton en la bahía de Valparaíso. I. Condiciones meteorológicas y oceanográficas. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 17 (2): 197-227.
- Alvial, A. & S. Avaria. 1982. Proliferación de primavera del fitoplancton en la bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 18 (1): 1-56.
- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 12 (1-3): 61-119.
- Avaria, S. 1971. Variaciones mensuales del fitoplancton de la bahía de Valparaíso, entre julio de 1963 y julio de 1966. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 14 (3): 15-43.

- Avaria, S. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. II. Fitoplancton 1970-1971. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 15 (2): 131-148.
- Avaria, S. & E. Orellana. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. III. Fitoplancton 1972-1973. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 15 (3): 207-226.
- Avaria, S., Muñoz, P. & E. Uribe. 1982. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1980 (Operación Oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar, Comité Oceanográfico Nacional*, 6: 5-36.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1983. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en mayo de 1981 (Operación Oceanográfica MARCHILE XII-ERFEN III). *Ciencia y Tecnología del Mar, Comité Oceanográfico Nacional*, 7: 109-140.
- Avaria, S. 1984. Cambios en la composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile durante el fenómeno de El Niño 1982-1983. *Pacífico Sur*, 15: 303-309.
- Avaria, S. & A. Alvial. 1985. La investigación ecológica del fitoplancton marino de Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 21 (1): 61-106.
- Balech, E. 1962. Tintinnoidea y dinoflagellata del Pacífico, según material de las expediciones NORPAC y DOWNWIND del Instituto Scripps de Oceanografía. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales. Ciencias Zoológicas*, 7 (1): 1-253.
- Blasco, D. 1975. Red tides in the upwelling regions. En: *Proceeding of the First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*. November 1974, Boston, Massachusetts (editor) U.R. LoCicero, Massachusetts Science and Technology Foundation, Wakefield, Massachusetts. 113-119 pp.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. 1983. Estudio Regional del Fenómeno El Niño Pacífico Sur Este. *Boletín Nº 4*, julio, 1-26.
- Curl, H. 1959. The phytoplankton of Apalachee bay and the north-eastern gulf of Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science. University of Texas*, 6: 277-320.
- Darwin, C. 1939. *Journal of researches into the geology and natural history of the various countries visited by H.M.S. "Beagle" under the command of captain Fitzroy, Royal Navy from 1882*. Henry Colburn. London 615 p.
- Gunther, E.R. 1936. A report on Oceanographical investigations in the Peru coastal current. *Discovery Report*, 13: 109-275.

- Hendey, I. 1937. The plankton diatoms of the Southern Seas. *Discovery Reports*, **16**: 151-364.
- Hendey, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms) Investigations. London, **4**: 1-317.
- Kong, I., Iomicic, J. & J. Zegers. 1985. Ictiofauna asociada al fenómeno El Niño 1982-1983 en la zona norte de Chile. *Investigación Pesquera (Chile)*, **32**: 215-224.
- Krasske, G. 1941. Die Kieselalgen des Chilenischen Küstensplanktons. *Archiv für Hydrobiologie*, **38**: 260-287.
- Meyer, R.M. 1970. Algunas observaciones sobre las muestras de fitoplancton recolectadas en la Operación Oceanográfica "MARCHILE V". Febrero-marzo 1967. *Investigaciones Marinas*, **1** (4): 71-92.
- Müller-Melchers, F.C. & H. Ferrando. 1956. Técnica para el estudio de las diatomeas. *Boletim do Instituto Oceanográfico, Sao Paulo*, **7** (1-2): 151-160.
- Muñoz, P. 1985. Revisión taxonómica de los dinoflagelados de Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, **21** (1): 31-60.
- Muñoz, P. & S. Avaria. 1980. Estudio taxonómico de los dinoflagelados teca-dos de la bahía de Valparaíso. I. Género *Ceratium*. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, **17** (1): 1-42.
- Orellana, E. 1971. Sistemática (dinoflagellatae) y distribución del fitoplancton marino en un área del Pacífico sudoriental (Operación Oceanográfica "MARCHILE VII" marzo 1968). Memoria presentada para optar al grado de licenciado en Filosofía y Educación y al título de Profesor de Biología.
- Pizarro, M. 1973. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. I. la temperatura superficial y la radiación solar. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, **15** (1): 77-105.
- Ramírez, B. 1985. Estado actual de los estudios sobre pigmentos vegetales marinos y producción en Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, **21** (1): 107-149.
- Raymont, J.E.G. 1963. Plankton and productivity in the oceans. The Mac Millan Company, 660 p.
- Rivera, P. 1968. Sinopsis de las diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. *Gayana, Botánica*, **18**: 1-112.

- Rivera, P. 1983. A guide for references and distribution for the class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica, Band, 3: 1-386.
- Rivera, P. 1985a. Diatomeas y silicoflagelados: investigaciones taxonómicas realizadas en Chile y problemas existentes. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 21 (1): 9-30.
- Rivera, P. 1985b. Las especies del género *Nitzschia* Hassall, sección *pseudonitzschia* (Bacillariophyceae), en las aguas marinas chilenas. Gayana, Botánica, 42 (3-4): 9-38.
- Rodríguez, L. 1966. Primera cita de las especies componentes del "Huirihue" o marea roja. Estudios Oceanológicos, 2: 91-93.
- Rodríguez, L. 1976. "Marea roja" en el norte de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 243-244: 6-8.
- Rodríguez, L. 1978. "Marea roja" en la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 266: 6-8.
- Rodríguez, L. 1980. Fitoplancton de la bahía de Mejillones del Sur (1966-1967). In litteris.
- Rodríguez, L. 1982. Análisis fitoplanctónico de biodeposiciones de *Tagelus* (*Tagelus*) *dombeii* Lamarck y de los sedimentos recientes en que vive. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 308-309: 4-8.
- Rodríguez, L. 1985. Revisión del fenómeno de marea roja en Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 21 (1): 173-197.
- Rodríguez, L. & O. Zárate. 1985. Nuevas observaciones sobre "mareas rojas" en la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Estudios Oceanológicos, 4: 81-85.
- Rodríguez, L., Zárate, O. & E. Oyarce. 1985. "Marea roja" en la bahía San Jorge, Antofagasta durante septiembre y octubre de 1982. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 21 (2): 273-294.
- Rodríguez, L., Zárate, O. & E. Oyarce. 1986. Producción primaria del fitoplancton y su relación con la temperatura, oxígeno, nutrientes y salinidad en la bahía de Mejillones de Sur. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 22 (1): 75-96.
- Saunders, R. & D. Glenn. 1969. Diatoms. Memoirs of the Hourglass Cruises. Florida Department of Natural Resources. Marine Research Laboratory, 1 (3): 1-119.
- Semina, H.J. 1971. Distribution of plankton in the southeastern pacific. Transactions Institute Oceanology URSS, 89: 43-59.

- Smayda, I. 1980. Phytoplankton species succession. En Morris, I. (editor). The phycological ecology of phytoplankton. Blackwell Scientific Publications. London, 7: 493-570.
- Steidinger, R. & J. Williams. 1970. Dinoflagellates. Memoirs of the hourglass cruises. Florida Department of Natural Resources. Marine Research Laboratory, 2: 1-251.
- Sylva, de P.D. 1962. Red water blooms of northern Chile, April-May 1956, with reference to the ecology of the swordfish and the stripped marlin. Pacific Science, 16 (3): 271-279.
- Uribe, E. 1985. Indicadores biológicos en el fitoplancton marino. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 21 (1): 151-172.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung limnologie, 9: 1-38.
- Vásquez, P. & B. Castillo. 1983. Condiciones térmicas del mar frente a Paíta, Perú (enero a mayo 1983). Boletín ERFEN, 4: 23-26.
- Whedon, F. & C. Kofoed. 1936. Dinoflagellata of the San Francisco Region. I. On the skeletal morphology of two new species, *Gonyaulax catenella* and *G. acatenella*. University of California Publications in Zoology, 41 (4): 25-34.
- Wood, F. 1954. Dinoflagellates in the australian region. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 5 (2): 171-351.

TABLA 1. Especies determinadas en muestras de fitoplancton recolectadas en la bahía San Jorge, Antofagasta.

DIATOMEAS

Achnanthes longipes Agardh
Asterionella glacialis Castracane
Chaetoceros affinis Lauder
Chaetoceros compressus Lauder
Chaetoceros curvisetus Cleve
Chaetoceros danicus Cleve
Chaetoceros debilis Cleve
Chaetoceros didymus Ehrenberg
Chaetoceros laciniosus Schütt
Chaetoceros lorenzianus Grunow
Chaetoceros peruvianus Brightwell
Chaetoceros teres Cleve
Chaetoceros tortissimus Gran
Chaetoceros vistulae Apstein
Corethron criophilum Castracane
Coscinodiscus centralis Ehrenberg
Coscinodiscus perforatus Ehrenberg
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimen et Lewin
Detonula pumila (Castracane) Schütt
Eucampia cornuta (Cleve) Grunow
Eucampia zoodiacus Ehrenberg
Grammatophora angulosa Ehrenberg
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing
Grammatophora serpentina (Ralfs) Ehrenberg
Leptocylindrus danicus Cleve
Licmophora abbreviata Agardh
Nitzschia delicatissima Cleve
Nitzschia longissima (Brébisson) Grunow
Nitzschia pseudoseriata Hasle
Planktoniella sol (Wallich) Schütt
Pleurosigma normanii Ralfs
Rhizosolenia alata Brightwell
Rhizosolenia fragilissima Bergon
Rhizosolenia imbricata Brightwell
Rhizosolenia hebetata l. *semispina* (Heusen) Gran
Rhizosolenia stolterfothii Peragallo
Rhizosolenia styliformis Brightwell
Skeletonema costatum (Greville) Cleve

TABLA 1. (continuación)

Stephanopyxis turris (Greville et Arnott) Ralfs
Thalassiosira aestivalis Gran et Angst
Thalassiosira decipiens (Grunow) Jörgensen
Thalassiothoix frauenfeldii Grunow

DINOFLAGELADOS

Ceratium azoricum Cleve
Ceratium furca Claparede & Lachmann
Ceratium furca var. *berghii* Lemmermann
Ceratium furca var. *eugrammum* (Ehrenberg) Jörgensen
Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin
Ceratium macroceros (Ehrenberg) Cleve
Ceratium tripos (O.F. Müller) Nitzsch
Ceratium tripos var. *ponticum* Jörgensen
Dinophysis acuta Ehrenberg
Dinophysis caudata Seville-Kent
Dinophysis ovum Schütt
Diplopsalis lenticula Bergh
Diplopsalis minor (Paulsen) Silva
Gonyaulax catenella Whedon & Kofoid
Gonyaulax polygramma Stein
Gonyaulax scrippsae Kofoid
Gymnodinium splendens Lebour
Oxytoxum scolopax Stein
Podolampas bipes Stein
Podolampas palmipes Stein
Prorocentrum spinifera (Lohmann) Schiller
Prorocentrum micans Ehrenberg
Prorocentrum rostratum Stein
Prorocentrum schilleri Bohm
Protoperidinium depressum Bailey
Protoperidinium divergens Ehrenberg
Protoperidinium hirobis Abé
Protoperidinium oblongum (Aurivillius) Cleve
Protoperidinium ovatum (Pouchet) Schütt
Protoperidinium ovum Schütt
Protoperidinium pedunculatum Schütt
Protoperidinium pellucidum (Schütt) Balech
Protoperidinium pentagonum Gran
Pyrocystis lunula Schütt

TABLA 1. (continuación)

SILICOFLAGELADOS

Dictyocha fibula Ehrenberg*Dictyocha octonaria* Ehrenberg

PROTOZOO CILIADO

Mesodinium rubrum (Lohmann) Hamburger & Buddenbrock

TABLA 2. Variación de la temperatura superficial del agua en la estación fija.

AÑO	1981		1982		1983		1984		1985		1986	
MES	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
E	-	-	19.6	22.8	-	-	20.5	22.6	19.6	22.2	19.1	22.2
F	-	-	-	-	-	-	19.4	19.9	-	-	-	-
M	19.6	21.0	19.1	21.1	21.7	23.5	19.0	20.5	18.8	20.3	17.5	22.2
A	17.9	18.7	17.5	18.8	20.4	21.5	17.2	19.0	17.4	19.0	-	-
M	16.5	18.1	16.8	17.8	19.0	19.8	15.3	16.1	15.5	17.1	-	-
J	15.9	16.8	14.7	16.0	17.6	18.5	14.5	15.4	14.8	15.8	-	-
J	15.3	16.5	15.1	16.4	17.1	18.1	14.5	15.5	14.8	15.7	-	-
A	15.0	16.7	15.4	16.9	16.6	18.1	14.7	16.0	13.9	15.8	-	-
S	15.3	17.6	16.4	18.4	16.4	18.0	15.3	16.8	15.0	16.7	-	-
O	16.7	19.0	17.2	18.2	16.0	18.4	16.4	18.4	16.0	18.0	-	-
N	17.6	18.9	18.6	20.8	17.4	18.9	17.7	19.8	17.1	19.3	-	-
D	18.6	20.6	20.3	21.8	18.4	20.1	18.9	20.9	18.5	20.8	-	-

ausencia = -

TABLA 3. Sucesión de especies del fitoplancton en la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile (1981-1986).

T °C	18	16,1	18	20,3
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1981-1982)
<u>DIATOMEAS</u>				
L. danicus	M. pseudoseriata	M. pseudoseriata(+)	M. pseudoseriata(+)	C. closterium
E. zooidiacus	R. hebetata forma semispina	C. closterium	L. danicus	M. pseudoseriata
L. abbreviata	C. vistulae	L. danicus	S. costatum	D. pusilla
R. fragilissima	G. angulosa		L. abbreviata	L. abbreviata
R. imbricata	C. closterium		A. longipes	E. zooidiacus
D. pusilla	M. longissima		E. zooidiacus	M. delicatissima
P. sol	S. costatum		R. fragilissima	L. danicus
	T. frauenfeldii		M. delicatissima	S. costatum
			C. closterium	
<u>DINOFAGELADOS</u>				
C. fusus (+)	C. tripos	C. fusus	C. fusus	P. micans(+)
D. caudata	C. tripos var. ponticum	P. micans	C. furca var. berghii	C. furca
P. pedunculatum	D. ovum	P. rostratum	P. micans	C. furca var. engranum
C. furca	P. palmeipes		P. rostratum	C. fusus
P. schilleri	C. azoricum			P. palmeipes
G. scrippsae	D. scolopax			C. tripos
P. micans	C. macroceros			D. caudata
P. pentagonum	P. hirobis			G. splendens
G. poligramma	P. bipes			
P. rostratum	P. orbicularis			
P. divergens	P. oblongum			
	P. lunula			
<u>SILICOFAGELADOS</u>				
D. fibula				
O. octonaria				
<u>PROTÓZOO CILIADO</u>				
M. rubrum			M. rubrum	* Marea Roja (-) Especie dominante

21.8
VERAMO (

M. pseudoseriata (+)
C. danicus
C. closterium
L. abbreviata
R. alata
N. longissima
R. fragilisissima
C. laciniosus
S. costatus
C. curvisetus
R. styliformis

P. micans
P. rostratus
C. pentagonum
D. caudata
C. furca
D. ovus
O. scolopax
P. bipes
O. fibula
C. azoricum
C. fuscus

→ Marea Roja
(+) Especie dominante

TABLA 3. (continuación)

T °C	20.2	17.5	17.9	20
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1983-1984)
<u>DIATOMEAS</u>				
R. fragilissima			L. danicus (+)	L. abbreviata (+)
L. abbreviata	L. abbreviata	M. delicatissima	M. delicatissima (+)	G. closterium (+)
G. closterium	G. closterium	A. glacialis	C. closterium	C. curvisetus
R. alata	G. marina	E. zoodiacus	A. glacialis	C. criophilum (+)
D. pumila	P. pumila (+)	I. aestivalis	R. stouterfothii	M. longissima
P. normanii	R. stouterfothii	S. costatus	L. abbreviata	
S. costatus	L. danicus		S. costatus	
C. curvisetus	C. curvisetus		E. zoodiacus (+)	
A. glacialis (+)	C. peruvianus		C. lasciniosus	
L. danicus	R. fragilissima		C. curvisetus	
N. pseudoseriata	R. imbricata		N. pseudoseriata	
	C. affinis		R. fragilissima	
	C. didymus			
<u>DINOFAGELADOS</u>				
P. micans			D. ovum	C. furca
G. splendens * (+)				P. micans
D. ovum				
<u>SILICOFAGELADOS</u>				
D. fibula				
D. octonaria	D. octonaria			
<u>PROTOZOOS CILIADOS</u>				
				M. rubrum
				* Marea Roja
				(+) Especie dominante.

17.1

T °C	17.1	15.3	18	20.1
	OÑO	INVERNO	PRIMAVERA	VERANO (1984-1985)
DIATOMEAS				
	C. criophilum (+) L. abbreviata (+) G. closterium (-) S. costatum (+) G. marina I. decipiens G. tortissimus C. peruvianus C. affinis C. curvisetus D. pusilla	M. delicatissima R. stouterfothii M. delicatissima R. fragilissima L. danicus M. pseudoseriata R. iabricata S. costatum D. pusilla G. marina L. abbreviata (+) C. peruvianus	C. criophilum L. abbreviata C. closterium S. costatum (+) E. cornuta T. aestivalis M. pseudoseriata (+) C. curvisetus M. delicatissima D. pusilla L. danicus (+) C. affinis	C. closterium D. pusilla L. danicus M. pseudoseriata E. zoodiacus M. delicatissima S. costatum (+) L. abbreviata R. fragilissima (+) C. curvisetus (+)
DINOFLAGELADOS	G. furca P. bipes P. spinigera	P. pellucidus	D. ovum P. micans * (+)	P. divergens P. micans * (+)
SILICOFLAGELADOS				D. fibula
ZOOCLADO			M. rubrum * (+)	M. rubrum * (+)

* Marea Roja

(+) Especie dominante

TABLA 3. (continuación)

T °C

17.3

15.3

17.6

20

OTOÑO

INVIERNO

PRIMAVERA

VERANO (1985-1986)

DIATOMEAS

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1985-1986)
R. fragilissima	R. imbricata (+)	L. danicus (+)	D. pusilla	M. delicatissima (+)
C. curviretus	C. teres (+)	M. longissima	G. marina	L. abbreviata
D. pusilla	G. marina	N. pseudoseriata	E. zoedicus	G. marina
R. styliformis	C. centralis	R. alata	R. stouterfothii (+)	C. closterium
L. danicus (+)		R. imbricata	R. styliformis	D. pusilla (+)
M. longissima		M. delicatissima (+)	C. laciniosus	C. lorenzianus
C. peruvianus		L. abbreviata	G. angulosa	C. teres
E. zoediacus (+)		C. closterium	C. turris	C. peruvianus
M. delicatissima (+)		R. fragilissima	C. peruvianus	E. zoediacus
N. pseudoseriata		C. centralis	I. aestivalis	C. centralis
L. abbreviata		C. perforatus	C. lorenzianus	R. stouterfothii (+)
I. frauenfeldii		C. compressus	C. affinis	C. didymus
		C. criophilum	C. didymus	R. fragilissima

DINOFRAGELADOS

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1985-1986)
D. caudata	P. depressum	C. fusus	D. ovum	C. fusus
P. micans (+)	C. fusus	C. furca	P. lunula	C. furca
D. ovum		C. tripos		C. tripos
P. pellucidum		D. lenticula		D. lenticula
C. furca		P. divergens		P. divergens
D. lenticula		D. caudata		D. caudata
C. tripos		P. bipes		P. pellucidum
D. minor		P. pellucidum		P. micans * (+)
P. bipes		P. micans		D. ovum
				P. lunula

SILICOFAGELADOS

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1985-1986)
D. fibula	D. fibula		D. fibula	D. fibula

PROTOZOOS CILIADOS

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO (1985-1986)
M. rubrum				

* Marea Roja

(*) Especie dominante

* Marea Roja

(+): Especie dominante

TABLA 4. Variación mensual de la densidad del fitoplancton en la estación fija (1981-1986) expresada en cél/ml.

MES	AÑO					
	1981	1982	1983	1984	1985	1986
E	-	0	5	0	425	17
F	-	-	-	-	-	-
M	-	6	8	0	0	11
A	26	3	70	24	21	-
M	46	25	13	7	18	-
J	128	51	0	0	11	-
J	-	17	18	19	9	-
A	22	19	12	0	15	-
S	12	89	15	19	5	-
O	4	19	11	10	11	-
N	15	9	7	24	15	-
D	4	9	16	28	35	-

Ausencia = -

TABLA 5. Mareas rojas en la bahía San Jorge, Antofagasta (1981-1986).

AÑO	ESTACION (mes)	ESPECIE (S)	(cél/ml)
1981	OTOÑO Mayo	<i>C. fusus</i>	110
1982	OTOÑO Abril	<i>P. micans</i>	-
	PRIMAVERA Sept.-Oct.	<i>P. micans</i> <i>G. catenella</i>	381 339
1983	OTOÑO Abril	<i>G. splendens</i>	617
1984	PRIMAVERA Septiembre	<i>M. rubrum</i> <i>P. micans</i>	- 91

TABLA 5. (continuación)

AÑO	ESTACION (mes)	ESPECIE (S)	(cél/ml)
1984-1985	VERANO	<i>M. rubrum</i>	-
	Dic.-Enero	<i>P. micans</i>	2.290
1985	PRIMAVERA Octubre	<i>P. micans</i>	241
1985-1986	VERANO Marzo	<i>P. micans</i>	34

No determinada = -