

Características físicas y químicas y fitoplancton de las lagunas costeras, Encañizada, Tancada y Buda (Delta del Ebro)

FRANCISCO A. COMÍN

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras están influidas a la vez por aguas marinas y continentales, lo cual les confiere características peculiares dentro del conjunto de ecosistemas acuáticos (EMERY *et al.*, 1963; REMANE & SCHLIEPER, 1971). Constituyen además áreas de recursos alimenticios importantísimos (PILLAY, 1967 a, b). Y su distribución se extiende a las costas de los cinco continentes (KING, 1972). Estas son algunas de las razones de carácter general por las cuales existe un interés tan grande en el estudio de dichas lagunas, prueba de lo cual es la celebración en breve plazo de tiempo de dos simposios internacionales dedicados a este tema (AYALA-CASTAÑARES & PHLEGER, 1969; LASSERRE & POSTMA, 1982).

Sobre fitoplancton de lagunas costeras existe una abundante bibliografía, principalmente referente a lagunas italianas (MARCHESONI, 1954; SOLAZZI *et al.*, 1972; VOLVOTOLINA, 1975; TOLOMIO, 1976), y del litoral estadounidense y mexicano de los océanos Atlántico y Pacífico (RILEY, 1941; RYTHER, 1954; LEVANDOWSKY, 1972; GÓMEZ-AGUIRRE *et al.*,

1974; GILMARTIN & REVELANTE, 1978). Algunos artículos destacan repetidamente como aspectos más interesantes y en contraste con otros ecosistemas acuáticos, la relación de la dinámica, estructura y composición de las poblaciones con la inestabilidad física y química de las lagunas (KETCHUM, 1954; HULBURT, 1963; LACKEY, 1967; RILEY, 1967; MARGALEF, 1969).

En las lagunas costeras del Delta del Ebro se han realizado estudios sobre aspectos diversos en los últimos años (MALDONADO, 1972; CHINCHILLA & COMÍN, 1977; DEMESTRE *et al.*, 1977; FERRER & COMÍN, 1979). La influencia humana sobre los ecosistemas naturales del Delta del Ebro ha aumentado en las últimas décadas como consecuencia de usos agrícolas, turísticos, cinegéticos y pesqueros, principalmente, a la vez que crecía la colmatación de las lagunas. Todo ello ha conducido a cambios muy acusados de las comunidades de organismos, como la reducción del cubrimiento de los macrófitos sumergidos en la laguna la Encañizada (COMÍN & FERRER, 1979), y la disminución de las capturas de pesca en todas las lagunas

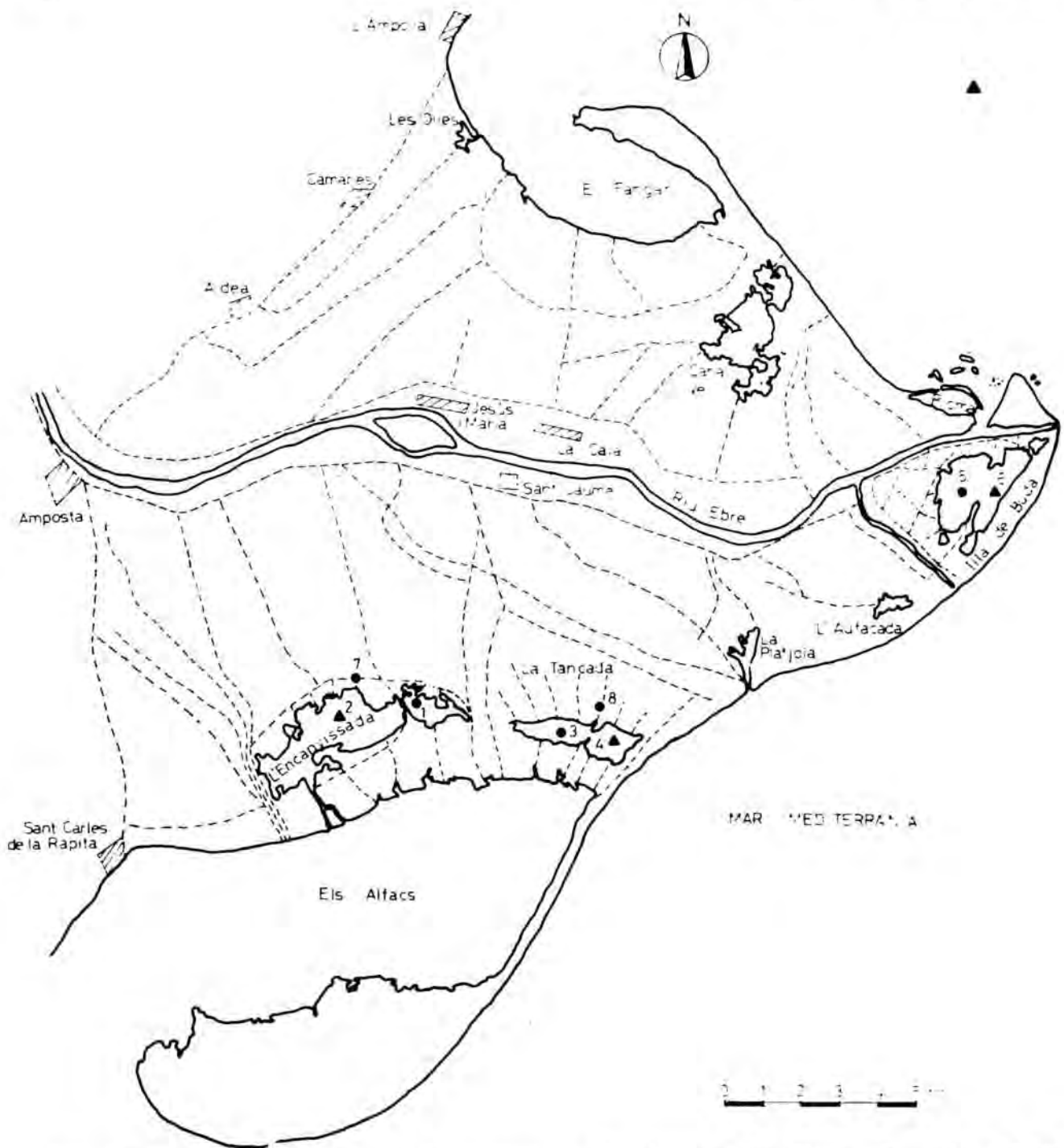


FIG. 1. Situación de las estaciones de muestreo en las lagunas Encañizada, Tancada y Buda del Delta del Ebro y red principal de canales de riego y de desagüe. - The Ebro delta showing the situation of the sampling stations and the network of irrigation channels.

en general (DEMESTRE *et al.*, 1977).

Este artículo forma parte del trabajo desarrollado por el autor como base de su tesis doctoral (COMÍN, 1981). Describe las relaciones del fitoplancton con las características físicas y químicas en las lagunas Encañizada, Tancada y Buda. Se complementa con otro artículo en el que se comparan detalladamente la com-

posición específica del fitoplancton y su sucesión estacional en las tres lagunas mencionadas (COMÍN, 1982).

ÁREA DE ESTUDIO

El Delta del Ebro tiene una extensión de 320 km² aproximadamente, de los cua-

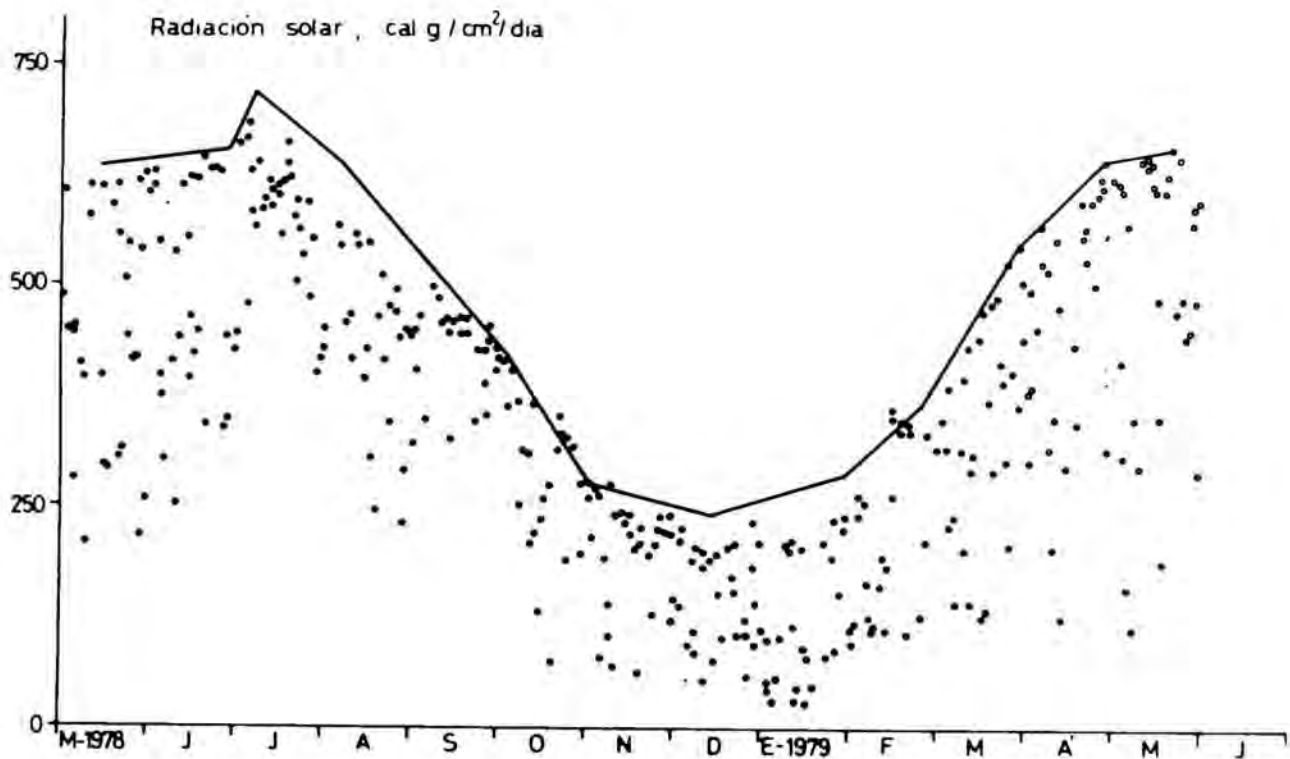


FIG. 2. Valores diarios de la energía solar total incidente en la superficie de las lagunas. La línea continua une los valores máximos de cada mes. - Daily values of the total solar radiation in the surface of the lagoons. The continuous line unites maximum values of every month.

les el 25 % están ocupados por lagunas costeras, salinas, marismas, dunas, playas y brazos del río, que constituyen a lo largo de la franja litoral del Delta un sistema típico de zonas húmedas. Las tres lagunas estudiadas, Encañizada, Tancada y Buda, están situadas en la mitad sur del Delta (fig. 1).

La formación del delta del Ebro comenzó durante el ascenso eustático del nivel del mar posterior a la última glaciación, fue a partir de la edad Media, siglo XVI aproximadamente, cuando los depósitos cuaternarios empezaron a configurarse en su forma actual (MALDONADO, 1977). Respecto a las lagunas litorales las desviaciones de su evolución natural comenzaron con la construcción de la red de canales de riego, iniciada a finales del siglo pasado en el hemidelta derecho y a principios de este siglo en el hemidelta izquierdo, y por medio de ello con los aportes artificiales de agua dulce a las lagunas.

CLIMA

El clima del Delta del Ebro es de tipo mediterráneo litoral, con temperaturas suaves y precipitaciones escasas y de carácter tormentoso. Las temperaturas medias mensuales varían entre 3 y 27 °C (RIBA *et al.*, 1979). Raramente la temperatura desciende por debajo de 0 °C, pero ocasionalmente se producen heladas que afectan a las aguas superficiales de las lagunas. La media anual de precipitación es de 518 mm y el régimen pluviométrico se caracteriza por la irregularidad, tanto mensual como de año en año.

El balance precipitación-evaporación es negativo; debido a la fuerte radiación solar frente a la escasez de lluvias. En la figura 2 se han representado los valores diarios de radiación solar global, así como la variación anual, medida con un solarímetro KIPP & ZONNEN (CC1) dispuesto en la orilla de la Encañizada, a unos 4 metros de altura sobre el suelo.

Los datos se corresponden muy bien con los dados por HAND (1941) para latitudes similares a la del delta del Ebro en Norteamérica, y son ligeramente superiores a los ofrecidos por PLANAS (1973) para la superficie del lago de Bañolas (NE. España) a 42° N de latitud y a 175 m sobre el nivel del mar. La radiación total recibida en el período de calentamiento, del 1 de abril al 1 de agosto de 1978, es de 60.704 cal/cm², valor que está perfectamente de acuerdo con el dado como referencia por HUTCHINSON (1957) de 60.000 cal/cm² como más probable para el mismo período de tiempo en latitudes medias europeas.

Los vientos son muy importantes. Domina el procedente del NW., que es seco, templado y sopla a rachas que pueden durar desde unas horas hasta varios días, durante todas las épocas del año, pero preferentemente en invierno, cuando las velocidades más frecuentes son de alrededor de 50 km/h. El viento del N. es seco, frío y uniforme (FONTSERÉ, 1950). Los vientos de Levante son húmedos, proceden predominantemente del NE., y soplan a rachas durante varios días en los meses de octubre a mayo principalmente.

CIRCULACIÓN DEL AGUA

Las tres lagunas estudiadas son lagunas costeras típicas, resultantes de la delimitación de un ambiente marino litoral por barras de arena. En la actualidad la comunicación de las lagunas con el mar está muy restringida. En la Encañizada y en la Tancada se realiza fundamentalmente por sendos canales de poco más de 1 km de largo, entre 50 y 100 cm de profundidad, y 5 m de ancho el de la Tancada, mientras el de la Encañizada es de unos 25 m de ancho. Varios canales de dimensiones más reducidas comunican también ambas lagunas con el mar. En la laguna de la isla de Buda la comunicación con el mar es a través de la playa cuando ocurren temporales. Más importante y continúa es la comunicación de esta laguna con la desembocadura del río Ebro, a través de un canal de medio

km de longitud, entre 40 y 70 cm de profundidad, y de alrededor de 10 m de ancho.

El agua dulce llega a las lagunas por numerosos canales de dimensiones inferiores a los anteriores, entre 50 y 80 cm de profundidad y de 4 a 11 m. de anchura. El área de drenaje condicionada por la respectiva red de canales, tiene una extensión de 40 km² para la Encañizada; 8 km² en la de Tancada y de 3 km² en Buda.

RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Todos los años se repite con ligeras variaciones en las fechas el mismo ciclo en el régimen hidrológico que afecta a las lagunas. Debido a que el cultivo del arroz se efectúa desde abril a diciembre, el agua dulce que proviene del riego de los campos de arroz llega por los canales a las lagunas durante ese tiempo. A finales de diciembre se cierran los canales con compuertas para evitar que el agua de las lagunas penetre hacia los campos, donde se realizan, desde enero a abril, labores de acondicionamiento para el siguiente período de cultivo. Así pues, durante el invierno y parte de la primavera no hay aportes de agua dulce a las lagunas, y el agua del mar penetra libremente en ellas. A ello contribuyen de manera notable las secas y los vientos de Levante. Estos últimos, soplando en ocasiones con carácter de temporal, impulsan el agua del mar a las lagunas a través de los canales de comunicación.

En la Encañizada y Tancada, debido a la orientación de estos canales, los vientos del N. y NW. impulsan el agua en sentido contrario, de las lagunas hacia el mar. En cambio en la laguna de la isla de Buda, el agua del mar penetra hacia el río por la acción de estos vientos, y del río a la laguna. El régimen hidrológico de la laguna de Buda está además influenciado por la regulación artificial del flujo del río Ebro, que se hace en la presa de Flix, a unos 75 km aguas arriba del Delta. Importante debe ser también la filtración de agua a través del

sedimento («seepage»), ya que la laguna ocupa la zona del prodelta y está situada en una isla, rodeada de agua por todas partes. El tramo deltaico del río Ebro actúa de desagüe del Delta en la mayor parte de su recorrido, excepto en la zona próxima a la desembocadura, donde el nivel del río supera al freático (PIZARRO *et al.*, 1973).

MATERIAL Y MÉTODOS

En cada una de las lagunas se situaron dos estaciones para recolección periódica de muestras. Además se establecieron dos estaciones en sendos canales de desagüe que desembocan en la Encañizada y la Tancada (fig. 1). Se tomaron muestras en cada uno de los puntos de muestreo dieciocho veces durante el período de mayo 1978 a mayo 1979 (Apéndice 1).

In situ se midieron los siguientes parámetros: nivel del agua (listón graduado en cm); profundidad de visión del disco de Secchi (disco de plástico blanco de 20 cm de diámetro); temperatura (termómetro de mercurio graduado en décimas de grado); pH (pH-metro eléctrico); conductividad (conductivímetro).

Se recogió agua con botellas Niskin de plástico opaco. De ellas se repartió el agua en las botellas correspondientes a las diferentes muestras mediante un tubo de goma. En las ocasiones en que el nivel del agua era muy bajo, y resultaba imposible introducir las botellas sin remover el fondo, se recogió el agua directamente con las botellas de las muestras. Éstas fueron fijadas instantes después de recogidas. Se transportaron al laboratorio y se guardaron congeladas a -5°C hasta el momento de hacer los análisis, dentro de los siete días siguientes a su recolección. Las muestras destinadas a los análisis de fósforo se guardaron a una temperatura de 4°C ; y las de oxígeno y sulfídrico se guardaron a la temperatura ambiente.

Se analizaron los siguientes parámetros: cloruros, sulfatos, sulfuros, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, nitritos, amonio, fósforo reactivo soluble, si-

licato reactivo soluble, hierro, manganeso y oxígeno, con la metodología comúnmente empleado en estudios limnológicos y de agua marina (STRICKLAND & PARSONS, 1965; APHA, 1975).

Para el estudio del fitoplancton se siguieron las recomendaciones generales dadas por VOLLENWEIDER (1969). La identificación y estimación cuantitativa del fitoplancton se realizó por examen directo con un microscopio invertido, según la técnica de UTERMÖHL (1958). Las muestras, fijadas con unas gotas de lugol, eran concentradas por sedimentación. El volumen de muestra sedimentado fue de 10 ml para las tres lagunas. Sólo en muy pocas ocasiones se sedimentaron 50 ml de agua para la Tancada y Buda. La enumeración de las células se realizó observando 62 campos del microscopio seleccionados al azar a 840 aumentos.

Para la determinación de los pigmentos fotosintéticos se filtró, a través de filtros de fibra de vidrio, un volumen de agua, variable según la concentración de fitoplancton (la mayoría de las veces entre 0,5 y 1 l; en la Tancada y Buda en numerosas ocasiones poco más de 1 l; y en la Encañizada, de enero a abril de 1979, menos de 0,5 l). La presión de filtración no sobrepasó nunca los $2/3$ de atmósfera. Se empleó alcohol metílico (95 %) como extractor disolvente de los pigmentos. El extracto se guardaba fuera de la luz y a 4°C , hasta el momento de su valoración, dentro de los cinco días siguientes a la recogida de las muestras, después de triturado el filtro. Las determinaciones se realizaron con un espectrofotómetro de doble haz. Para el cálculo de la concentración de clorofila *a* se utilizó la fórmula de TALLING & DRIVER (1963). Se determinó también el índice D_{430}/D_{665} , cociente entre las densidades ópticas de los extractos a las longitudes de onda de 430 y 665 nm (MARGALEF, 1960).

La producción primaria se estimó según el método del C^{14} (STEEMANN NIELSEN, 1952). En cada una de las tres botellas, dos transparentes y una opaca, de 125 ml de capacidad, llenas con

agua de las muestras, se introducía 1 ml de solución de CO_3HNa con una actividad radiactiva de 1 microCurie. El tiempo de incubación de las botellas en el agua fue de dos horas, siempre en las horas centrales del día, entre las 11 y las 15 horas. El filtrado se realizaba a través de filtros de membrana de $0,8 \mu\text{m}$ de poro. Al finalizar la filtración se añadían unos 2,5 ml de ClH 0,001 N para eliminar posibles precipitados conteniendo C^{14} . La actividad de los filtros se medía tiempo después siguiendo la técnica de recuento de centelleo en medio líquido (VOLLENWEIDER, 1969) por medio de un contador de centelleo y fluorallory al 1% del peso en tolueno como medio líquido.

LA ENCAÑIZADA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Morfometría

La Encañizada es la laguna más extensa del Delta del Ebro ($5,5 \text{ km}^2$) de forma alargada y paralela a la línea de costa. Su extremo oriental se transformó en el año 1950 de manera artificial, debido a la construcción de un camino, en una ensenada de $0,8 \text{ km}^2$ separada del resto de la laguna por un estrecho canal de 100 m de longitud, 7 m de anchura, y 75 cm de profundidad.

En la tabla 1 figuran los principales parámetros morfométricos calculados por separado para la ensenada citada y para el resto de la laguna. Basados en la terminología de HUTCHINSON (1957), están calculados a partir de foto aérea y de mapa batimétrico (FERRER, 1982).

Todo el contorno de la laguna, especialmente en la orilla norte, donde el cinturón de vegetación helofítica (*Phragmites*) es más amplio, está lleno de pequeñas ensenadas y sinuosidades. El fondo de la laguna es llano o con poco relieve en toda su extensión. La profundidad es siempre mayor en la parte occidental. No obstante, el punto más profundo de la laguna está situado en la

zona de Los Abismos (ensenada oriental) que se estrecha hacia el canal de comunicación con la otra parte de la laguna, va que la fuerza del agua ha excavado una fosa de unos 2 m de profundidad.

TABLA 1. Parámetros morfométricos de la laguna la Encañizada (los datos entre paréntesis, en los Abismos, están calculados sin computar la parte correspondiente a la fosa de 2 m de profundidad). - *Morphometric data of the Encañizada lagoon (data between brackets have been calculated not having into account the 2 m deep area in the Abismos).*

	CUBETA GRANDE	LOS ABISMOS	TOTAL
Superficie (A) Km^2	4,67	0,83	5,5
Volumen (V) m^3	2.194.900	249.000	2.443.900
Prof. máxima (z_m) cm	114	200(60)	200
Prof. media (\bar{z}) cm	47	30	44
Longitud (l) m	4100	1640	
Anchura (b) m	1600	800	
Anchura media (\bar{b}) m	1139	506	
Perímetro (L) m	20960	7880	28.840
Desarrollo del perímetro (D_L)	2,73	2,43	3,46
Desarrollo del volumen (D_V)	1,67	0,45(2,49)	0,66

zona de Los Abismos (ensenada oriental) que se estrecha hacia el canal de comunicación con la otra parte de la laguna, va que la fuerza del agua ha excavado una fosa de unos 2 m de profundidad.

Nivel del agua

En la figura 3 se ha representado la variación estacional del nivel del agua en las dos estaciones de toma de muestras durante el período de mayo 1978 a mayo 1979.

El aumento del nivel del agua a algo más de 1 m en la est. 2 a partir de mayo corresponde al aporte de agua proveniente de los campos de arroz por los canales de desagüe. Este aporte no es

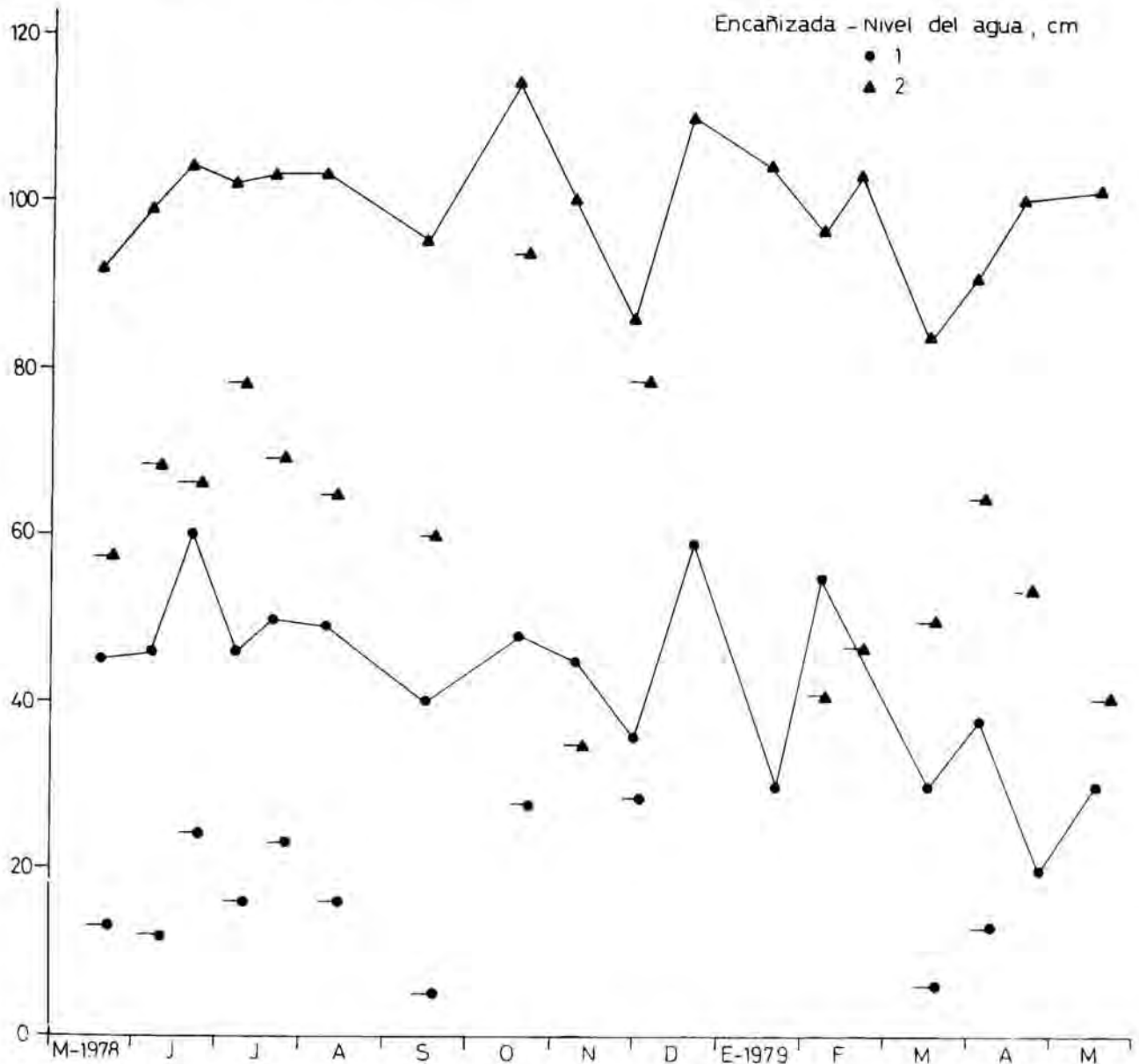


FIG. 3. Profundidades medidas en las dos estaciones de la Encañizada desde mayo de 1978 a mayo de 1979. Los guiones indican la profundidad de visión del disco de Secchi.- *Water depth measurements in the two sampling stations of Encañizada from May 1978 to May 1979. Dashes mark Secchi disc's vision depth.*

uniforme, ya que depende de las necesidades del cultivo. Simultáneamente, la concentración de cloruros pasa a ser inferior a 1 g/l, y se mantiene entre este valor y 0,2 g/l hasta principios de diciembre (COMÍN, 1982). Entre octubre y noviembre se observó una disminución muy grande del nivel del agua debida, por una parte, al cese en los aportes de agua, una vez cosechado el arroz, y, por otra, a las borrascas y vientos (del N. y NW.) muy intensos y de varios días de duración, cuyo efecto fue impulsar agua de

la laguna al mar.

El resto del período estudiado, de enero a abril, muestra variaciones irregulares del nivel del agua en relación especialmente con la altura relativa del nivel del mar, y también, de manera fundamental, con la ocurrencia de temporales de Levante que impulsan agua del mar en gran cantidad al interior de la laguna. La concentración de cloruros aumentó progresivamente durante estos meses hasta un máximo de 20 g/l a comienzos de abril.

Aunque el modelo general descrito se repite de año en año, los momentos de máximos y mínimos, y algunas oscilaciones pueden estar desplazados respecto a este ciclo de 1978-79, según la rapidez con que se efectúe el llenado de los campos de arroz, la rapidez con que se efectúe el vaciado de los mismos, y los meses de invierno en que ocurran los temporales de Levante y las calmas (COMÍN & FERRER, 1979).

Temperatura

El intervalo de variación de la temperatura observado es de 23 °C, con un máximo de 26 °C en julio y un mínimo de 3 °C el último día del mes de noviembre (véase Apéndice 1). No obstante en observaciones aisladas se ha llegado a medir 28 °C en aguas superficiales de la laguna a finales de julio.

El período de calentamiento de la laguna va desde mediados de marzo hasta mediados de agosto, al igual que en otros lagos de la zona templada situados a baja altura sobre el nivel del mar (PLANAS, 1973). Las variaciones, lentas o bruscas, de la temperatura del agua siguen variaciones similares a la temperatura del aire (COMÍN, 1981).

Limitaciones a la propagación de la luz

Los dos agentes que pueden impedir la propagación de la luz libremente a través de la columna de agua, la materia inorgánica y la orgánica en suspensión en el agua, son importantes en la Encañizada. Esto ocasiona que en la mayoría de ocasiones observadas, la profundidad de visión del disco de Secchi sea inferior a la altura del agua; es decir, que no se vea el fondo, a pesar de la poca profundidad de la laguna.

En la figura 3 están representadas las profundidades a las cuales dejó de verse el disco de Secchi. En la estación 2 sólo se observó hasta el fondo los meses de diciembre y enero; en la estación 1 ade-

más de estos a principios de noviembre, en febrero, y a final de abril y mayo.

Desde mayo a septiembre de 1978, la causa fundamental que limitó la propagación de la luz fue la proliferación de algas planctónicas, con densidades de más de 10^5 células en un mililitro de agua, que impidieron que el disco de Secchi se viera ni siquiera hasta la mitad de la profundidad de la laguna. El nivel del agua osciló en la estación 2 durante este período entre 82 y 105 cm, y el disco sólo se vio hasta 24 y 38 cm por debajo del nivel de superficie. En esta situación la zona eufótica (1 % de la luz incidente) alcanza hasta entre 65 y 104 cm de profundidad respectivamente. En la estación 1 sucedió igual. Durante aquellos meses el disco de Secchi no se llegó a ver hasta el fondo de la laguna en ninguna ocasión. Durante el período de febrero a mayo de 1979, referido al nivel del agua, la profundidad de visión del disco de Secchi guarda la misma relación y la causa de esta limitación a la propagación de la luz es idéntica, el desarrollo extraordinario de la población de algas, que llegó a sobrepasar las 10^6 células por mililitro.

En los meses de otoño la limitación a la penetración de la luz también es muy marcada. Sin embargo, durante estos meses la causa fundamental es el sedimento puesto en suspensión por la turbulencia generada por el viento, que en esa época sopló continuamente con fuerza.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Característica del agua en los canales de desagüe

La explicación de las características del agua en los canales de desagüe es difícil e incierta, porque no se han controlado detalladamente los procesos químicos y biológicos, y por la incertidumbre del flujo más o menos intenso y continuo durante el período de mayo a diciembre. De enero a abril el agua permanece estancada y tan solo se observa el influjo de agua de la laguna que penetra en los

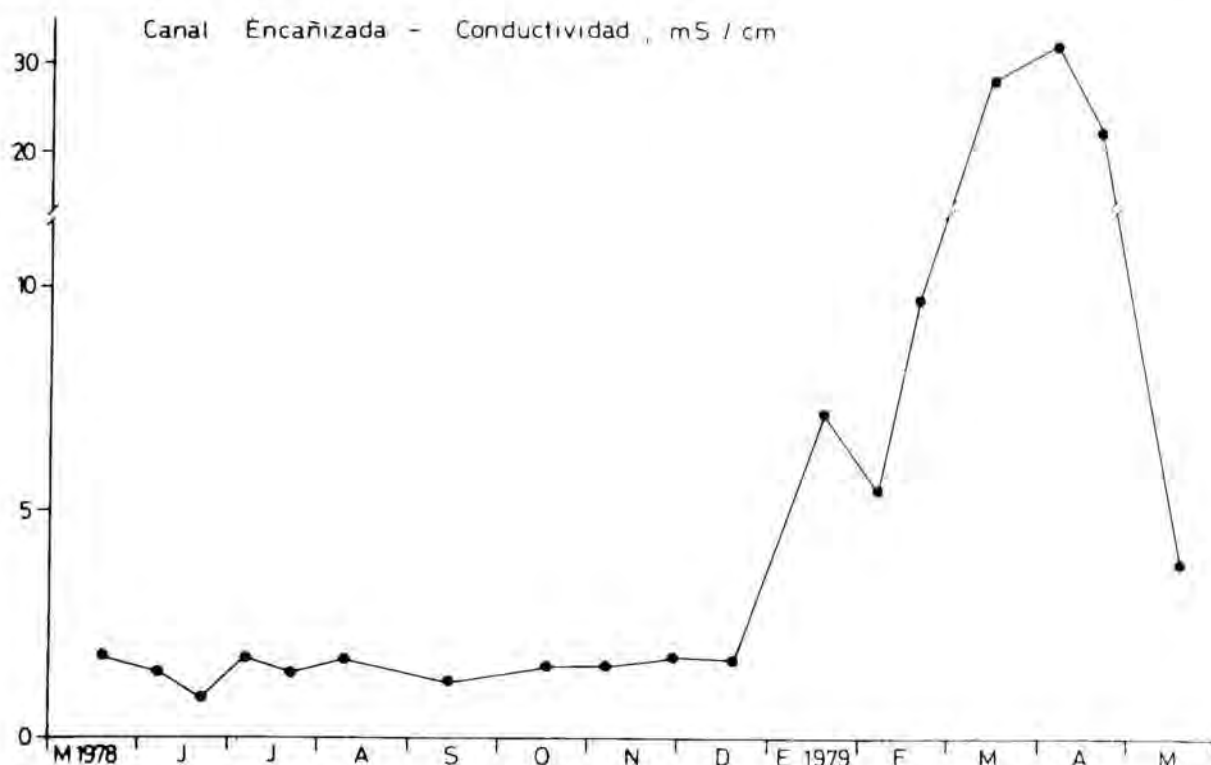


FIG. 4. Variación anual de la conductividad en la estación 7. - Annual changes of the conductivity in station 7.

canales. Hecha esta salvedad, deben describirse algunas de sus características por lo que de importante pueden tener al verter a las lagunas. Las muestras se tomaron en el canal de Circunvalación (est. 7), del cual parten ramales que desembocan en distintos puntos de la laguna (fig. 1).

La mineralización experimenta a lo largo del ciclo una fluctuación similar a la del agua de la laguna lo que se refleja en la conductividad (fig. 4, comparar con COMÍN, 1982). Esta se mantiene durante el primer período, dentro del intervalo, 0,8-1,86 mS/cm, y durante el segundo oscila entre 5,5 y 31 mS/cm. La misma variación se observa en todos los iones relacionados con la mineralización (ver Apéndice 1). La alcalinidad total aumenta en general de mayo a diciembre. De mayo a principios de julio pasa de 2,3 a 3,3 meq/l; y entre septiembre y octubre aumenta de 2,8 a valores superiores a 4 meq/l. En pH experimenta en los primeros meses una variación inversa a la alcalinidad, disminuyendo por debajo de 7,5; pero al llegar el otoño aumenta hasta 8. Estas oscilaciones tienen un origen en los vertidos de agua de los

campos, que aunque difíciles de precisar se efectúan con mayor intensidad en dos épocas: durante los primeros meses del ciclo estudiado, que corresponderían al llenado inicial de los campos; y en otoño, a partir de mediados de septiembre, cuando una vez recogida la cosecha se vacían los campos de arroz.

La cantidad de nutrientes que transportan en disolución los canales de desagüe es alta, como corresponde a aguas que durante cierto tiempo han estado y/o lavado terrenos de cultivo frecuentemente abonados. La concentración de nitrógeno en forma de nitratos de las primeras aguas que desembocan a la laguna, en mayo 1978, es de 80 $\mu\text{g-at/l}$. Posteriormente fluctúa entre este valor y 25 $\mu\text{g-at/l}$. En el mes de octubre no se apreció cantidad alguna, pero durante el resto del otoño volvieron a ser del orden de concentración anterior. La concentración de fósforo varía entre 0,3 y 3,3 $\mu\text{g-at/l}$, salvo en el mes de octubre que fue extraordinariamente elevada, 6 $\mu\text{g-at/l}$. La cantidad de silicatos es casi constante durante los meses cálidos, alrededor de 80 $\mu\text{g-at/l}$, pero en otoño aumen-

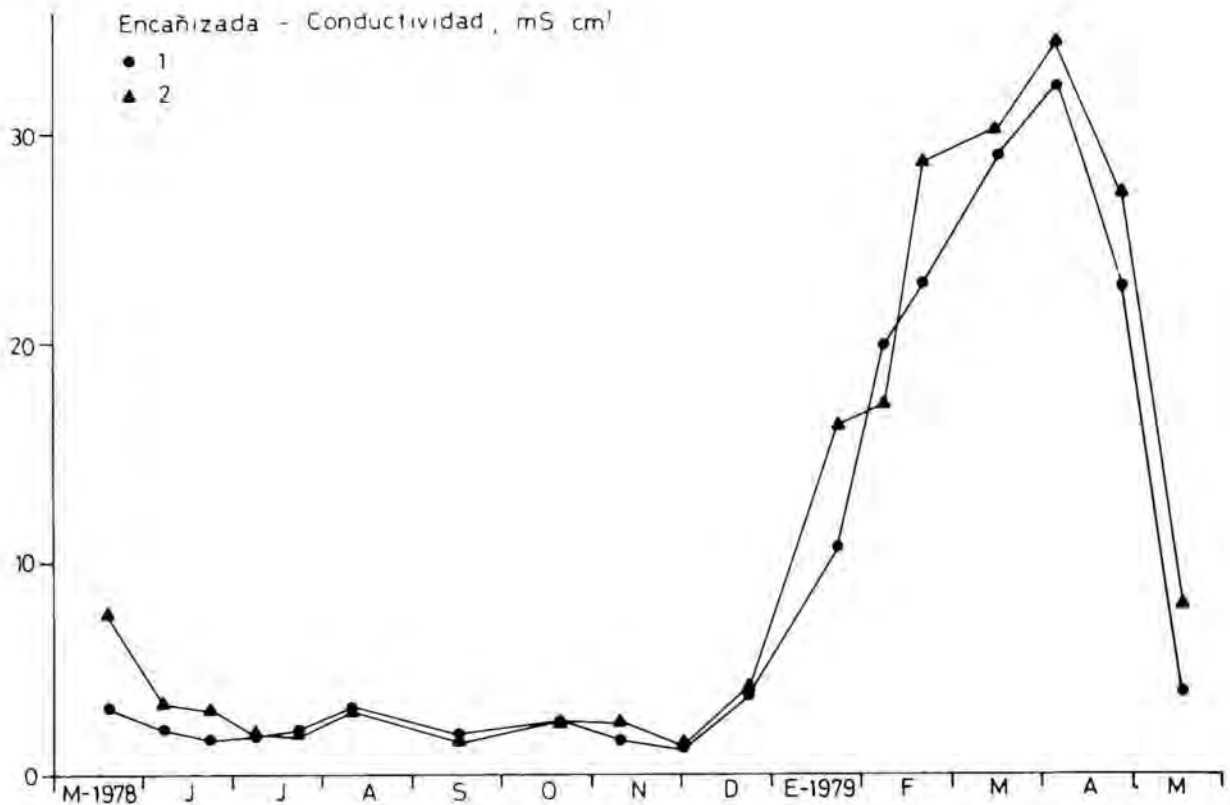


FIG. 5. Variación estacional de la conductividad en la Encañizada. - *Seasonal fluctuation of conductivity in Encañizada.*

ta 2 y 3 veces esta concentración (ver Apéndice 1).

El agua del canal está sobresaturada de oxígeno durante la primavera y primera mitad de verano, pero a mitad de estío disminuye la concentración y el porcentaje de saturación hasta valores del orden del 60 y 70 %. Esta disminución puede ser debida a un aumento de la materia orgánica que hay en los canales.

Conductividad

La mineralización del agua sigue en la Encañizada, durante el ciclo anual estudiado, un modelo caracterizado fundamentalmente por la diferencia entre los períodos de mayo-diciembre 1978 y enero-abril 1979. Esta diferencia se aprecia perfectamente en la conductividad (figura 5).

En mayo 1978, después de la apertura de los canales que llevan agua dulce a la laguna, la conductividad disminuye por

debajo de 10 mS/cm, y se aproxima a valores inferiores a 2 mS/cm. A partir de entonces sigue disminuyendo muy lentamente hasta el mínimo absoluto registrado a final de noviembre. Fue muy parecido en las dos estaciones, 1,4 en la estación 1 y 1,1 mS/cm en la estación 2. Estos valores coincidieron con un fuerte viento del norte de varios días de duración correspondiente a un frente frío de bajas presiones típico de esta época del año.

A partir de diciembre comienza a aumentar la conductividad, coincidiendo el cese de los aportes de agua dulce con una mayor influencia marina debida a temporales de Levante. Los máximos de todo el ciclo se alcanzan en abril 1979: 32,2 mS/cm en la estación 1 y 34,4 mS/cm en la estación 2. Durante estos meses de invierno y comienzo de la primavera, los datos siguen un ascenso lento y continuo, por encima de 10 mS/cm.

Por el contrario, a final de abril 1979, al iniciarse de nuevo los aportes de agua

dulce, tiene lugar un descenso muy brusco. En menos de un mes, de abril a mayo, la conductividad experimenta un decremento de 20 mS/cm, llegando a obtenerse valores similares a los del año anterior en la misma época, 4 y 8 mS/cm respectivamente en las estaciones 1 y 2.

Este modelo se repite en las dos estaciones de toma de muestras con valores muy próximos entre sí durante casi todo el año. En mayo 1978 hay una pequeña diferencia de una a otra. La causa es un retraso en la influencia del agua dulce sobre el punto de la laguna más alejado de los canales en la estación 2. Esta diferencia es de corta duración y rápidamente tienden a uniformizarse las características de salinidad en toda la laguna. A final de mayo 1979, en pleno proceso de dilución, puede apreciarse una diferencia del mismo orden que la señalada.

Este retraso en la dilución del agua de la estación 2 con respecto a la estación 1 se manifiesta a la inversa durante el proceso de aumento de concentración de sales a partir de diciembre. Puede observarse como, en enero 1979, existe una diferencia de 5 mS/cm a favor de la estación 2. Como se ha señalado anteriormente estas diferencias son de corta duración ya que rápidamente tiende a homogeneizarse la conductividad de un punto a otro de la laguna. Las variaciones de la concentración de cloruros son paralelas a las descritas de la conductividad (COMÍN, 1982).

Compuestos de azufre

La concentración de sulfatos disueltos en el agua varía paralelamente a la conductividad en las dos estaciones. Con la llegada de agua dulce a partir de abril 1978, la cantidad de sulfatos disminuye hasta hacerse inferior a 0,25 g/l a principios de junio. Durante los meses de final de primavera, verano y otoño, permanece entre este valor y el mínimo absoluto de todo el ciclo, 0,13 g/l, registrado en la estación 1 en la segunda quincena de junio (ver Apéndice 1).

A partir de diciembre, con el aumen-

to general de la salinidad ocasionado por la entrada de agua del mar, la concentración de sulfatos aumenta progresivamente hasta alcanzar, al comienzo de la primavera, una concentración aproximadamente diez veces superior a la del período anterior. Los valores máximos, 2,7 g SO₄/l en la estación 2 y 2,5 g SO₄/l en la estación 1, en abril 1979, coincidieron, como el resto de aniones y cationes, con el máximo de conductividad. Durante este mismo mes la concentración de sulfatos disminuye a prácticamente la mitad del máximo citado, acusando la llegada de agua dulce. Y al mes siguiente, mayo, se observan valores mucho más bajos, aproximadamente 0,5 g/l, e idénticos a los de las mismas fechas del año 1978.

Durante el período de mayo a noviembre se observaron trazas de sulfhídrico en muestras que se tomaron cerca de la superficie donde la concentración de oxígeno es de sobresaturación la mayor parte del año.

Relación cloruros-sulfatos

En la figura 6 está representada la variación anual del cociente entre las concentraciones de cloruros y sulfatos expresadas en miliequivalentes/litro. Esta relación da idea del grado de mezcla del agua dulce y marina. El valor medio para agua de mar es de 9,6 y para agua dulce del río Ebro oscila entre 0,25 y 0,75, pero hay que tener en cuenta que el agua que llega por los canales a la laguna sólo dio un valor de 0,5 en el mes de junio, el resto del período de su influencia osciló entre 2 y 4.

Durante el período de mayo a diciembre el cociente es inferior a 7, con mínimos de 1,5 y 2,1 en las estaciones 1 y 2 respectivamente, al final de noviembre. De enero a abril la mayoría de cocientes quedan entre 8 y 10, independientemente de la concentración salina, que aumentó bajo la influencia marina.

Los meses de mayo y diciembre del año 1978 son las épocas de cambio del cociente cloruros/sulfatos, es decir, aque-

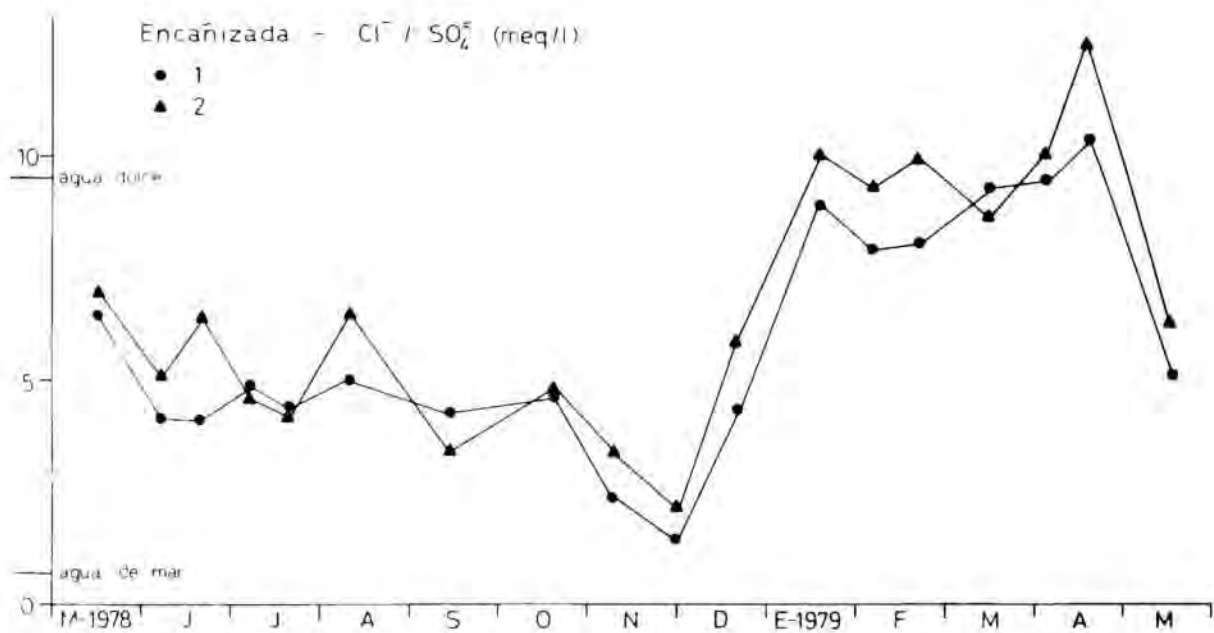


FIG. 6. Variación estacional de la relación cloruros/sulfatos en la Encañizada. - *Seasonal fluctuation of the ratio chloride/sulphate in Encañizada.*

llos en que se produce una alteración más fuerte de las proporciones de agua dulce y marina en el interior de la laguna. Coinciden precisamente con el inicio y el cese de los aportes de agua dulce. Al final del ciclo estudiado, en los meses de marzo y abril de 1979, se observan también variaciones irregulares que coinciden con un elevado valor del pH y un aumento de la fracción de carbonatos (figura 7), que se asocian con procesos de precipitación de materiales, entre ellos sulfatos, justificando los valores en equivalentes del cociente Cl/SO_4 superiores a 10.

Reserva alcalina y pH

En la figura 7 se han representado las variaciones de las diversas fracciones de dióxido de carbono durante el ciclo anual. Se han calculado a partir del pH y la alcalinidad total (MACKERETH *et al.*, 1978) utilizando las constantes de diso-

ciación aparente del ácido carbónico para aguas salobres y marinas (ALLANSON & RUDD, 1979; RILEY & SKIRROW, 1965).

De mayo 1978 a enero 1979 la concentración de carbónico total sigue estrechamente a la alcalinidad total. Durante este período las variaciones son paralelas a las que experimenta la alcalinidad del agua que llega por los canales. En mayo 1978 se observaron los valores mínimos del ciclo anual, 2 meq/l y hasta el mes de septiembre la reserva alcalina no sobrepasa los 3 meq/l, mientras el pH varía entre 7,5 y 8. La alcalinidad es casi toda debida al bicarbonato lo cual concuerda con la gráfica de BUCH (1930).

A partir de septiembre el agua que llega por los canales tiene una mayor reserva alcalina, superior a 3 meq/l, y en la laguna aumenta también por encima de este valor, prácticamente en la forma de bicarbonatos. A su vez, en otoño, se empieza a notar vientos fuertes del N.

FIG. 7. Variación estacional de la alcalinidad total, carbono inorgánico total, CO_2 libre, bicarbonato y carbonato en la Encañizada. - *Seasonal fluctuations of total alkalinity, total inorganic carbon, free CO_2 , bicarbonate and carbonate in Encañizada.* →

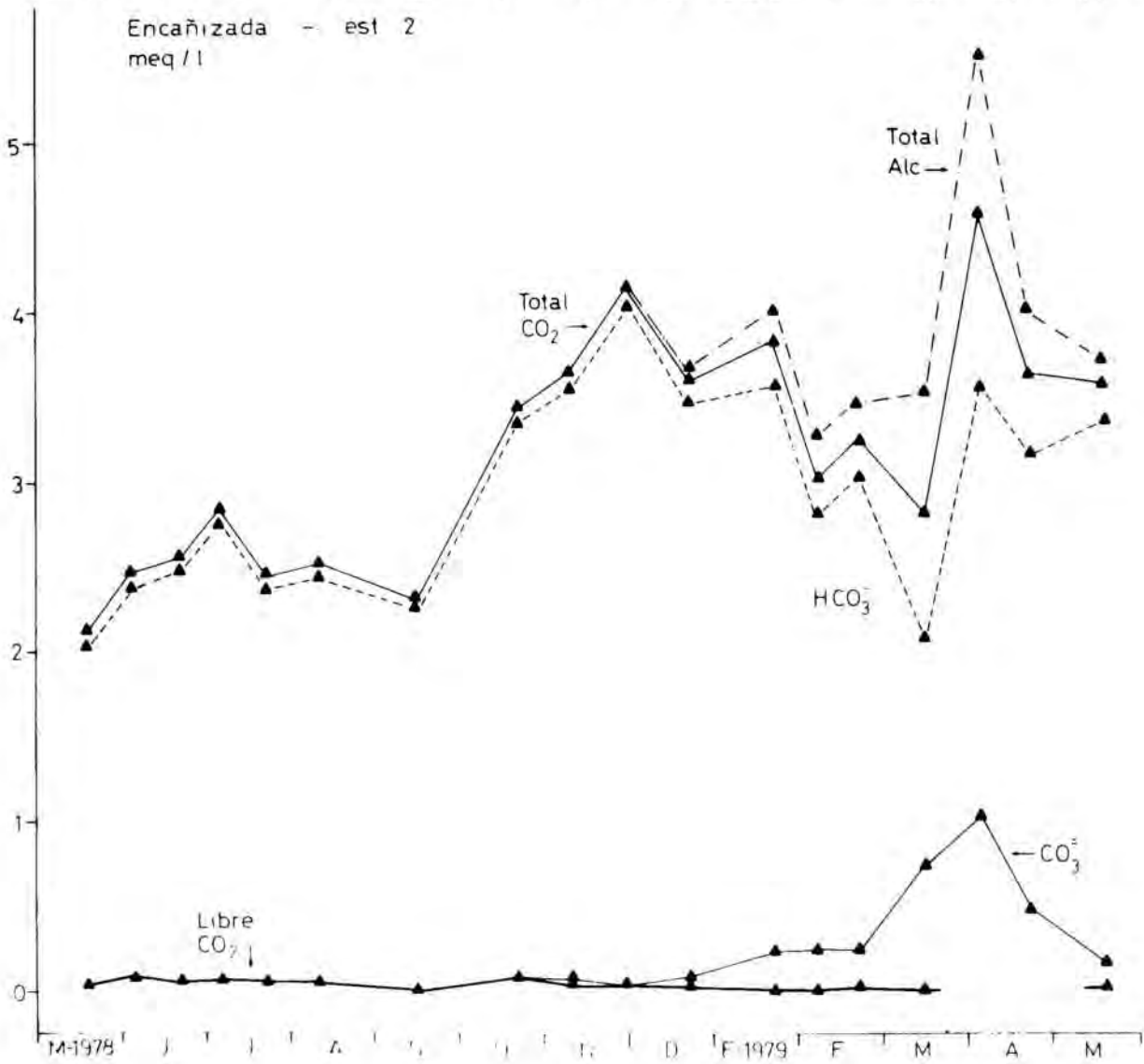
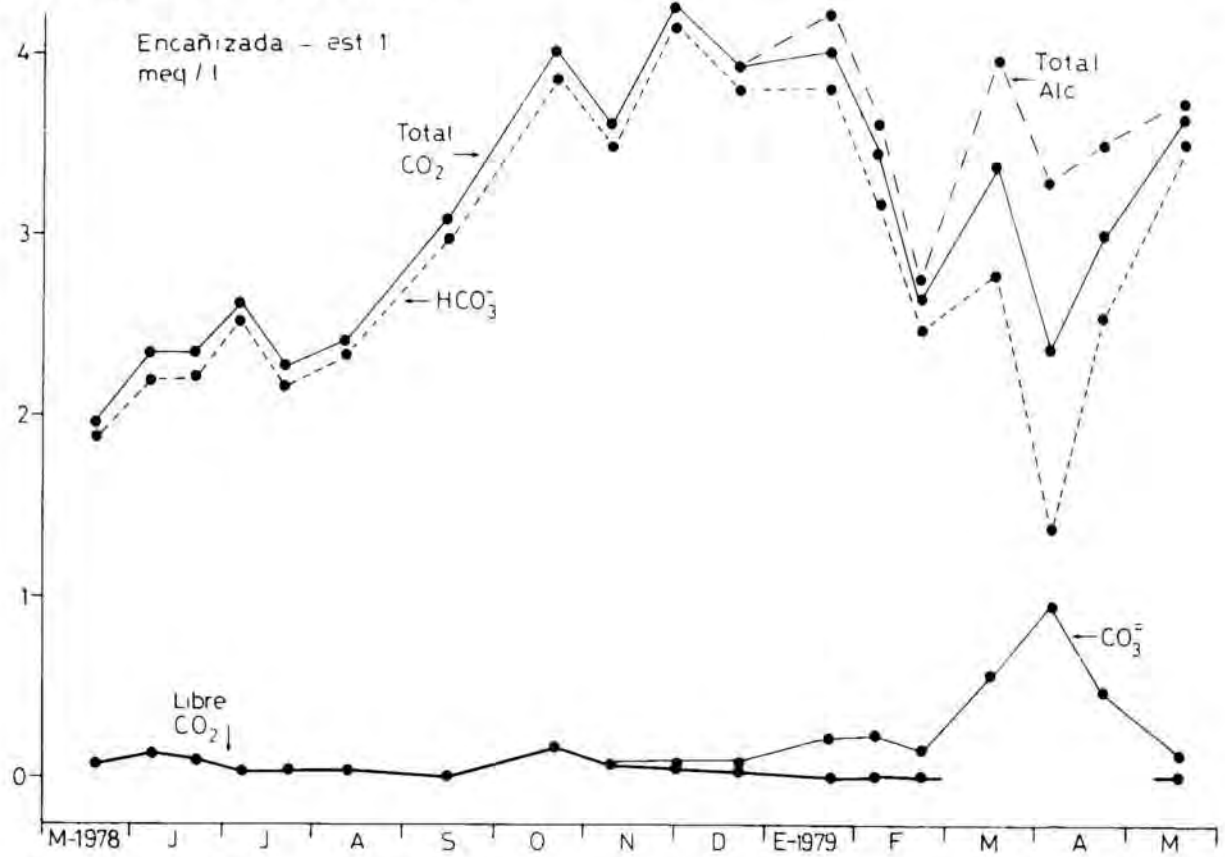


TABLA II. Límites extremos de variación de las concentraciones de los cationes principales. (mgr/l). - *Rangè of variation of the concentration of the main cations (mgr/l).*

	Na	Mg	Ca	K
(1978)				
Mayo-Diciembre	214-1622	36-235	49-108	3-60
(1979)				
Enero-Abril	1122-8825	111-4341	81-333	61-640

y NW. que rompen la estabilidad de la columna de agua, y la mezclan, facilitando la difusión del CO_2 atmosférico. La alcalinidad llega a tener en este momento el valor medio más alto del año, alrededor de 3,5 meq/l; y el máximo absoluto de la estación 1, 4,25 meq/l (fig. 7). El pH se mantiene durante el otoño alrededor de 8,25, e incluso bien entrado el invierno y con la productividad primaria en alza, salvo valores bajos circunstanciales posiblemente debidos a la oxidación de la materia orgánica del fondo lagunar puesta en suspensión por el viento (octubre 1978). Esta tendencia está justificada por la entrada de agua del mar y la consiguiente elevación progresiva de la salinidad. Los datos se corresponden bien con las gráficas de pH en función de la clorinidad calculadas por MOOK & KOENE (1975).

A partir de marzo esta tendencia tendría que reforzarse ya que es en esta época cuando se alcanzan clorinidades de 16 ‰ y superiores, típicas de agua de mar, pero la producción primaria de fitoplancton es entonces muy alta, como consecuencia de la proliferación del alga *Dunaliella*, lo cual ocasiona la desaparición de la fracción de CO_2 libre con la consiguiente elevación del pH que alcanza los valores máximos del ciclo hasta 9,1 (véase apéndice 1). En la estación 1 la concentración de CO_3 alcanza en esos momentos el 40 % del carbono inorgánico total, y en la estación 2 el 22 %.

A partir de enero 1979 existe una considerable diferencia entre la alcalinidad total y la suma de todas las formas inorgánicas de ácido carbónico, atribuida a los boratos asociados al agua de mar que penetran en la laguna a partir de ese mes.

Por ello, aunque la reserva alcalina debida al sistema carbónico-bicarbonatos disminuye a partir de enero la alcalinidad total no lo hace tanto. En el momento de máxima salinidad, a principios de abril, los boratos llegan a representar el 29 % en la estación 1 y el 18 % en la estación 2 de la alcalinidad total.

Cationes principales

Las concentraciones de sodio, magnesio, calcio y potasio varían a lo largo del año siguiendo la pauta descrita a propósito de la conductividad. En la tabla 2 se indican los límites de los rangos de variación observados durante el período mayo 1978 a mayo 1979 y en el apéndice 1 figuran los valores absolutos.

Estos márgenes de variación dan idea de la proporción relativa de los diferentes cationes. Una clara ordenación del tipo de la del agua marina, $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$, se observa como predominante durante la mayor parte del ciclo anual. Durante los meses de final de primavera, verano y otoño, los aportes de agua dulce favorecen el aumento relativo de la concentración de calcio y así lo refleja la relación molar Mg/Ca. Con valores próximos al del agua dulce (0,26) (COMÍN, 1982). A partir de enero se observan valores máximos al del agua de mar (5,2). En los meses del final del ciclo, abril y mayo, supera este último valor a causa de la precipitación de calcio en condiciones de muy elevada actividad fotosintética y pH alrededor de 9. Coinciden también estos meses con valores de la relación Cl/SO₄ superiores al típico del agua marina (fig. 6).

Compuestos de nitrógeno

De las tres fracciones de nitrógeno analizadas, la concentración de amonio es la que muestra mayor amplitud de variación. Se han obtenido valores desde 1 hasta 70 $\mu\text{g-at/l}$. La menor variación la presentan los nitritos, 0,5-1 $\mu\text{g-at/l}$. La concentración de nitratos varía entre 0 y 28 $\mu\text{g-at/l}$.

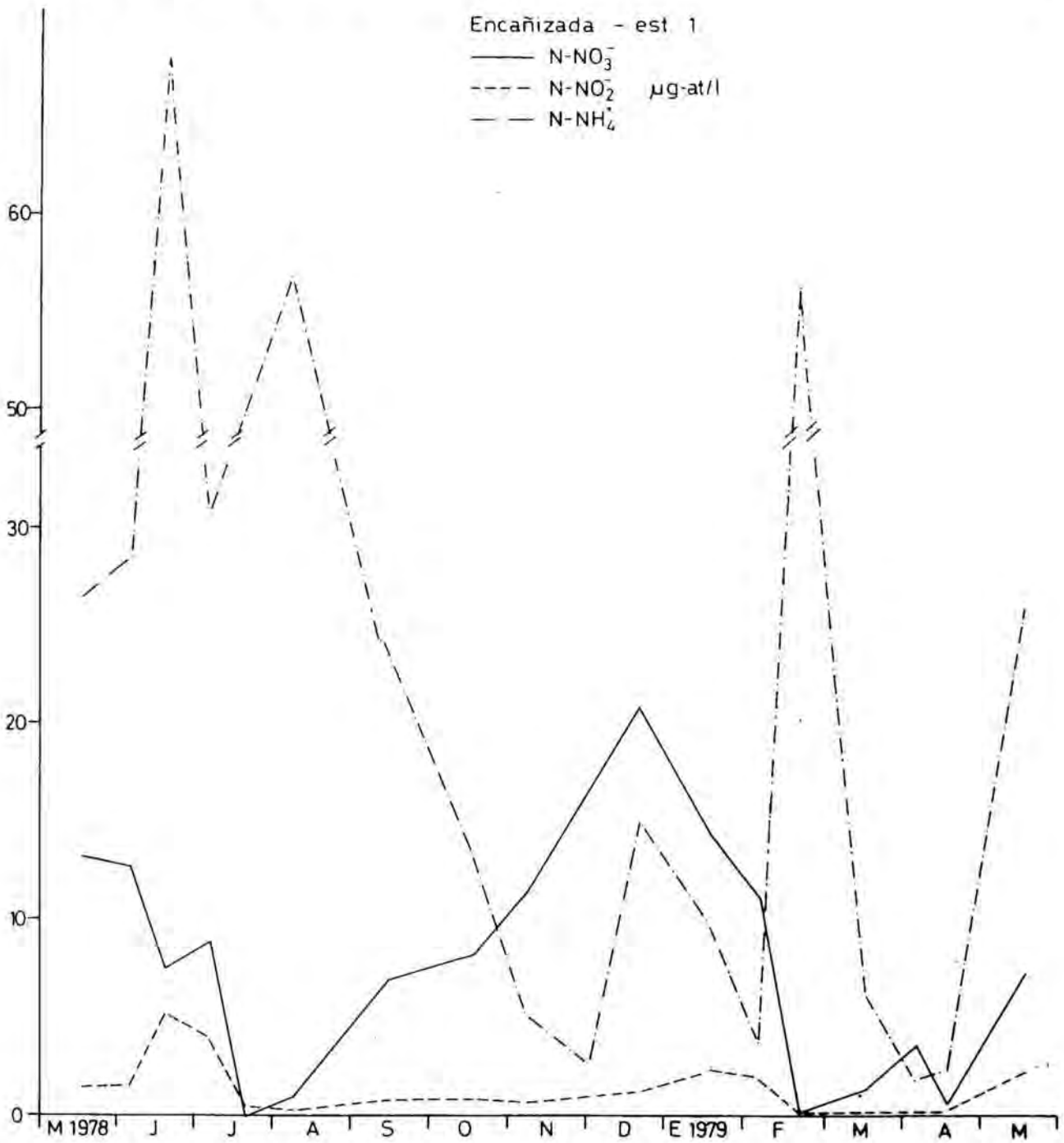


FIG. 8. Variación estacional de la concentración de nitrato, nitrito y amonio en la estación 1 de la Encañizada. - *Seasonal fluctuations of nitrate, nitrite and ammonia at station 1 of the Encañizada.*

La concentración de las formas oxidadas, nitratos y nitritos, disminuye desde el inicio del ciclo estudiado, mayo 1978, hacia los meses cálidos, llegando incluso a ser inapreciables en los más calurosos (fig. 8). En cambio la de amonio muestra en esta época los valores más altos del ciclo, entre 50 y 70 µg-at/l. Este proceso indica una influencia externa inicial muy grande de los canales de desagüe. En el

comienzo del ciclo, época de la llegada de agua dulce por los canales, es cuando se obtienen concentraciones de 80 µg-at/l en el agua que circula por los mismos. Además sugiere una intensa desnitrificación bacteriana que no ha sido comprobada en nuestro caso, pero que se ha observado en ambientes similares (KAPLAN *et al.*, 1979).

A mediados de otoño se rompe la re-

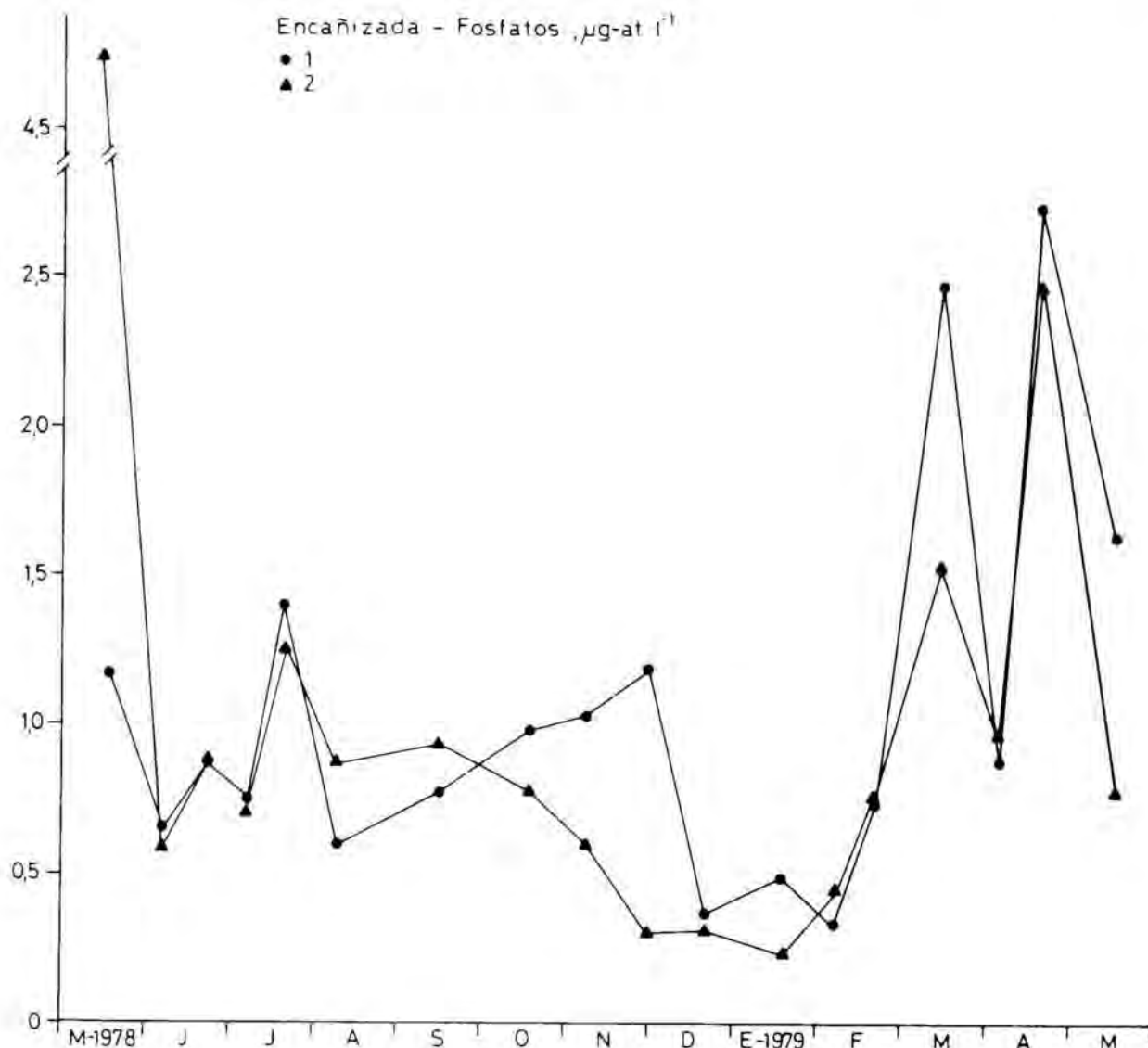


FIG. 9. Variación estacional de la concentración de fósforo reactivo soluble en la Encañizada. - *Seasonal fluctuation of soluble reactive phosphorus in Encañizada.*

lativa estabilidad climática del verano. Las fracciones más oxidadas del nitrógeno aumentan su concentración hasta alcanzar el máximo del ciclo durante el invierno, 21 y 27 $\mu\text{g-at/l}$ N-NO_3^- en diciembre en las estaciones 1 y 2 respectivamente. El máximo de nitritos es similar en ambas estaciones, 3 $\mu\text{g-at/l}$ N-NO_2 . Por las mismas fechas la concentración de amonio muestra los valores más bajos del ciclo, alrededor de 2 $\mu\text{g-at/l}$ N-NH_4^+ , a final de noviembre.

Durante el invierno y primavera de 1979 las concentraciones de las tres formas de nitrógeno inorgánico siguen una pauta parecida a la observada durante la proliferación de los meses iniciales del

ciclo. Nitratos y nitritos disminuyen progresivamente hasta casi agotarse conforme se desarrollan las poblaciones de algas fitoplanctónicas iniciadas con las nuevas condiciones ambientales creadas por la entrada de agua del mar. El amonio, que alcanza un máximo relativo a final de febrero, también disminuye hasta valores muy bajos, 2,5 $\mu\text{g-at/l}$, en marzo y abril, cuando las poblaciones de algas planctónicas llegan a su máxima densidad (ver Apéndice). En mayo de 1979 la concentración de las tres formas de nitrógeno inicia su aumento hacia valores similares a los del mismo mes del año anterior.

Fósforo

La concentración de fósforo reactivo soluble al inicio del ciclo es alta (fig. 3), consecuencia del aporte externo de los canales de agua dulce. En la estación 1 es de 1,17 $\mu\text{g-at/l}$ y en la estación 2 de 4,71 $\mu\text{g-at/l}$. Pero disminuye rápidamente a 0,5 $\mu\text{g-at/l}$ al mes siguiente conforme aumenta la densidad del fitoplancton. En cualquier caso no disminuye hasta valores indicativos de deficiencia como sucede con el nitrógeno. Parte del fósforo puede también desaparecer del agua en estos meses al aumentar el pH por la intensa actividad fotosintética, y precipitar en los sedimentos o sobre otros sustratos (vegetales superiores) junto con carbonatos. El sedimento se convierte así en un depósito de fósforo de donde puede liberarse y volver de nuevo al agua, aunque en una fracción reducida, cuando el fondo esté en condiciones reductoras (MARGALEF, 1969).

En el otoño existe una clara diferencia entre las dos estaciones de muestreo. Al final de noviembre en la estación 1 hay 1,18 $\mu\text{g-at/l}$, mientras que en la estación 2 solamente se observan 0,30 $\mu\text{g-at/l}$. Puede explicarse esta divergencia por la aparente utilización que de él hacen las poblaciones de fitoplancton. En la estación 2 se produjo un segundo pico en la abundancia de fitoplancton, mientras que en la 1 disminuye a partir de septiembre. Respecto a los demás parámetros analizados no se observan diferencias significativas entre las dos estaciones de muestreo.

La precipitación del fósforo se favorece a partir de diciembre por el aporte en grandes cantidades de cationes con el agua marina. Es durante el período de diciembre a febrero cuando se observan los mínimos absolutos de fosfatos, del orden de 0,25 $\mu\text{g-at/l}$ en ambas estaciones. La concentración de fosfatos aumenta al final del período salado, mientras la densidad del fitoplancton supera el millón de células por ml de agua. Los valores observados en estos meses están entre los máximos del ciclo: 2,47 $\mu\text{g-at/l}$ en la estación 2 y 2,73 $\mu\text{g-at/l}$ en la estación 1.

Pero las variaciones son grandes de un mes a otro por lo que el intercambio con el sedimento se supone muy activo, ya que el pH aumenta por encima de 8,5, debido a la alta producción primaria, y la relación Mg/Ca llega a valores muy superiores a los del agua marina, explicables por la precipitación de calcio y la mayor solubilidad del magnesio.

Silicio

Las concentraciones observadas varían en el intervalo de 9 a 112 $\mu\text{g-at/l}$ (0,25-3,13 mg/l) de silicato reactivo soluble. Esta es la variación más amplia registrada entre los elementos de proporcionalidad variable estudiados. En los dos puntos de toma de muestras la fluctuación anual es muy parecida (Apéndice 1).

La variación estacional del período de mayo a diciembre está relacionada con varios factores. Por un lado con las fluctuaciones de la densidad de diatomeas planctónicas (COMÍN, 1982). La estación 1 es afectada antes que la estación 2 por la llegada de agua dulce de los canales. El silicio disponible es allí captado por las diatomeas antes que en la estación 2, de modo que en esta última la cantidad de silicio es en mayo de 1978 de 110 $\mu\text{g-at/l}$, mientras que en la primera es de 40 $\mu\text{g-at/l}$. Al mes siguiente, junio, se observa el mínimo de silicio disuelto en el agua durante el período «dulce»: 35 y 21 $\mu\text{g-at/l}$ en las estaciones 1 y 2 respectivamente. Coincide con el máximo de la proliferación de diatomeas.

Por otra parte estos valores tan elevados en la laguna se relacionan con los vertidos por los canales. Las elevadas concentraciones de los meses de octubre y noviembre, 100 $\mu\text{g-at/l}$, están directamente relacionadas con la descarga de agua dulce por los canales que tiene una concentración muy alta de silicio. En estas fechas la concentración de silicio no está claramente relacionada con la densidad de diatomeas, ya que la mayor parte de éstas son poblaciones bentónicas puestas en suspensión temporalmente (Apéndice 2). Por último, algunos autores, han

demostrado el paso de silicio al agua libre a partir del sedimento, principalmente en verano si existe una estratificación y una capa de agua profunda anaeróbica (HUTCHINSON, 1957).

Durante el período de aumento de la salinidad, correspondiente al invierno del año 1979, se observan los valores mínimos del ciclo que, en general, no sobrepasan 22 $\mu\text{g-at/l}$, siendo los más frecuentes entre 8 y 12 $\mu\text{g-at/l}$. Esta diferencia con respecto al período anterior está claramente determinada por la entrada de agua del mar, que tiene en general una concentración de silicio mucho más baja que las aguas dulces (RAYMONT, 1980).

Otros factores deben influir también en la disponibilidad de silicio en el agua, pues en los meses de mayor salinidad, marzo y abril de 1979, aumenta la concentración a 88 y 68 $\mu\text{g-at/l}$ en las estaciones 1 y 2 respectivamente. Las distintas formas de silicio presentes en el agua forman un sistema semejante al del carbónico-carbonatos (MARGALEF, 1974) de modo que algunas fluctuaciones observadas deben estar también influidas por las variaciones de pH y alcalinidad.

Hierro y manganeso

El hierro es más abundante al final de la primavera y en otoño, cuando llega al máximo de 2,3 mg/l en la estación 1 y 3,2 mg/l en la estación 2. En cambio es mínimo en los meses de más calor, entre 0,08 y 0,2 mg/l, en agosto y septiembre. Durante el período de enero a abril, de influencia marina, oscila, en un rango intermedio, entre 0,2 y 0,7 mg/l.

En condiciones de elevados pH y tensión de oxígeno propias de nuestra laguna debe aceptarse la interpretación más generalmente aceptada dada por HUTCHINSON (1957). El potencial de óxido-reducción esperado debe oscilar entre +0,4 y +0,8 volts y por ello el hierro presente está en la forma oxidada. Esto debe ser especialmente válido en los meses de mayo a diciembre, cuando debido a la escasa mezcla con agua marina, la cantidad de materia orgánica que lle-

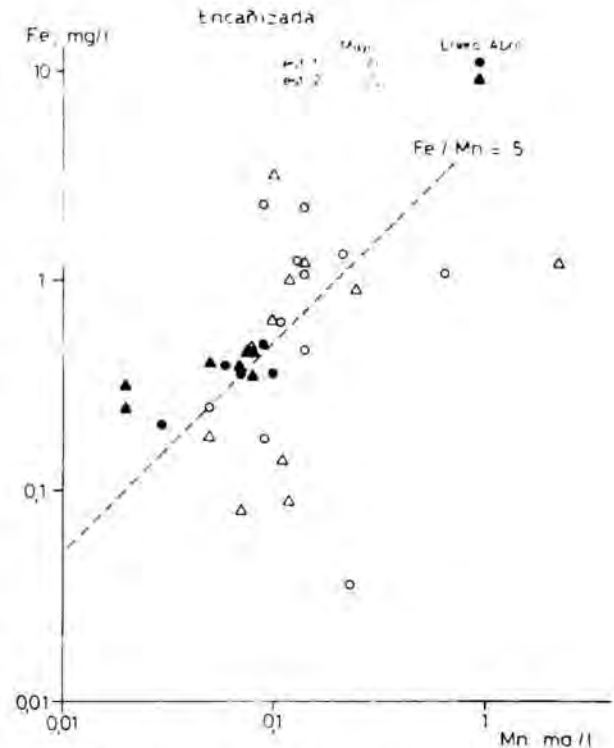


FIG. 10. Relación entre la concentración de hierro y manganeso en la Encañizada. - Relationship among the concentrations of iron and manganese in Encañizada.

ga, se produce y se acumula en el interior de la laguna es muy alta, lo que puede retener el hierro en forma de complejos.

Las mayores concentraciones de manganeso se observan en el mes de julio, 0,65 y 0,25 mg/l en las estaciones 1 y 2 respectivamente. El resto del año 1978 son inferiores, del orden de 0,1 mg/l. Y durante el período de enero a abril, aún más bajas, con mínimo de 0,02 mg/l en el momento de mayor salinidad en abril.

El valor medio del cociente de las concentraciones de hierro y manganeso para el período de mayo a diciembre del año 1978 es 7,4; y para el resto del ciclo anual 7,2, valor superior al más generalizado para aguas dulces y marinas, que es 5 (MARGALEF, 1974). Esta coincidencia de cociente Fe/Mn entre los dos períodos no explica nada pues en realidad dicha relación varía dentro de un rango muy amplio (fig. 10) como consecuencia de las fluctuaciones de las concentraciones de ambos elementos a lo largo del ciclo.

En otoño se supone que actúa también un proceso de difusión del sedimento al agua libre. La proximidad del fondo es un factor importante y la agitación del agua provocada por el viento se extiende a las primeras capas del sedimento, con lo que se modifica el potencial redox de modo que puede producirse una redisolución parcial del hierro ferroso. Durante estos meses se observan los mayores valores de la relación Fe/Mn, superiores a 10. En otros estudios (PLANAS, 1973) se ha sugerido que el manganeso puede encontrarse formando complejos no reducibles. Sin embargo, la presencia de materia orgánica hace al hierro más modificable que al manganeso, lo cual explicaría en nuestro caso la extraordinariamente elevada proporción del primero con respecto al segundo en este período.

Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto en las aguas superficiales de la Encañizada varía mayoritariamente entre 5 y 10 ml/l (ver Apéndice 1) que hechas las correspondientes conversiones a porcentajes de saturación en función de la temperatura y la clorinidad (AFHA, 1965; RILEY & SKIRROW, 1965) corresponden al intervalo de 100 % a 150 %. Esto es normal en aguas superficiales en donde, independientemente de la presión parcial del oxígeno en la atmósfera contigua y del coeficiente de solubilidad del mismo, la difusión es elevada debido a la agitación turbulenta provocada por el viento, casi continuo en nuestra zona de trabajo. Sobre estas condiciones de facilidad para el intercambio gaseoso con la atmósfera, deben situarse la actividad química y biológica que pueden provocar desplazamientos del porcentaje de saturación en uno u otro sentido.

Los máximos tantos por cientos de saturación (210 % estación 1 y 175 % estación 2) ocurren en julio de 1978 coincidiendo con los máximos de producción del fitoplancton al igual que en abril de

1979 (160 %, estación 1; 140 %, estación 2).

El agua se mantiene sobresaturada en oxígeno, pero por debajo de 160 %, durante todo el período cálido, durante el que la proliferación de cianofíceas domina el fitoplancton. Sigue un descenso hasta final de noviembre explicable porque la biomasa de cianofíceas general también disminuye, y ello implica un consumo elevado de oxígeno para su oxidación dada su gran cantidad. Un fenómeno similar se ha referido en otros ambientes acuáticos donde proliferan cianofíceas (TOJA, 1976); y puede llegar a provocar una depleción de O_2 en el caso de que se produzca una muerte masiva de las mismas por fotooxidación letal (SHILO, 1975).

A final de noviembre este proceso llega a su límite ya que la actividad fotosintética también disminuye bruscamente y el porcentaje de saturación de oxígeno disminuye a 65 % en la estación 1 y a 70 % en la estación 2.

Durante el período «salado», de diciembre a mayo, las fluctuaciones del contenido de oxígeno son menos regulares que durante el resto del año, y mayores en la estación 1 que en la estación 2. El menor nivel del agua y las fluctuaciones de la actividad del fitoplancton introducen mayores variaciones. El mínimo anual se observa en este período (estación 1: 0,98 ml/l, 13 %).

En mayo 1979 el contenido en oxígeno se aproxima a valores del 100 % similares a los del año anterior por las mismas fechas. Sin duda la disminución de la salinidad, causada por la llegada de agua dulce, provoca la muerte de las grandes poblaciones de fitoplancton, disminuyendo la producción primaria y la cantidad de oxígeno disuelto, el cual se ajusta a un nuevo equilibrio entre el agua y la atmósfera.

FITOPLANCTON

Composición

Existe una diferencia muy marcada en

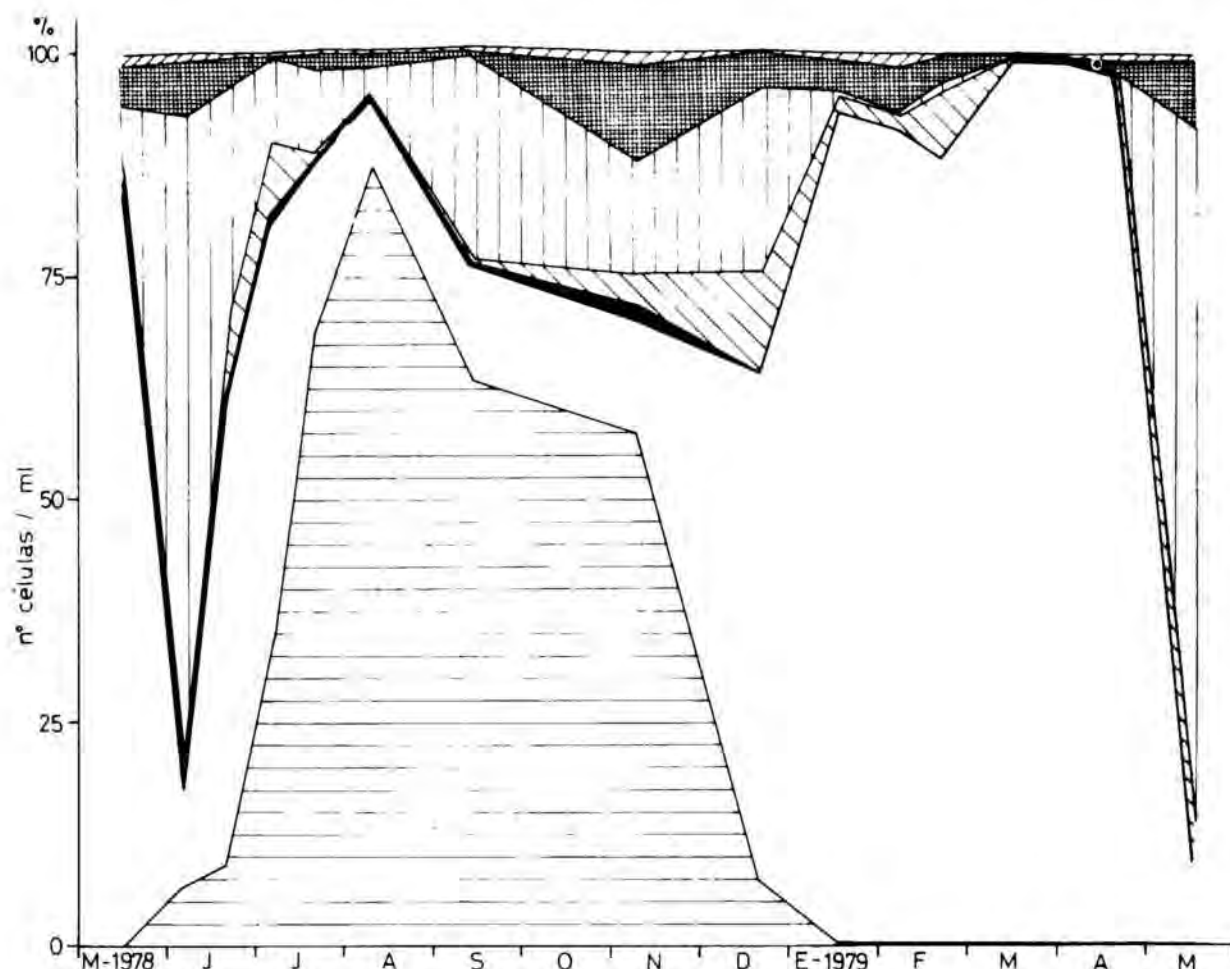
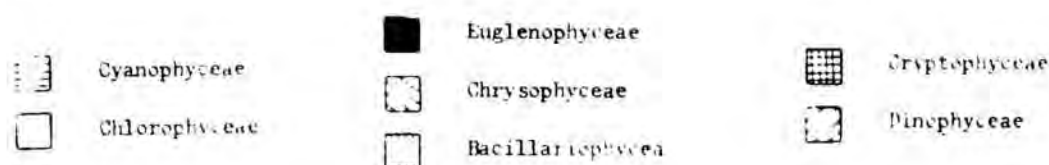


FIG. 11. Distribución anual de la abundancia relativa de las principales clases de fitoplancton en la estación 1 de la Encañizada. - Annual distribution of the relative abundance of phytoplankton at station 1.



la composición y sucesión estacional del fitoplancton de la Encañizada entre los períodos de mayo a diciembre del año 1978, durante el cual la concentración de cloruros varía entre 0,2 y 3,2 g Cl⁻/l, y el período de enero a abril del año 1979, durante el cual la concentración de cloruros varía entre 4,3 y 20 g Cl⁻/l (Comín, 1982).

En total se identificaron 205 especies. Su distribución durante el primer período señalado sigue, en general, el modelo de lagos dulces eutróficos (KOONCE & HASLER, 1972; NICHOLLS, 1976). Se

observa que tres clases de algas, *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae* y *Cyanophyceae*, son las más abundantes cuantitativamente y que existe una sucesión estacional de la dominancia de estos tres grupos, es decir, que representan más del 50 % del total de individuos en períodos de tiempo sucesivos. Las diatomeas son dominantes en los meses de mayo y junio. Les siguen hasta mediados de verano las clorofíceas; y las cianofíceas son mayoritarias desde mediados de verano hasta noviembre (fig. 11).

Durante ese mismo período, mayo-di-

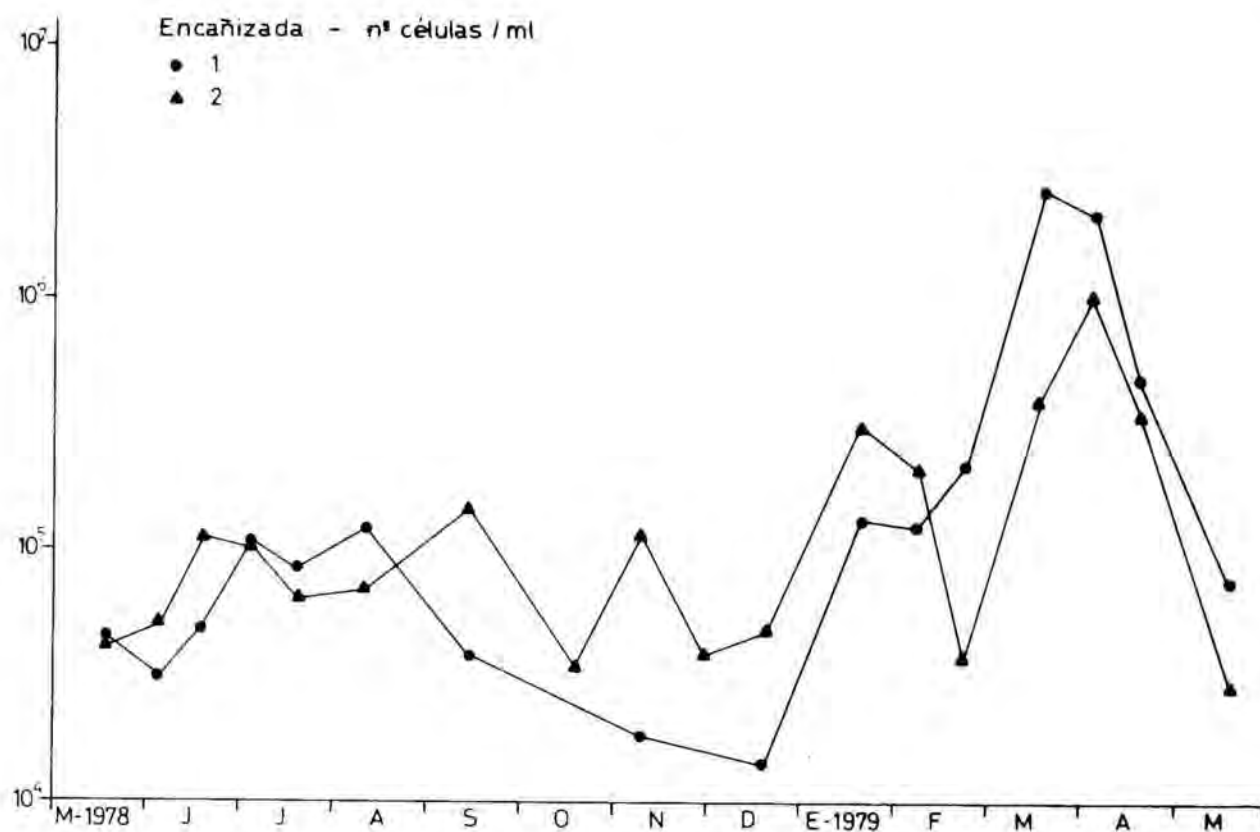


FIG. 12. Variación anual de la densidad total de fitoplancton en la Encañizada. - Annual fluctuation of the total density of phytoplankton in Encañizada.

ciembre 1978, las euglenofíceas fueron comunes. Se identificaron doce especies diferentes del género *Euglena*, nueve de *Phacus*, cuatro de *Trachelomonas*, cinco de *Strombomonas* y una de *Lepocinclis*. Su abundancia en todo momento representa menos del 1% del total de células por mililitro, con dos máximos de abundancia, al principio del verano y en noviembre, que se relacionan con máximos en las concentraciones de amonio y de hierro. Esta es una consecuencia de la facilidad que tienen estas especies para captar ambos elementos (HUTCHINSON, 1967).

Durante el resto del ciclo anual, de diciembre a abril de 1979, el incremento constante de la salinidad causado por las sucesivas entradas de agua marina a la laguna; establece las condiciones adecuadas para el desarrollo de una comunidad característica de un ambiente rico en nutrientes y sometido a fluctuaciones muy intensas y frecuentes (MARGALEFF, 1969); con una especie, *Dunaliella sp.*, de

pequeña talla y alta tasa de reproducción, muy abundante, y pocas especies más acompañantes (ver Apéndice 2).

Durante este tiempo las especies son típicas de aguas costeras y de salinidad intermedia entre el agua dulce y la marina. Algunas criptofíceas: *Cryptomonas acuta*, *Hemiselmis rufescens*, *Chroomonas sp.* y la heterótrofa *Leucocryptos marina*, se presentan rigurosamente en el período de salinidad elevada.

Entre las euglenales, sólo *Eutreptiella marina*, especie pigmentada con dos flagelos desiguales en longitud y característica de ambientes estuáricos con abundante materia orgánica (LACKEY, 1967), es destacable. Su densidad fue muy baja, entre 100 y 400 cel/ml, pero en ocasiones han sido citadas proliferaciones muy densas, y en la Encañizada en marzo de 1981 se contaron $15 \cdot 10^3$ cel/ml.

Biomasa y producción

Durante el período «dulce», de mayo a diciembre de 1978, los valores de bio-

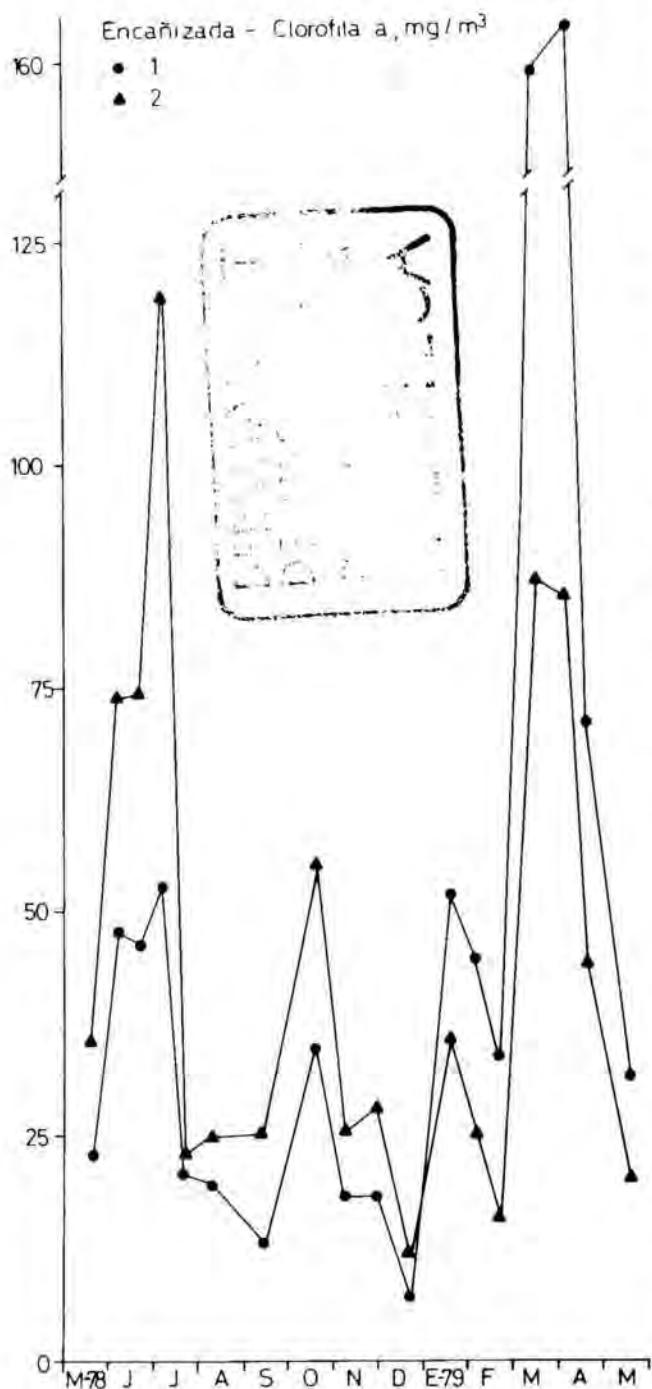


FIG. 13. Variación anual de la concentración de clorofila «a» en la Encañizada. - *Seasonal fluctuation of chlorophyll «a» in Encañizada.*

masa y producción de la estación 2 son en general superiores a los de la estación 1 (figs. 12, 13 y 14). Esta diferencia se observó también en las concentraciones de los nutrientes, principalmente de fósforo.

Al comienzo de las observaciones, en mayo 1978, la biomasa es parecida en

ambos puntos, $4 \cdot 10^4$ cel/ml. La concentración de clorofila y la producción primaria también son parecidas en las dos estaciones: alrededor de 30 mg de clorofila *a*/m³, y de 30 mg de C por m³ en una hora respectivamente.

En junio y julio diatomeas y clorofíceas, principalmente, en rápido crecimiento poblacional, se suceden en la dominancia del fitoplancton. La cantidad de nutrientes y la radiación luminosa son altas y las algas proliferan, llegando a un máximo de abundancia en el mes de julio 10^4 cel/ml en la estación 1 y $15 \cdot 10^4$ cel/ml en la estación 2. En la estación 1 el contenido de clorofila *a* aumenta de 40 a 50 mg/m³ y la producción de 100 a 150 mg C/m³ h⁻¹. En cambio, en la estación 2 la clorofila supera los 50 mg/m³ y llega al máximo del período «dulce» —118 mg/m³— coincidiendo con la mayor densidad de las algas, mientras que la producción varía entre 250 y 290 mgC/m³ h⁻¹.

A final de julio, durante el período de cambio en la composición del fitoplancton que pasa a ser dominado por cianofíceas, la concentración de clorofila y la producción primaria disminuyen hasta valores alrededor de 20 mg/m³ y 25 mg C/m³ h⁻¹. El crecimiento de las poblaciones de cianofíceas aumenta la densidad de algas. En la estación 1 lo hace más rápidamente, ya que en agosto el recuento total es $1.25 \cdot 10^5$ cels/ml. En cambio en la estación 2 el desarrollo es más lento y el máximo se alcanza en septiembre con $1,5 \cdot 10^5$ cels/ml. Durante el resto de los meses calurosos en la estación 1 disminuye progresivamente su abundancia por bajo de $5 \cdot 10^4$ cels/ml hasta final de otoño. En la estación 2 la densidad es variable pero poblaciones muy densas de cianofíceas se observan todavía a principios de noviembre ($1,1 \cdot 10^5$ cels/ml). La concentración de pigmentos refleja esta diferencia: de 15 a 20 mg clor. *a*/m³ en la estación 1; y de 22 a 35 mg clor. *a*/m³ en la estación 2. En la producción es aún más notable: 40 mg C/m³ h⁻¹ y 100 mg C/m³ h⁻¹ respectivamente.

A partir de noviembre desaparecen las condiciones que favorecen el desarrollo

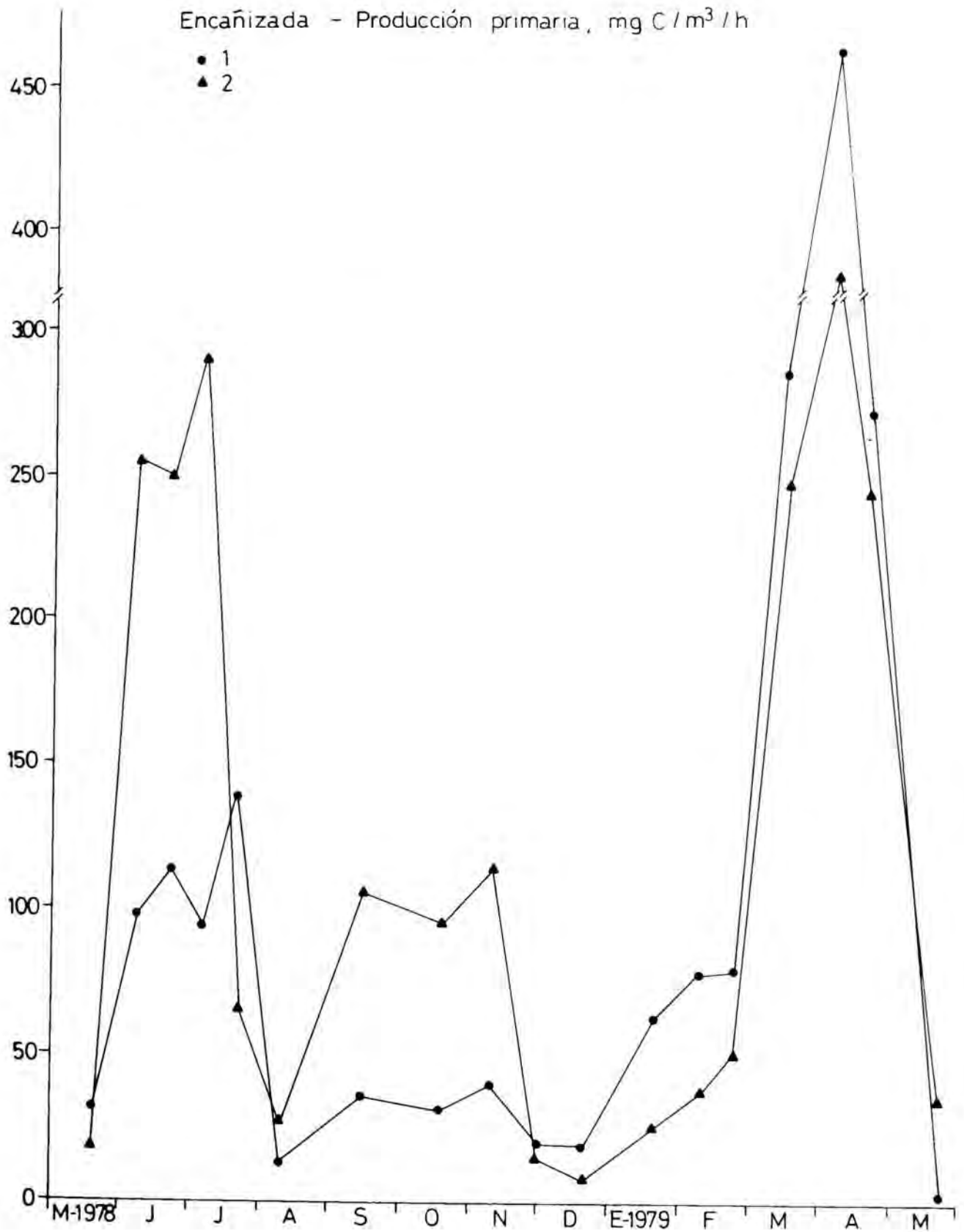


FIG. 14. Variación anual de la producción primaria del fitoplancton en la Encañizada. - *Seasonal fluctuation of primary production in Encañizada.*

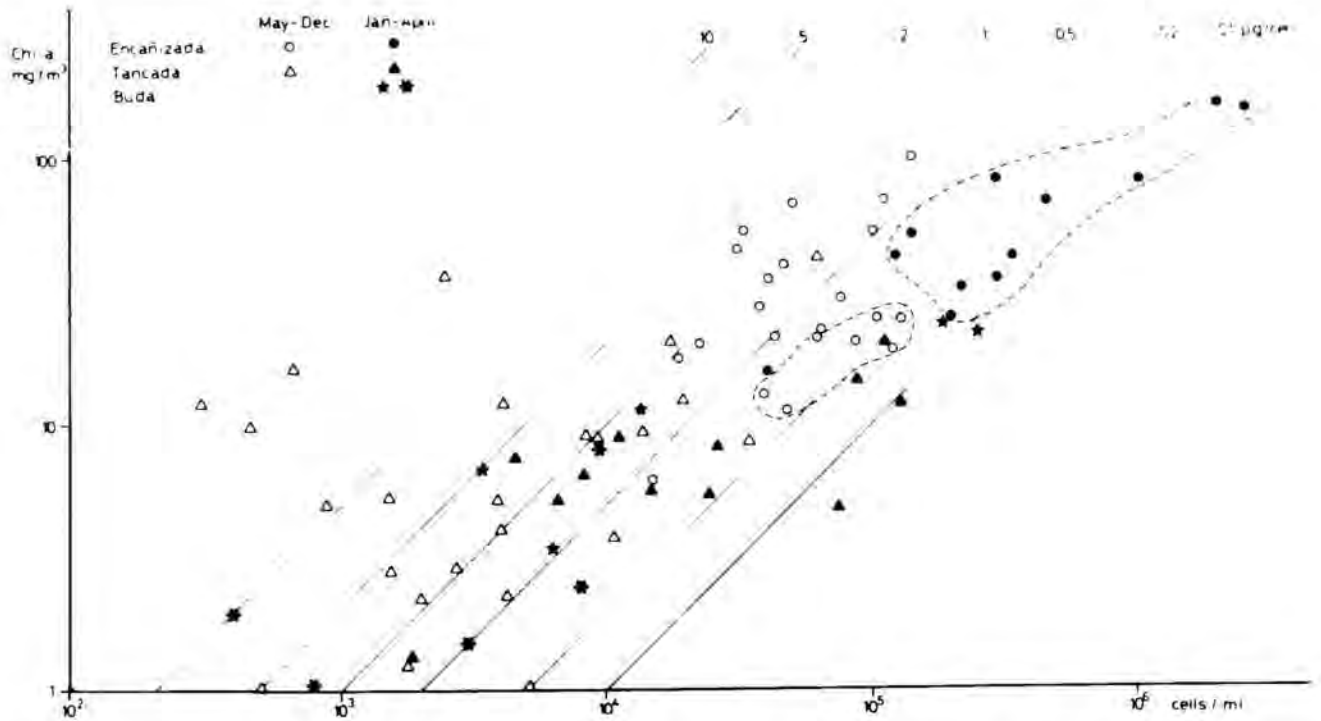


FIG. 15. Relación entre la concentración de clorofila *a* y la densidad total de fitoplancton en la Encañizada, Tancada y Buda. - Relationship among chlorophyll *a* concentration and total density of phytoplankton.

de las cianofíceas. La salinidad aumenta al cesar los aportes de agua dulce y entrar el agua del mar (fig. 5) y en la composición del fitoplancton se aprecian cambios sustanciales (Apéndice 2). En esta fase, final de noviembre a diciembre, los tres parámetros estudiados señalan los mínimos absolutos. La densidad de algas es de $1,4 \cdot 10^4$ cels/ml en la estación 1 y de $3,8 \cdot 10^4$ cels/ml en la estación 2; la concentración de pigmentos de 7 a 12 mg clorofila *a*/m³ respectivamente; y la producción de 8 y 20 mg C/m³ h⁻¹ en el mismo orden.

Durante el invierno se desarrollan las poblaciones con más ventajas en estas nuevas condiciones de flujo alto y salinidad creciente, perfilando con pequeñas pausas, si las hay, hasta alcanzar los máximos absolutos, del orden de millones de células en un mililitro de agua al comienzo de la primavera (en la estación 1: $2,7 \cdot 10^6$ cels/ml en marzo; en la estación 2: $1,05 \cdot 10^6$ cels/ml a principios de abril). La concentración de pigmentos y la producción primaria aumentan al mismo tiempo y llegan a los valores máximos —164 mg clorofila *a*/m³ y 468

mg C/m³ h⁻¹ en la estación 1; 85 mg clorofila *a*/m³ y 385 mg C/m³ h⁻¹ en la estación 2—.

Relaciones entre biomasa, pigmentos y producción primaria

Los tres parámetros estudiados, densidad, clorofila *a* y producción primaria del fitoplancton, están positivamente correlacionados. La concentración de clorofila *a* con cada uno de los otros dos en un grado de correlación alto, $r = 0,7$ ($p \leq 0,01$) y la producción primaria y el número total de células por volumen de muestra algo menos, $r = 0,57$ ($p \leq 0,01$). En lagunas someras y eutróficas no es extraño que se obtengan valores relativamente bajos de esta correlación ya que son importantes los elementos de interferencia que pueden modificar el metabolismo del plancton e incluso alterar la determinación de los parámetros mencionados, por ejemplo, la presencia de clorofila detrítica y materia orgánica e inorgánica en suspensión.

El contenido de clorofila por célula es

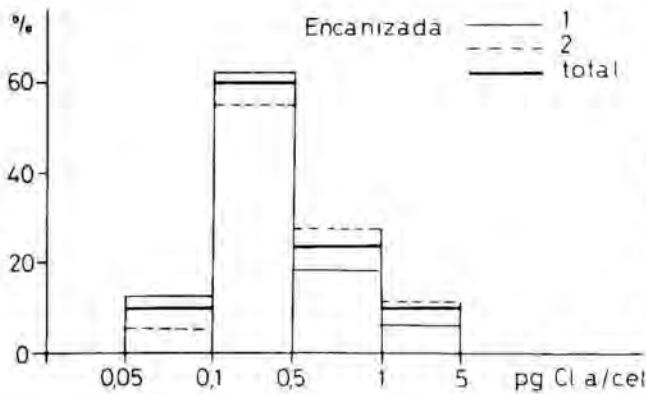


FIG. 16. Distribución de frecuencias de la relación clorofila «a» por célula en una escala logarítmica. - Frequency distribution of the ratio chlorophyll «a»/cell on a logarithmic scale.

inferior a 1,5 pg/cel, y en ocasiones menor de 0,1 pg/cel (fig. 15). Estos valores tan bajos son propios de poblaciones muy densas y con un tamaño de las células muy pequeño. Las muestras de la Encanizada cumplen estas características durante la mayor parte del año, ya que corresponden a proliferaciones de especies en general con su dimensión mayor inferior a 10 μm . Así no es de extrañar que en el conjunto de los datos correspondientes a las dos estaciones de muestreo, más del 50 % de ellos queden dentro del intervalo 0,1-0,5 pg clorofila *a*/cel (figura 16).

En la figura 17 se ha representado la concentración de clorofila en relación con la tasa de fijación de carbono. La mayoría de los datos son inferiores a 5 mg C/mg clorofila *a* h^{-1} que es el valor más habitual dado como límite inferior de la máxima eficiencia productiva del fitoplancton en lagos y mares (MARGALEF, 1983).

La tercera relación posible, producción/número de células, indica que la cantidad de carbono fijada por millón de células se distribuye alrededor de un valor medio anual de 1 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel h}^{-1}$ pero existen, como en los otros dos índices, diferencias muy significativas entre los dos períodos mayo-diciembre 1978 y enero-abril 1979 (fig. 18). El 50 % de los valores del primero quedan entre 1 y 5 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel. h}^{-1}$. En el segundo, el 58 %

de los datos son inferiores a 0,5 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel. h}^{-1}$, valores muy bajos que corresponden a los meses en que la volvocal *Dunaliella* representa más del 90 % del total de células. En el primer período, por lo tanto, la eficiencia productiva por célula es mayor que en el segundo.

La fluctuación anual de las relaciones entre los parámetros considerados se ajusta a la sucesión estacional de las especies. A pesar de haber diferencias grandes en la densidad de algas entre las dos estaciones de muestreo la relación clor. *a*/n.º cel. experimenta variaciones a lo largo del ciclo muy próximas en las dos estaciones, e inversas al cociente entre las absorbancias de los extractos de pigmentos a las longitudes de onda de 430 y 665 nm (D 430/D 665). Ello está de acuerdo con la idea de MARGALEF (1960) de que los valores más altos del índice corresponden a un menor contenido total de clorofila por célula.

En el mes de mayo de ambos años 1978 y 1979 se observa un valor de la relación clor. «a»/cel. creciente por encima de 0,5 pg. A principios de junio la relación clor. *a*/cel. alcanza un máximo de 1,5, mientras el índice de pigmentos disminuye por debajo de 3, es el momento en que se inicia la sucesión del fitoplancton con una gran cantidad de diatomeas que se renuevan rápidamente. En junio se observa el máximo absoluto del cociente producción/biomasa, 5 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel. h}^{-1}$. La relación producción/clorofila también muestra valores máximos en estos meses, entre 2 y el máximo del año 6,6 mg C/mg clor. *a* h^{-1} .

En general durante la sucesión de mayo a diciembre de 1978 en que se observa una dominancia por grupos taxonómicos correlativa diatomeas-clorofíceas-cianofíceas, los tres índices resultantes de las relaciones entre n.º de células, clorofila y producción, disminuyen. El cociente clorofila *a*/cel. llega a ser entre 0,12 y 0,5 pg/cel. cuando dominan las cianofíceas, de final de julio a noviembre. La relación D 430/D 665 es alta, de 3,5 a 5 y se explica porque la renovación del agua es escasa y el mantenimiento de abundantes cianofíceas durante un período

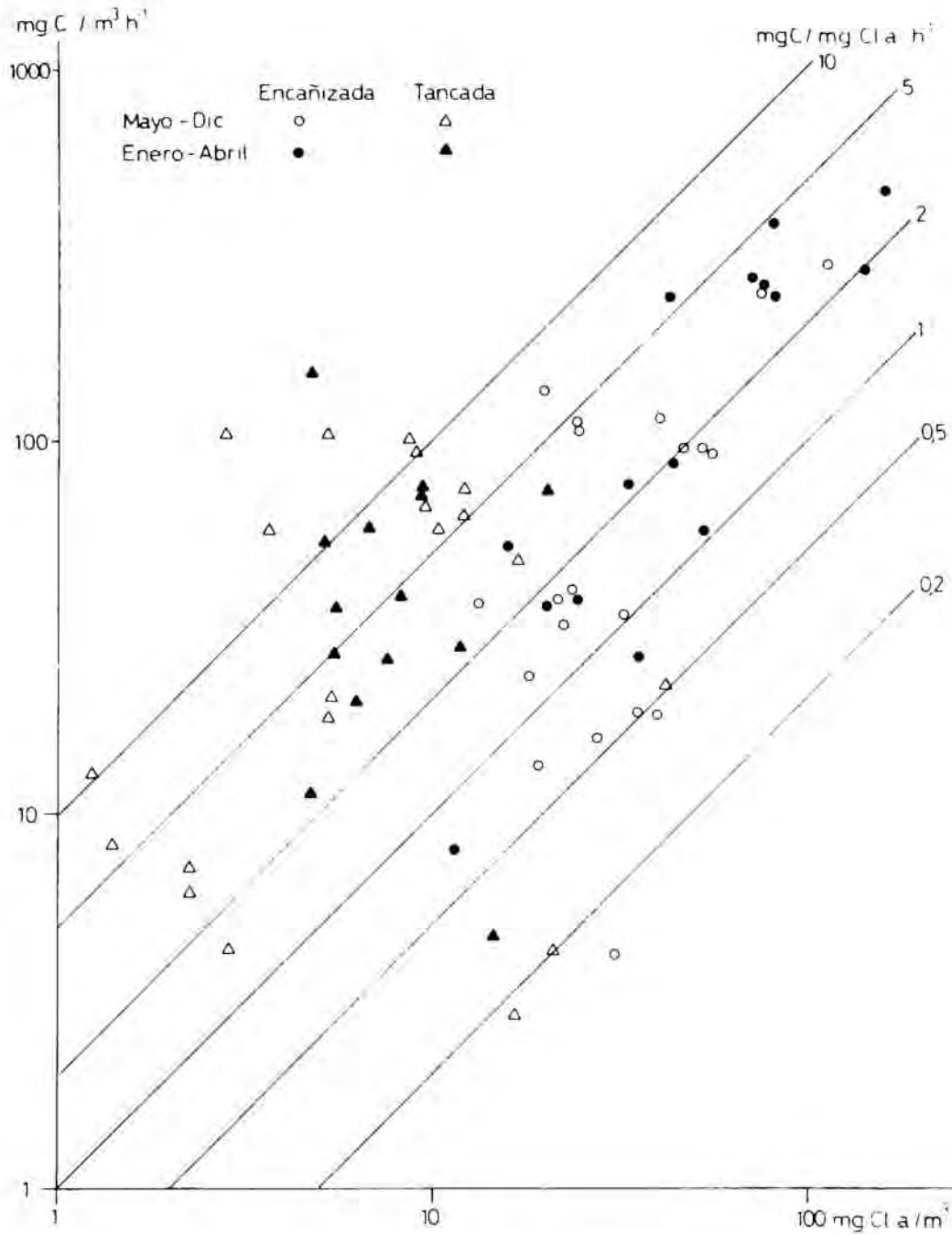


FIG. 17. Relación entre la producción primaria y la concentración de clorofila *a* del fitoplanc-ton en la Encañizada y Tancada. - Relationship among primary production and chlorophyl *a* in Encañizada and Tancada.

do de tiempo largo propicia un estado fisiológico general de las células deficiente, dificultad de síntesis y degradación de la clorofila. La media de la producción por peso de clorofila también disminuye pero los valores no son tan uniformes como los de los otros índices.

En octubre se observa un aumento esporádico extraordinario del cociente clorofila *a*/cel. (1,57 pg./cel.). Corresponde a los días de agitación del agua y sedimento por el viento, y aumento de las diatomeas bentónicas. Ya hemos mencionado, sin embargo, que la presencia de

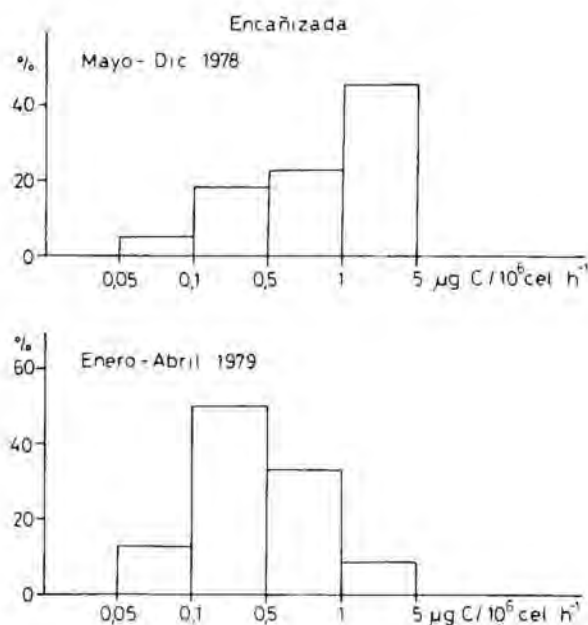


FIG 18. Distribución de frecuencias de la cantidad de carbono asimilado por millón de células y hora en la Encañizada en dos períodos del año. - *Frequency distribution of the carbon assimilated by 10^6 cells during one hour in Encañizada.*

clorofila detritica podría también influir en este aumento.

A final de noviembre las cianofíceas dejan de ser dominantes y aparecen otras especies en baja densidad. Ello supone una renovación de la comunidad. La relación clorofila *a*/cel. aumenta a valores entre 0,5 y 1 μg clorofila *a*/cel. y el índice de pigmentos disminuye ($D430/D665 = 2-3$).

A partir de diciembre 1978 la relación clorofila *a*/cel. disminuye progresivamente por bajo de 0,5 μg clor. *a*/cel., conforme aumenta el número de células, y llega al mínimo en marzo-abril 1979, 0,05 μg /cel., cuando la densidad de algas es máxima. Mientras tanto el índice de pigmentos aumenta por encima de 4, observándose el máximo, 6, en la misma fecha señalada. El cociente producción/clorofila aumenta durante estos meses continuamente desde 1 mgC/mg clorofila *a* h^{-1} en enero, al inicio de la sucesión de pequeños flagelados dominada por *Dunaliella*, hasta el máximo anual, 5,5 $\text{mg C}/\text{mg}$ clorofila *a* h^{-1} , en abril. Esta evolución es contraria a la disminución

del cociente P/B observada en las sucesiones biológicas «*sensu stricto*», y es del mismo signo que la de la biomasa, ya que la densidad total del fitoplancton aumenta durante este período. Pero tiene su justificación en el hecho de que otros factores que intervienen en la producción, especialmente luz y temperatura, también aumentan. Así aunque las condiciones intrínsecas del fitoplancton son peores en cuanto a eficiencia (contenido de clorofila por célula y tasa de fijación de carbono por célula en disminución y aumento del índice de pigmentos) las condiciones externas mejoran en el tiempo haciendo que una unidad de clorofila tenga mayor capacidad de producción.

Diversidad

El cálculo de la diversidad de especies del fitoplancton fue realizado según el índice de SHANNON & WEAVER (1949), $H = -\sum_i \log_2 p_i$ en bits por individuo. Se aprecia claramente la gran diferencia existente entre los bajos valores del período enero-abril 1979 y los del resto del año (fig. 19). La proliferación progresiva del alga *Dunaliella* a partir del mes de enero 1979, con una dominancia relativa superior casi en todo momento al 90 %, determina una disminución también progresiva por bajo de 1 bit/individuo, hasta los valores más bajos del ciclo 0,06 observados en los momentos de máxima abundancia relativa de *Dunaliella*, 99 % de la densidad total, a final de marzo y principios de abril.

Las variaciones observadas durante el período de mayo a diciembre 1978 quedan dentro del rango de 1,5 a 4 bits/ind. Los valores más bajos de estos corresponden a las fases de dominancia de pocas especies: *Dunaliella* en mayo en la estación 1, *Nitzschia kutzingiana* y *Nitzschia sp.* en junio en la estación 2, *Merismopedia tenuissima* y *Phormidium tenue* en agosto (estación 1) y noviembre (estación 2). Y los valores más grandes corresponden a períodos en que la desigualdad en la

abundancia de las distintas especies presentes no es tan grande a la vez que existen más especies por tratarse de fechas en las que se están produciendo cambios en la composición del fitoplancton.

Existen dos períodos en los cuales el cambio de la diversidad es más acusado. De diciembre a enero se aprecia una disminución de valores entre 2 y 4 bits/ind. a inferiores a 1 bit/ind., debida a la

proliferación de *Dunaliella*, favorecida por la renovación del agua de la laguna por la entrada de agua de mar. Y de abril a mayo se observa un cambio a la inversa del mencionado, causado por la disminución de la especie mencionada y el desarrollo de un número mayor de especies propiciado por la estabilización de las características del agua después de la llegada de agua dulce por los canales.

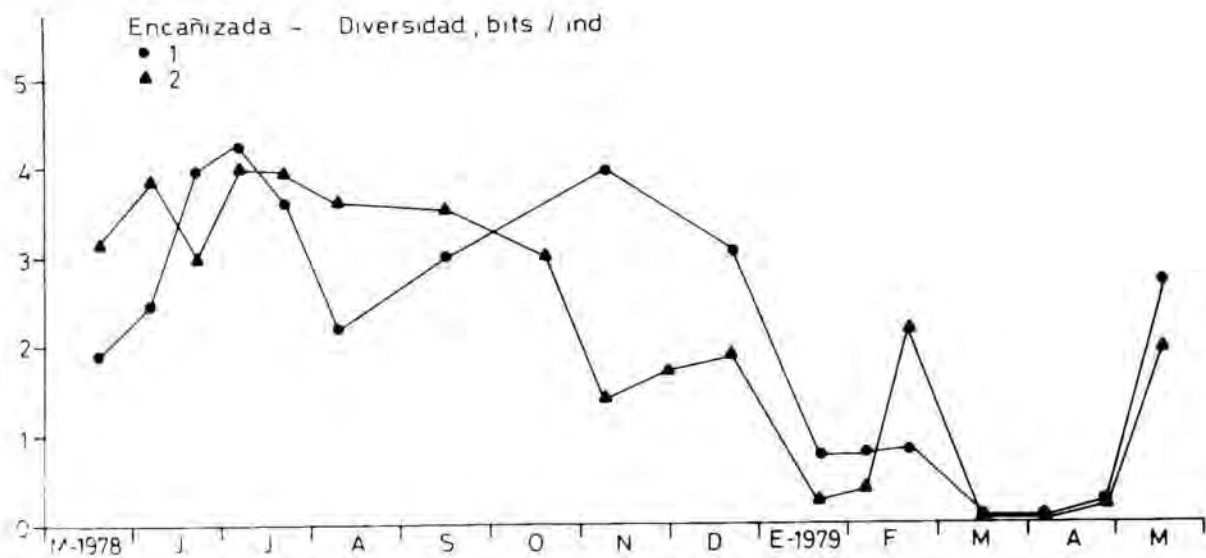


FIG. 19. Variación anual del índice de diversidad en la Encañizada. - Seasonal fluctuations of the diversity index in Encañizada.

LA TANCADA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Morfometría

La laguna de la Tancada tiene forma casi rectangular con su eje mayor paralelo a la línea de costa de la bahía de los Alfaques, de la cual dista 1 km. La orilla este también queda en la actualidad paralela a la línea de contacto del Delta con el mar abierto, pero ello es resultado de la acción erosiva de las corrientes sobre la costa.

En la zona central de la laguna la distancia entre las orillas norte y sur se reduce a 130 m. Este estrechamiento permite distinguir perfectamente dos cubetas, este y oeste, de características morfométricas muy parecidas (tabla 4). La cubeta oeste está toda ella rodeada de campos de arroz, excepto por su lado este por donde comunica con la otra cubeta. Esta, de forma cuadrada, está limitada al norte por campos de arroz; por el este un canal, un camino y una pequeña extensión de vegetación halófila (*Arthrocnemetea*) le separan de la playa; la distancia total hasta el mar es de 500 m. Por el sur, esta cubeta se separa de la

	CUBETA OESTE	CUBETA ESTE	TOTAL
Superficie (A) Km ²	0,89	0,91	1,80
Volumen (V) m ³	332.252	340.129	672.381
Profundidad máxima (z _m) cm	65	76	76
Profundidad media (\bar{z}) cm	37	37	37
Longitud (l) m	1.846	1.164	
Anchura (b) m	595	882	
Anchura media (\bar{b}) m	485	783	
Perímetro (L) m	4.830	3.815	8.645
Desarrollo del perímetro (D _L)	1,44	1,12	1,81
Desarrollo del volumen (D _V)	1,71	1,47	1,46

TABLA III. Parámetros morfométricos de la laguna la Tancada. - *Morphometric data of the Tancada lagoon.*

parte más interna de la bahía de los Alfaques, por las superficies de evaporación de unas salinas y una pequeña extensión de vegetación típica de salobrar. El fondo de la laguna es uniforme, sin cambios bruscos de relieve.

Nivel del agua

El modelo de fluctuación anual del nivel del agua es similar al de la Encañizada. La cubeta este (estación 4) mantiene constantemente una profundidad mayor que la oeste (estación 3), aunque de una a otra parte de la laguna no hay grandes diferencias (fig. 20).

Después del comienzo de la llegada de agua dulce por los canales de desagüe se produce una elevación de 40 a 60 cm del nivel que ya se mantiene casi cons-

tante hasta noviembre. Paralelamente, la concentración de cloruros disminuye por debajo de 4 g/l y oscila entre este valor y 0,6 g/l hasta principios de diciembre. Después del descenso del nivel del agua en noviembre hasta el mínimo absoluto del año (35 cm en la estación 3 y 47 cm en la estación 4), originando por las mismas causas que en la Encañizada, entra agua del mar y el nivel asciende rápidamente. En diciembre es ya superior a 60 cm. Durante el período de enero a abril oscila irregularmente. La concentración de cloruros aumenta progresivamente hasta el máximo de 21 g/l en la segunda quincena de abril.

Temperatura

Las temperaturas del agua registradas en esta laguna son muy próximas a las de la Encañizada. El intervalo de variación observado fue similar, de unos 23 °C. El máximo observado fue de 25,4 °C en la estación 3 a final de julio; y el mínimo el último día de noviembre en la estación 4, 3,8 °C (véase el Apéndice 1).

Limitaciones a la propagación de la luz

La cantidad de plancton es relativamente escasa en la Tancada, y la vegetación sumergida ocupa extensas praderas durante gran parte del año, lo cual hace que sólo en períodos de fortísimo viento, con suspensión de material del sedimento, deje de verse el fondo. Esto ocurrió en el mes de octubre y a final del mes de noviembre, cuando la profundidad de visión del disco de Secchi fue de 20 y 7 cm de profundidad respectivamente (figura 20).

Características del agua de los canales de desagüe

Las muestras fueron tomadas en el canal de la Capitana (estación 8), en la par-

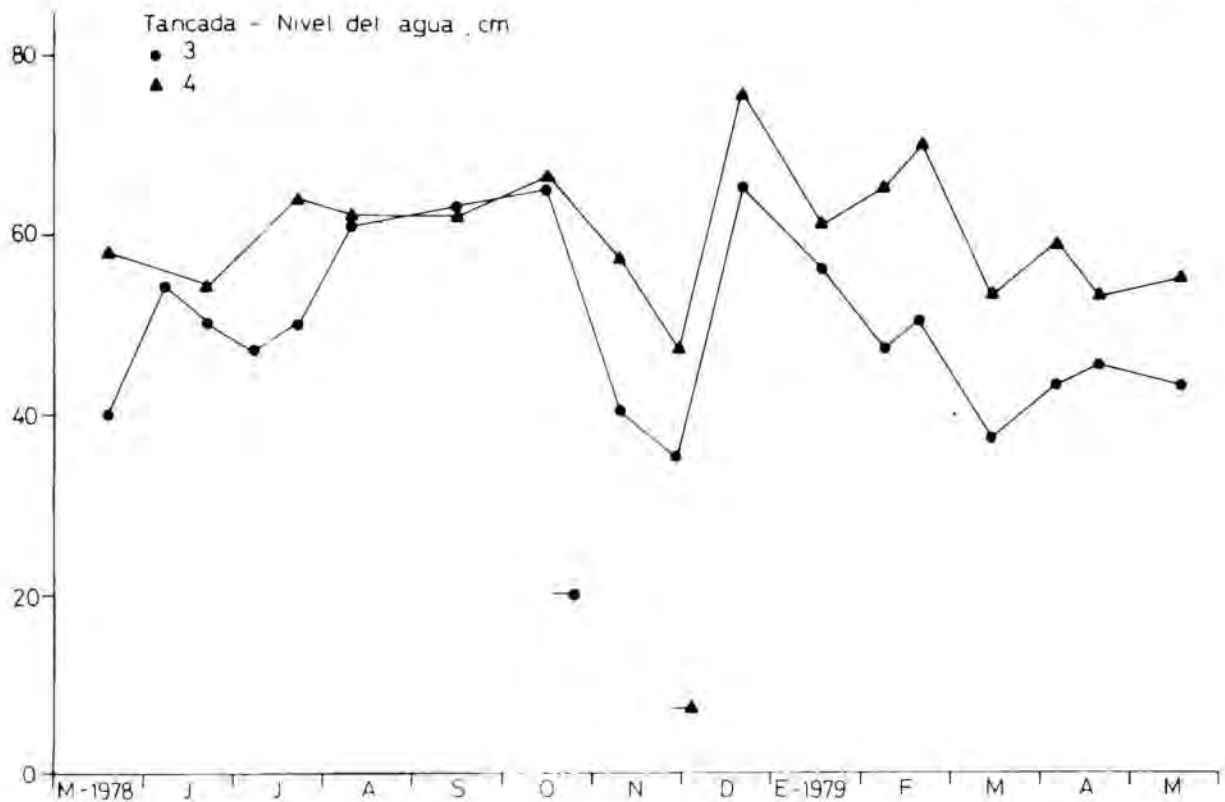


FIG. 20. Profundidades medidas en las dos estaciones de la Tancada desde mayo de 1978 a mayo de 1979. Los guiones indican la profundidad de visión del disco de Secchi. - *Water depth measurements in the two sampling station of Tancada from May 1978 to May 1979. Dashes mark Secchi disc's vision depth.*

te central y más estrecha de la orilla norte de la laguna, a 100 m de su desembocadura (fig. 1). El agua fluyó libremente por el canal desde el principio del ciclo hasta el 21 de diciembre de 1978, fecha en que se cerró el paso del agua por medio de una compuerta construida con tablones de madera compactados con barro. Durante el invierno el agua estancada ante la compuerta fue disminuyendo su volumen hasta casi secarse el canal. La compuerta se retiró a finales de abril de 1979.

Las variables relacionadas con la mineralización muestran una distribución en el tiempo similar a la de los canales de desagüe de la Encañizada (fig. 21). En el período de mayo a diciembre los datos de conductividad son relativamente bajos, 1 y 2 mS/cm, comparados con el período que se inicia a finales de año durante el cual aumenta por encima de 2 mS/cm y llega a superar 20 mS/cm en abril, ya que, a pesar de estar situada la compuerta mencionada, el agua marina

ejerce su influencia.

La alcalinidad aumenta de mayo a julio de 2,5 a 3,5 meq/l, mientras el pH disminuye de 7,9 a 7,1. Después del verano la alcalinidad experimenta otro aumento, de 3 meq/l pasa a valores entre 4 y 5 meq/l durante el otoño, mientras el pH oscila entre 7,5 y 8,1 (ver Apéndice 1).

La concentración de nutrientes que tiene el agua de los canales que llega a la Tancada es muy inferior a la correspondiente a la Encañizada. Esta diferencia estriba en la, comparativamente, muy inferior área de drenaje de los canales que vierten su agua a la Tancada (fig. 1). La concentración de nitrógeno en forma de nitratos supera 1 $\mu\text{g-at/l}$ al principio (mayo-julio, 1-4,6 $\mu\text{g-at/l}$) y al final (noviembre-diciembre, 4,5 $\mu\text{g-at/l}$) del período funcional. Durante los meses más cálidos, la concentración es inapreciable o muy baja (0,25 $\mu\text{g-at/l}$). La concentración de fósforo oscila entre 0,3 y 3,2 $\mu\text{g-at/l}$. La cantidad de silicio transpor-

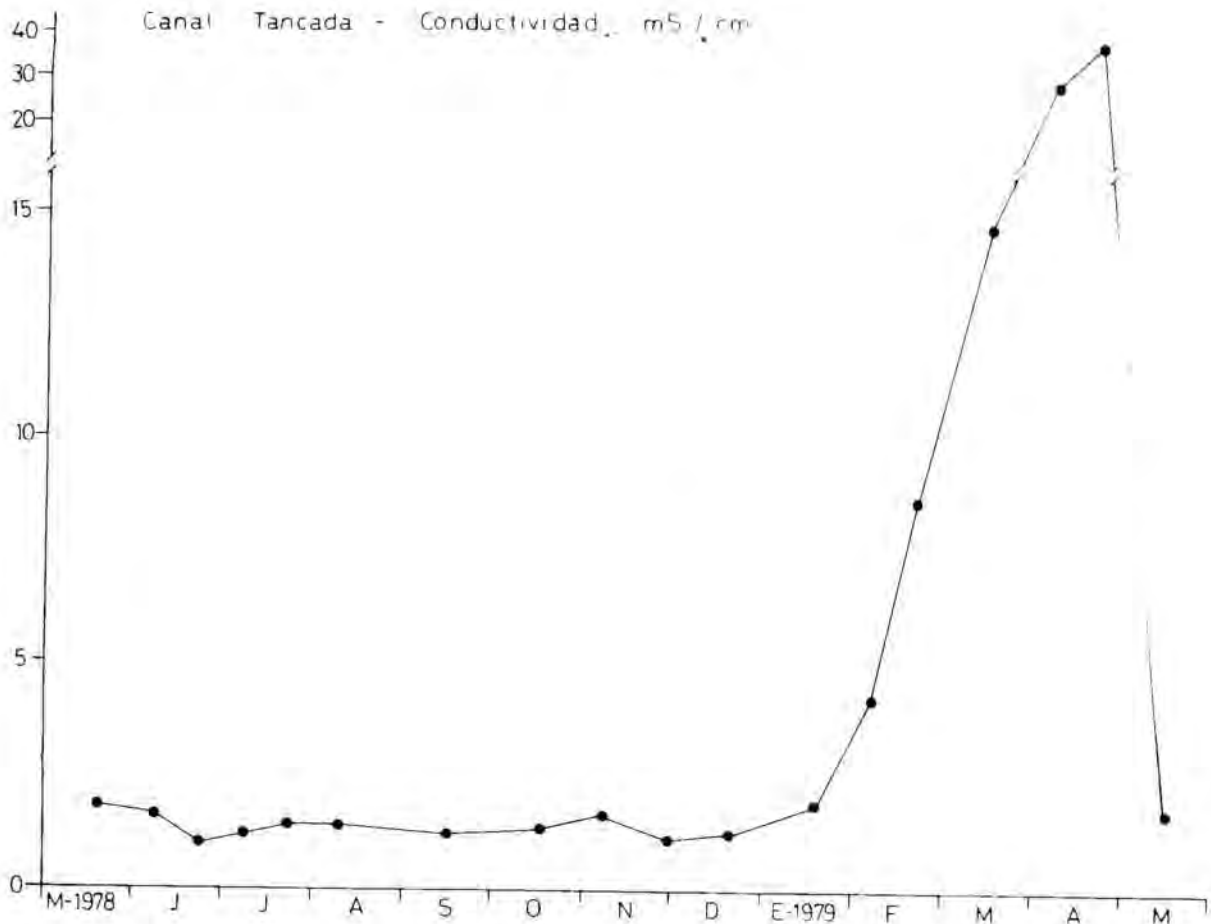


FIG. 21. Variación anual de la conductividad en la estación 8. - Annual changes of the conductivity in station 8.

tada por el agua de los canales es elevada, superior a $80 \mu\text{g-at/l}$, excepto en el primer y en el último mes del período de mayo a diciembre, en que no supera los $50 \mu\text{g-at/l}$.

El agua está sobresaturada de oxígeno al comienzo del flujo del agua, pero en el mes de junio ya decrece hasta el 50 % de saturación y con pocas excepciones oscila entre este valor y el 100 %.

Conductividad

El modelo de fluctuación anual de la conductividad (fig. 22) y cloruros (COMÍN, 1982) en la Tancada es idéntico al de la Encañizada. Los valores son muy parecidos en las dos estaciones de muestreo a lo largo del ciclo, pero son, para las mismas fechas, superiores a los de la Encañizada.

El rango de variación anual es de 2,7 a 40 mS/cm . En mayo 1978 es alta, $15,4$ y $22,9 \text{ mS/cm}$ en las estaciones 3 y 4 respectivamente, pero la disminución posterior, es menos rápida que en la Encañizada. En junio la conductividad era menor de 10 mS/cm , pero hasta primeros de julio no se obtuvieron valores similares a los del resto del período «dulce». El mínimo absoluto se registró en septiembre en la estación 3 ($1,9 \text{ mS/cm}$). Pero si se exceptúa este dato, los mínimos corresponden a finales de noviembre, al igual que en la Encañizada, con los siguientes valores: $3,4 \text{ mS/cm}$ en la estación 3 y $2,7 \text{ mS/cm}$ en la estación 4. En agosto y octubre se observaron, coincidiendo con las de la Encañizada, sendas elevaciones de la conductividad que apenas llegó a 7 mS/cm .

El aumento de la salinidad se inicia antes que en la Encañizada. En diciembre

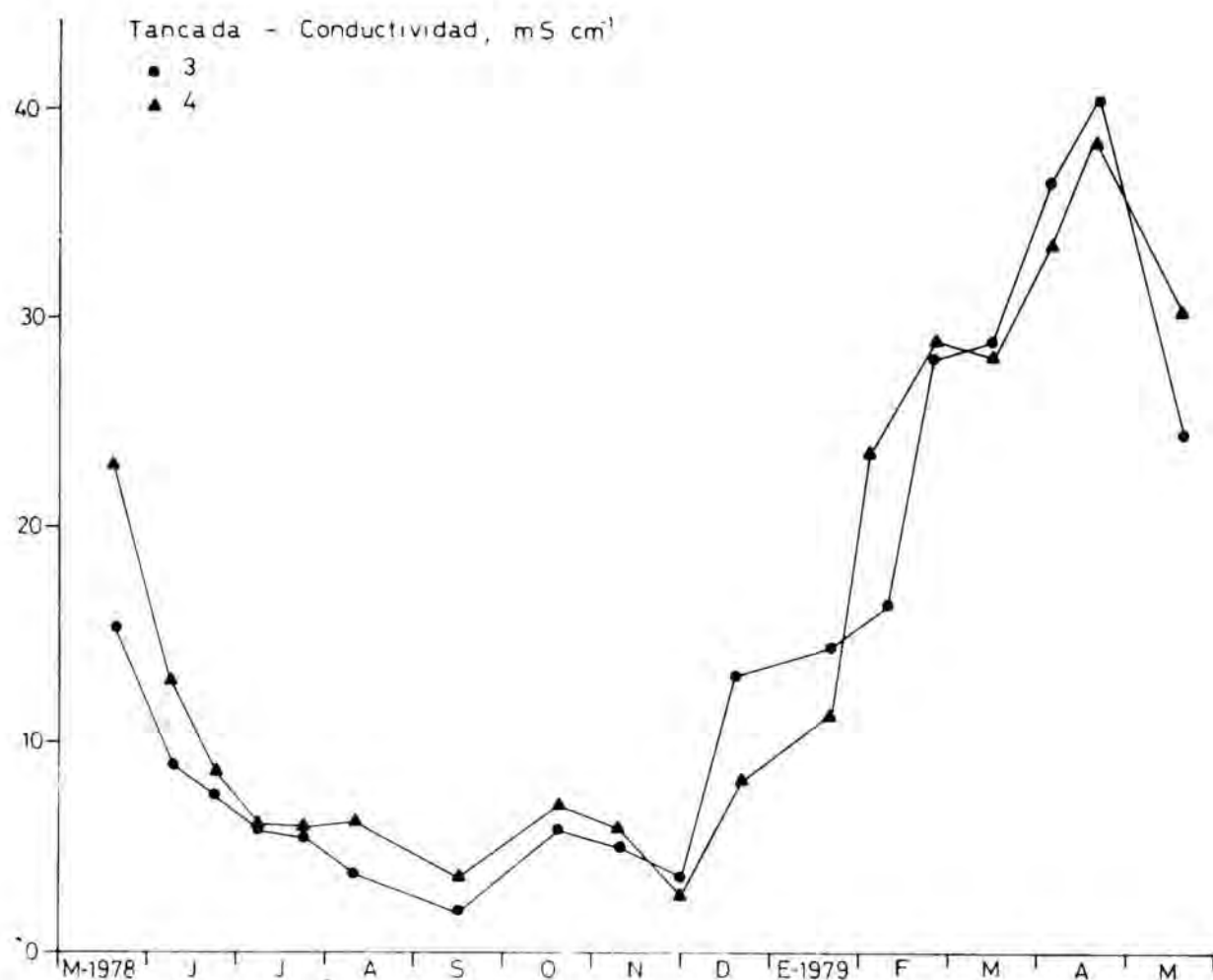


FIG. 22. Variación estacional de la conductividad en la Tancada. - *Seasonal fluctuations of conductivity in Tancada.*

ya se observó una conductividad superior a 10 mS/cm. El ascenso posterior es progresivo hasta llegar a los máximos de 40,4 y 38,4 mS/cm en las estaciones 3 y 4 respectivamente a finales de abril de 1979.

El ciclo se cierra con la disminución de la conductividad en mayo 1979 al empezar a llegar agua dulce. Esta disminución no es tan brusca como en la Encañizada pues a mitad de mayo es todavía superior a 25 mS/cm.

Compuestos de azufre

La concentración de sulfatos disueltos en el agua varía de forma paralela a la conductividad y cloruros. Disminuye durante los meses de mayo y junio del año

1978, y se mantiene a partir de la mitad de este último mes hasta diciembre por debajo de 0,5 g SO₄⁻²/l en las dos estaciones. Los mínimos se observan en el mes de septiembre: 0,16 g/l y 0,21 g/l en las estaciones 3 y 4 respectivamente. En el mes de octubre se nota con respecto al resto de meses del período «dulce» un ligero aumento de la concentración.

A partir de diciembre la concentración de sulfatos aumenta progresivamente durante todo el invierno. Alcanza valores similares a los del agua marina en los máximos: 2,3 g/l a final de abril en la estación 3; y 3 g/l en mayo 1979 en la estación 4.

Trazas de sulfhídrico se detectaron desde mayo hasta final de noviembre coincidiendo con lo observado en la Encañizada.

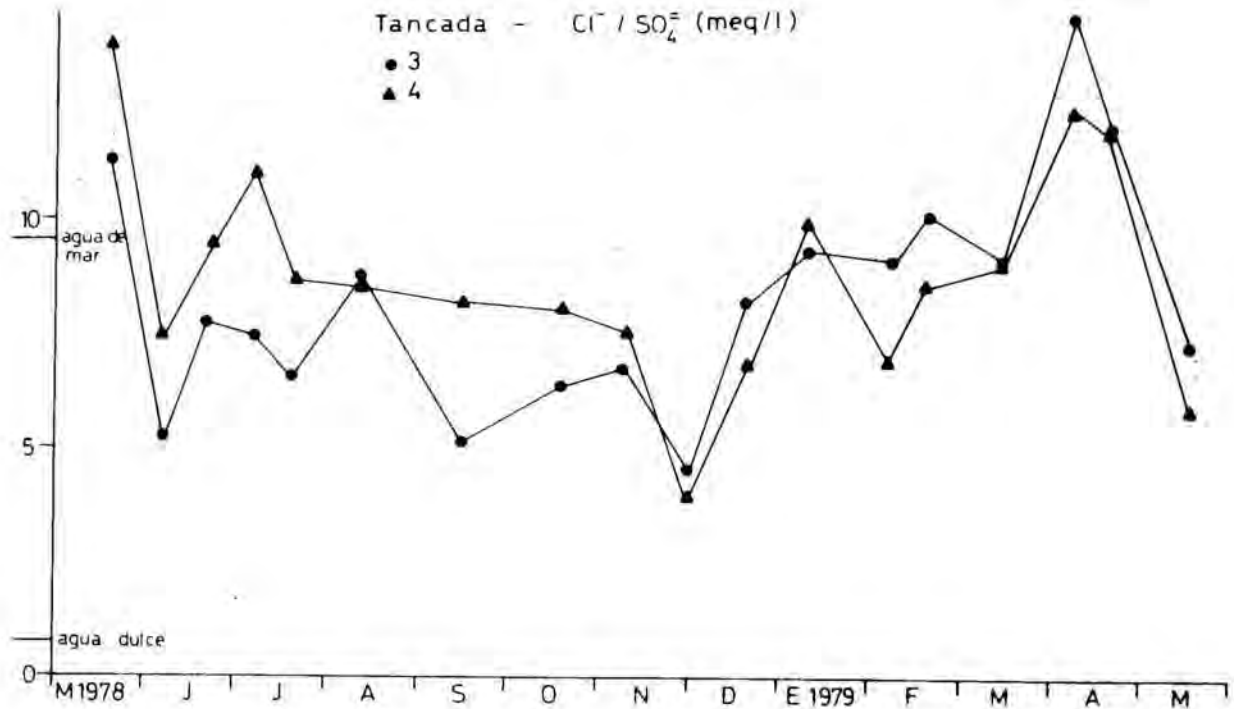


FIG. 23. Variación estacional de la relación cloruros/sulfatos en la Tancada. - Seasonal fluctuations of the ratio chloride/sulphate in Tancada.

Relación cloruros/sulfatos

En la figura 23 está representada la variación anual del cociente en equivalentes cloruros/sulfatos. En contraste con la Encañizada, durante la mayor parte del año, los valores son superiores a 5 con una sola excepción, las muestras correspondientes al último día del mes de noviembre que dan como resultado en la cubeta oeste (estación 3) 4,4 y en la (estación 4) 4. Este valor mínimo corresponde a las condiciones climáticas citadas de fuerte viento del norte opuesto a la entrada de agua del mar. Además, el agua dulce que llega por los canales (estación 8) señala también en estas fechas el valor mínimo del año (1,6). Estas circunstancias son esporádicas, se mantienen mientras dura el viento, cuatro días en esta ocasión y menos de una semana por regla general.

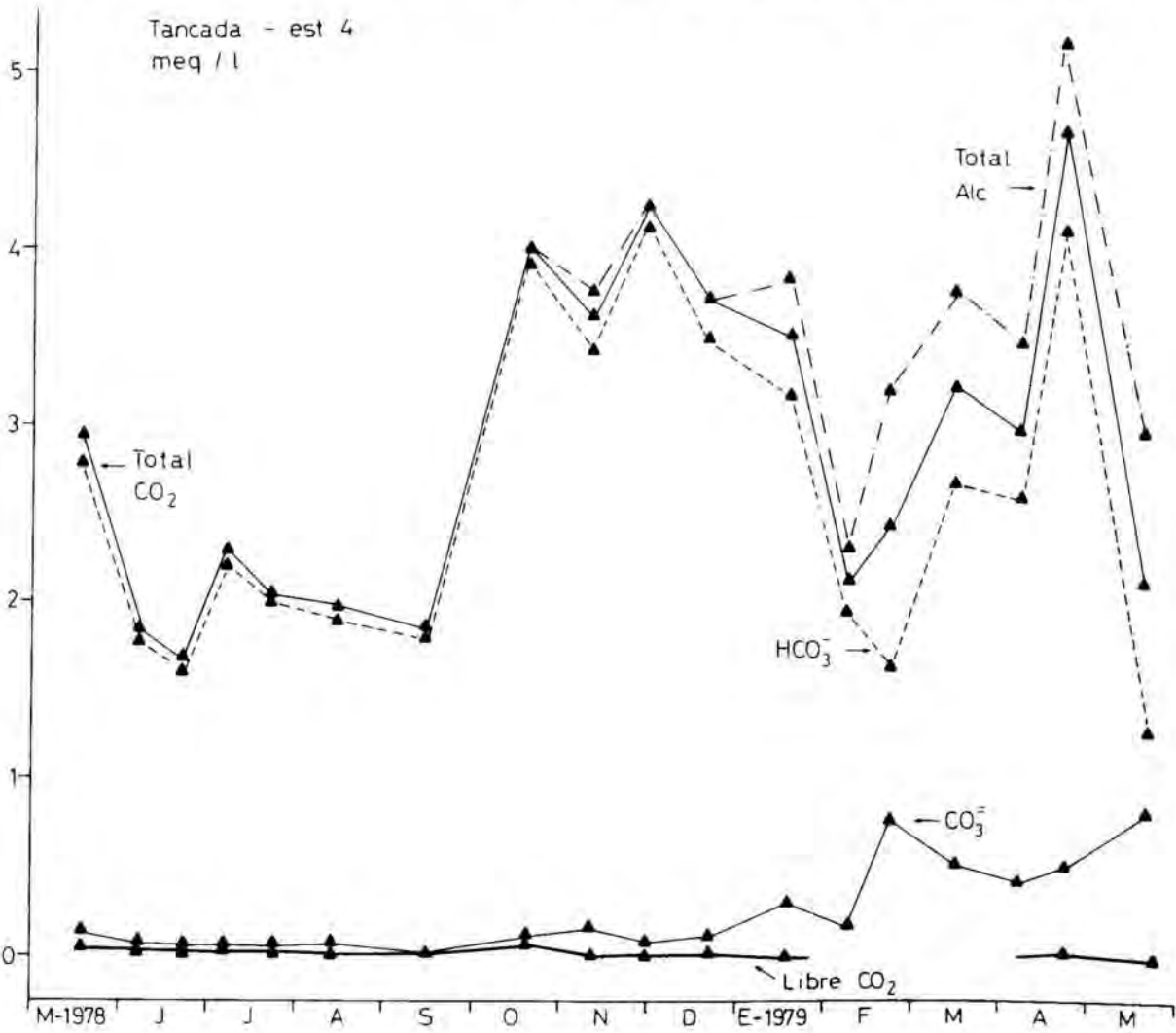
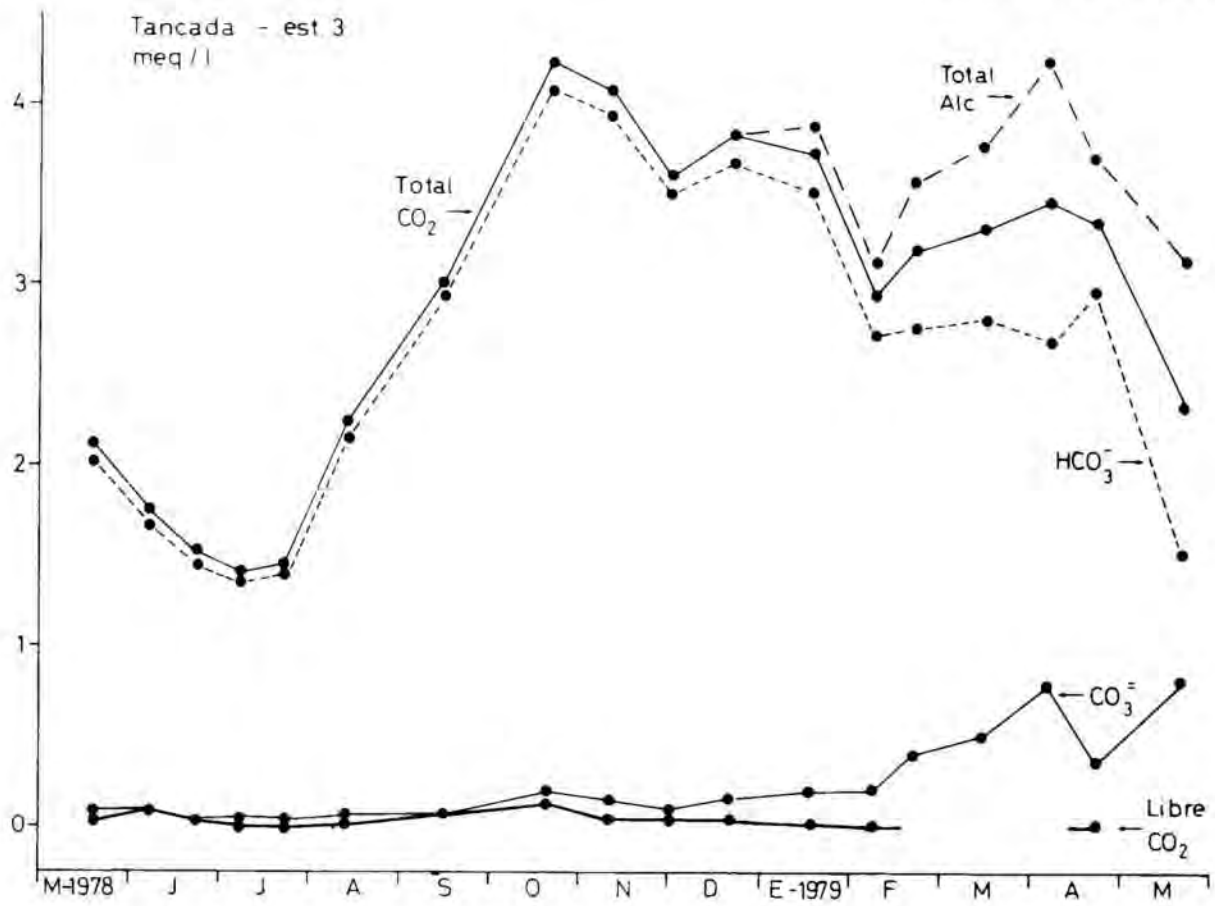
Durante el período cálido existen algunas diferencias de una a otra parte de la laguna. En la cubeta oeste el cociente varía entre 5 y 9, destacando como más bajos los meses de otoño que se mantiene entre 5 y 7. En la cubeta este la

proporción relativa de cloruros es superior y, aunque al comienzo del ciclo se observa cierta inestabilidad, a partir de julio el cociente varía muy poco, entre 7,5 y 9, lo cual demuestra una menor influencia del agua dulce en esta zona y una cierta limitación en la circulación del agua en el interior de la laguna.

A partir de diciembre el cese de los aportes de agua dulce y la entrada de agua del mar desplazan la relación cloruros/sulfatos por encima de 7. En la mayoría de ocasiones del período enero-abril queda entre 8,5 y 10. Al igual que en la Encañizada algunos valores superiores a 10 observados en el mes de abril están asociados a un elevado pH y a un aumento de la alcalinidad debida a los carbonatos.

Reserva alcalina y pH

En la figura 24 están representadas las variaciones de la alcalinidad total y de sus distintas fracciones a lo largo del ciclo anual. El modelo de fluctuación es similar al explicado para la Encañizada.



La influencia de los flujos de agua dulce es también muy notable. A ella se atribuye el hecho de que a partir de mayo 1978 la alcalinidad disminuya por bajo de 2 meq/l, mientras en el pH se observan los valores mínimos del año, próximos a 7,5. El mínimo absoluto, 1,5 meq/l a finales de junio en la estación 4 y a principio de julio en la estación 3, coinciden con una producción primaria relativamente alta del fitoplancton.

A mediados de verano la alcalinidad aumenta por encima de 2 meq/l, registrándose en octubre 4 meq/l, debida casi toda ella a los bicarbonatos. Parece que este aumento no tiene una relación directa con la actividad del fitoplancton, pues la producción primaria es elevada durante la mayor parte de todo este período de baja salinidad y el pH se mantiene alrededor de 8 (ver Apéndice 1). Un cambio similar, pero anterior en el tiempo se observa en el agua que llega por los canales, cuya alcalinidad sobrepasa a partir de julio los 3 meq/l, siendo en octubre de 4,4 meq/l.

En otoño se nota la disminución de la temperatura y la agitación del agua a causa del viento, factores que favorecen la difusión de CO_2 atmosférico al agua y su paso a bicarbonato. Esto y la disminución de la productividad primaria contribuyen a aumentar la alcalinidad, que de octubre a final del año 1978, tiene la media más alta del ciclo, 3,95 meq/l, mientras el pH aumenta a 8,4.

A partir de diciembre el proceso es idéntico al de la Encañizada. La salinidad aumenta a causa de la entrada de agua del mar, y con ella las nuevas poblaciones fitoplanctónicas. La actividad fotosintética se intensifica disminuyendo la fracción de bicarbonato y desapareciendo la de anhídrido carbónico, en favor de los carbonatos, cuando el pH oscila entre 8,3 y 9,1. La concentración de carbonato llega a ser en esta época del 35 % del carbono inorgánico total. Al igual

que en la Encañizada, en la Tancada de enero a abril del año 1979 existe una diferencia considerable entre la suma de todas las formas inorgánicas de compuestos de carbono y la alcalinidad total. Es la fracción de la reserva alcalina debida a los boratos del agua del mar que llega a representar el 27 % de la reserva alcalina total, en los meses de marzo y abril, cuando el pH es de alrededor de 9 y la cantidad de cloruros entre 12 y 21 g Cl/l. La presencia de carbonatos y borato se ajusta a datos obtenidos en laboratorio por HARVEY (1955) y MOOK & KOENE (1975), aunque las proporciones en que se presentan están desviadas respecto a las teóricas debido a las complejas relaciones iónicas y a los intercambios con sedimentos y organismos que tienen lugar en condiciones naturales.

TABLA IV. Límites extremos de variación de las concentraciones de los cationes principales en la laguna la Tancada. - *Range of variation of the main cations in Tancada.*

	Na	Mg	Ca	K
Mayo-Dic. (1978)	400-4.092	70-441	46-270	7-123
Ene.-Abr. (1979)	3.119-10.186	561-5.104	177-413	161-559

Cationes principales

En la tabla 5 se indican los límites de variación observados, que mantienen durante casi todo el ciclo una ordenación $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$. Ambos, mínimos y máximos, son superiores a los correspondientes de la Encañizada. La fluctuación anual sigue el mismo modelo que en esta laguna, si bien, al igual que con los aniones fuertes (cloruros y sulfatos), el período de concentración más baja queda restringido a los meses de verano y otoño, como consecuencia de la menor influencia de los vertidos de agua dulce.

La mayoría de valores del cociente



FIG. 24. Variación estacional de la alcalinidad total, carbono inorgánico total, CO_2 libre, bicarbonato y carbonato en la Tancada. - *Seasonal fluctuations of total alkalinity, total inorganic carbon, free CO_2 , bicarbonate and carbonate in Tancada.*

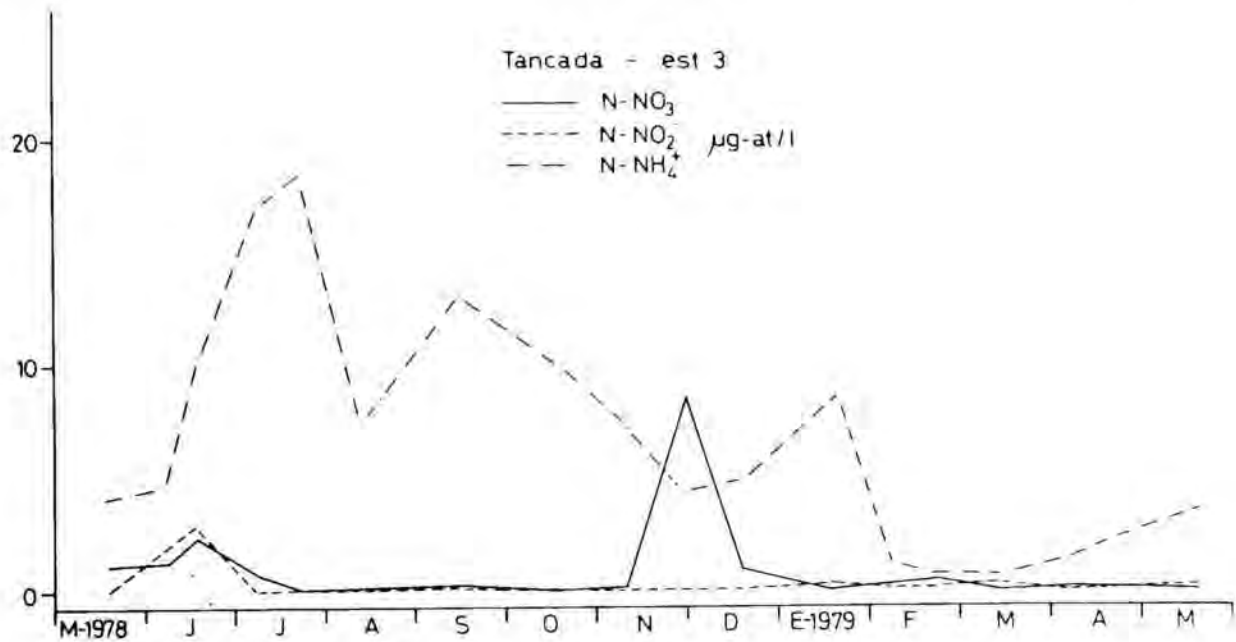


FIG. 25. Variación estacional de la concentración de nitrógeno en las formas de nitrato, nitrito y amonio en la estación 3 de la Tancada. - *Seasonal fluctuations of nitrate, nitrite and ammonia at station 3 of Tancada.*

Mg/Ca quedan entre 3 y el valor propio de agua marina (5,2), (COMÍN, 1982). Los valores más bajos de 3, y por tanto más próximos al valor medio del agua que llega por los canales, que es 1, y al característico del agua dulce (0,26), corresponden a los meses de verano, de salinidad más baja por la mayor influencia del agua dulce. En los meses de abril y mayo de 1979 se observan, al igual que en la Encañizada, valores muy superiores al del agua del mar. Son ocasionados por la precipitación del calcio, favorecida por la alta producción primaria y el elevado pH, y coinciden con valores del cociente cloruro/sulfato (fig. 23) también superiores al característico del agua marina y con una mayor abundancia en equivalentes de K que de Ca.

Compuestos de nitrógeno

Las concentraciones de las tres formas de nitrógeno inorgánico disuelto son notablemente inferiores a las de la Encañizada entre 0 y 15 μg-at/l de nitratos, de 0 a 3 μg-at/l de nitritos y entre 0,5 y 50 μg-at/l de amonio (fig. 25). Esta

diferencia es similar a la que guardan los datos referentes al agua que entra por los canales respectivos. La concentración de nitratos es relativamente elevada en los meses iniciales del ciclo estudiado (mayo y junio de 1978); y queda entre 1 y 3 μg-at/l. La de nitritos muestra en el mes de junio el máximo anual, muy próximo a 3 μg-at/l. En el mes siguiente, julio, disminuyen hasta hacerse indetectables en la estación 3, y quedan reducidas a muy pequeñas cantidades en la estación 4. Mientras tanto la cantidad de amonio aumenta observándose el máximo a final de julio, 18 μg-at/l en la estación 3 y 54 μg-at/l en la estación 4. Este proceso es similar al explicado para la Encañizada. Existe una fuerte influencia externa por parte de los flujos de agua dulce, que marca los valores señalados. Además la sucesión de formas progresivamente más reducidas es señal de una intensa desnitrificación, que junto con la captación, realizada principalmente por los macrófitos, hacen disminuir las concentraciones de nitratos y nitritos.

Durante los meses más cálidos del año nitratos y nitritos son indetectables y el amonio varía de manera irregular, aun-

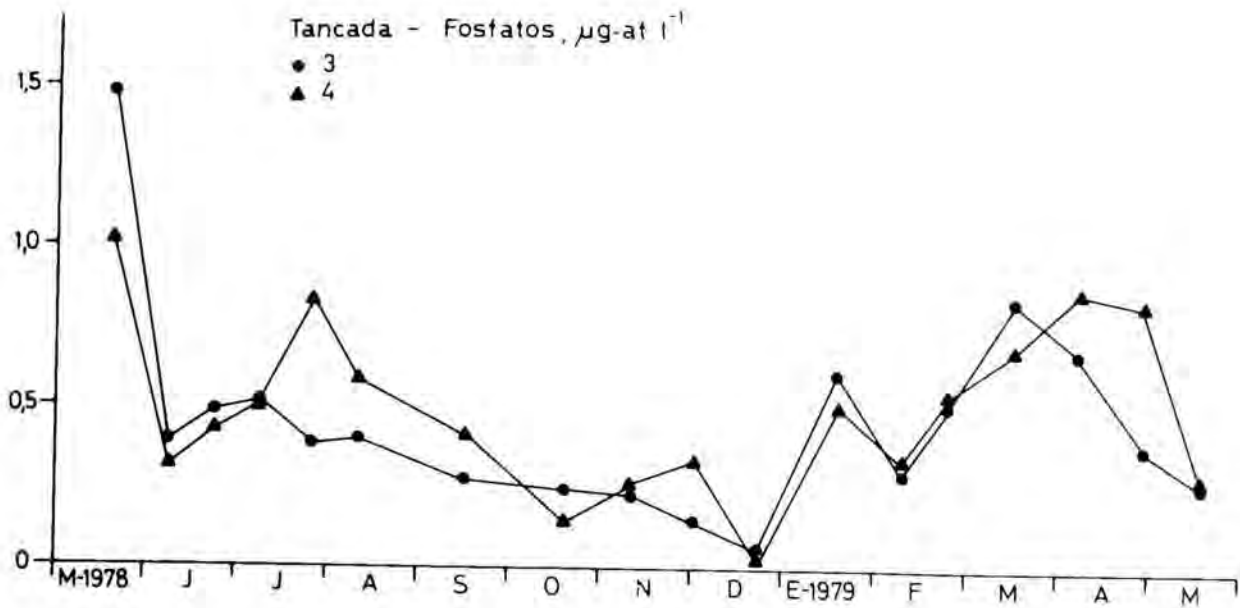


FIG. 26. Variación estacional de la concentración de fósforo reactivo soluble en la Tancada. *Seasonal fluctuations of soluble reactive phosphorus in Tancada.*

que con bajas concentraciones, entre 2 y 14 $\mu\text{g-at/l}$. Este período de limitación del nitrógeno coincide con la proliferación de algas cianofíceas.

A partir del mes de octubre la cantidad de amonio disminuye y se mantiene inferior a 5 $\mu\text{g-at/l}$ de manera constante hasta fin de año. Simultáneamente nitritos y nitratos muestran a final de noviembre sendos aumentos de concentración atribuibles no sólo a los aportes por los canales, sino a la mineralización de la materia orgánica resultante del decaimiento de las poblaciones de organismos. La concentración de nitratos es la mayor observada durante el ciclo 11,25 $\mu\text{g-at/l}$ en la estación 3, y 19 $\mu\text{g-at/l}$ en la estación 4.

Al mes siguiente la concentración de ambos compuestos vuelve a ser muy baja. Aproximadamente 1,25 $\mu\text{g-at}$ de nitratos y 0,1 $\mu\text{g-at}$ de nitritos en ambas estaciones. De este orden son las cantidades observadas durante el resto del ciclo, y aún más bajas en los momentos de mayor abundancia de fitoplancton, que tiene su máximo desarrollo en los meses de enero y febrero. El nitrógeno en la forma de amonio, varía entre cantidades inapreciables y 11 $\mu\text{g-at/l}$.

Fósforo

El ciclo anual es similar al de la Encañizada (fig. 9) aunque con valores menos elevados. Los valores máximos se observan en mayo 1978 (1,45 y 1 $\mu\text{g-at/l}$ en las estaciones 3 y 4 respectivamente) lo cual es reflejo de la influencia de los aportes de agua dulce recién comenzada a llegar a la laguna. Durante toda la temporada cálida del año, mientras crecen las poblaciones biológicas, quedan entre 0,3 y 0,6 $\mu\text{g-at/l}$ (fig. 26).

Durante el otoño la cantidad de fosfatos decrece por debajo de 0,3 $\mu\text{g-at/l}$, hasta los valores mínimos del año, obtenidos en el mes de diciembre, 0,06 y 0,02 $\mu\text{g-at/l}$ en las estaciones 3 y 4 respectivamente. Estos valores bajos de fosfatos coinciden con las poblaciones de algas planctónicas más densas de todo el período dulce, aunque la correlación entre ambos parámetros no es inmediata porque el máximo de algas ocurre en septiembre. A partir de noviembre, aparte de la asimilación por parte de los organismos, la precipitación de fosfatos debe contribuir a la disminución apreciada ya que las condiciones son favorables para

ello, con un pH de 8,3 y presencia de carbonatos en solución.

Desde enero a mayo 1979 la concentración varía entre 0,28 y 0,85 $\mu\text{g-at/l}$. Este aumento del fósforo y la salinidad creciente favorecen la proliferación de algas planctónicas que llegan al máximo de sus poblaciones en enero. Este fósforo debe provenir de la mineralización de la materia orgánica producida durante el año anterior, aunque el intercambio con el sedimento debe continuar porque las condiciones para que ello suceda se mantienen, incluso incrementadas ya que el pH es en ocasiones superior a 8,5, y la producción primaria elevada; además la cantidad de cationes aumenta durante este período. Esta, quizás, es la causa de que la concentración de fosfatos disminuya hacia el final del ciclo hasta acabar en mayo 1979 en 0,26 $\mu\text{g-at/l}$, momentos en que la fracción de carbonatos es máxima.

Silicio

Las concentraciones observadas varían en el intervalo de 2 a 182 $\mu\text{g-at/l}$ (0,05-5 mg/l) de silicato reactivo soluble. La distribución temporal es parecida a la de la Encañizada, aunque el rango de variación citado es mayor que en esta otra laguna. La concentración de silicio del agua que llega por los canales a la Tancada es mayor durante los meses de julio a septiembre, y similar en los siguientes hasta el final del año 1978 (véase el Apéndice 1).

Los valores máximos se observan en el período «dulce», en mayo 1978 (110 $\mu\text{g-at/l}$) y en otoño (entre 150 y 180 $\mu\text{g-at/l}$), y los mínimos en invierno (entre 2 y 25 $\mu\text{g-at/l}$) en el período de mayor salinidad. Pero, aunque las variaciones sigan una pauta parecida a la de la Encañizada, no se corresponden con la abundancia de diatomeas planctónicas, porque estas no son tan numerosos. En la Tancada el número de individuos máximo no supera 8.000 cels/ml, aproximadamente la décima parte del máximo de la Encañizada, aunque son las mismas es-

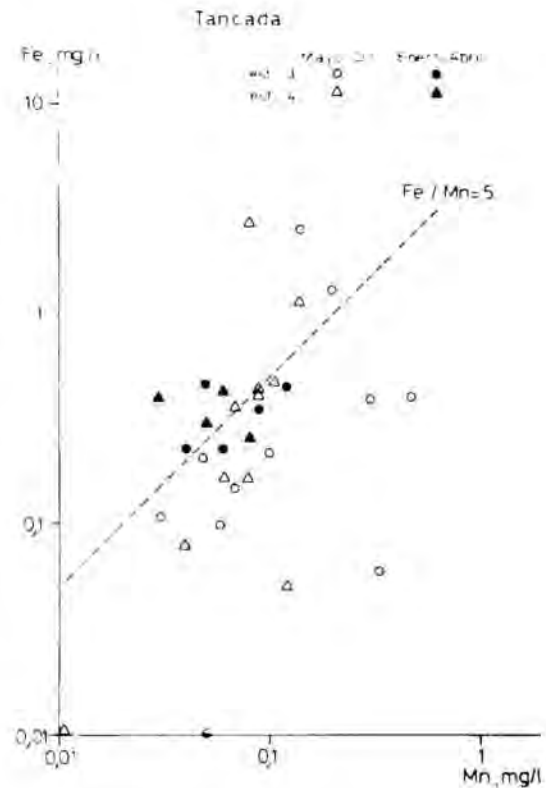


FIG. 27. Relación entre las concentraciones de hierro y manganeso en la Tancada. - *Relationship among the concentrations of iron and manganese in Tancada.*

pecies. Además las fluctuaciones en las cantidades de silicio no se corresponden tan bien con variaciones de signo contrario en la abundancia de las diatomeas.

Todo ello confirma las ideas expuestas por otros autores (HUTCHINSON, 1957; KOBAYASHI, 1967) sobre la importancia de procesos no estrictamente biológicos en la disponibilidad de silicio en el agua.

Micronutrientes: hierro y manganeso

Las variaciones estacionales de las concentraciones de estos dos elementos siguen el modelo de la Encañizada aunque comparativamente son inferiores. El máximo de hierro se obtiene en octubre, 2,3 mg/l en ambas estaciones y en los meses de junio y julio se observa un máximo relativo de 1,1 mg/l. Los máximos de manganeso corresponden a estos

meses, y son algo mayores en la estación 3 (0,4 mg/l) que en la estación 4 (0,14 mg/l). Durante el resto de los meses que duró el estudio las concentraciones observadas son parecidas a las de la Encañizada, entre 0,2 y 0,4 mg/l de hierro de enero a abril, y el mínimo, algo más bajo (0,01 mg/l) en agosto. Las de manganeso varían aproximadamente como en la Encañizada, entre 0,03 y 0,15 mg/l.

En la figura 27 se ha representado la distribución de las concentraciones de hierro en relación con la de manganeso. La media del cociente Fe/Mn es inferior a la de la Encañizada: 5,2 en el período de mayo a diciembre de 1978; y 6 de enero a abril de 1979. La dispersión de los valores también es menor. Ambos hechos indican una menor intensidad de los procesos de óxido-reducción que ocurren no sólo en sentido vertical en la laguna, sino también en el tiempo y están en relación con las diferencias observadas entre las dos lagunas en la variación estacional de otros parámetros, como salinidad y macronutrientes.

Oxígeno

En la Tancada la cantidad de oxígeno se mantiene, salvo dos excepciones, entre 90 y 150 % de saturación, lo que suponen 1,4 a 9 ml/l aproximadamente. Las variaciones durante el ciclo anual son muy parecidas en ambas estaciones (véase el Apéndice 1).

En mayo de 1978, la concentración es aproximadamente 6 ml/l, y el porcentaje de saturación correspondiente algo diferente de un punto a otro de la laguna; 125 % en la estación 3 y 109 en la estación 4. Al principio del mes siguiente el porcentaje de saturación disminuye al 99 y 94 % en las respectivas estaciones. Podría explicarse este descenso por el consumo de oxígeno que debe provocar la materia orgánica muerta cuando la salinidad decrece bruscamente por la llegada del agua dulce. Pero hay que observar que el agua que llega por los canales es en el mes de junio deficitaria en

oxígeno; su porcentaje de saturación es aproximadamente del 50 % por lo que también hay que atribuirle una cierta influencia sobre el agua de la laguna. Conforme avanza la estación cálida la concentración de oxígeno aumenta, y el máximo de saturación se alcanza en el período dulce en agosto; en las dos estaciones se llega al 130 % de saturación lo que coincide con el máximo de producción primaria de esa época.

En el mes de septiembre se produce una disminución del porcentaje de saturación, más notable en la estación 3, que marca el mínimo absoluto, 70 % (4,12 ml/l). Coincide, como en la Encañizada, con un desarrollo relativamente grande de algas cianofíceas que bien pudiera provocar este descenso, por limitar la entrada desde la atmósfera o por su descomposición ya que su abundancia duró poco tiempo. Pocas variaciones se produjeron durante el otoño, cuando la actividad biológica descendió a niveles bajos. Debido a la agitación provocada en esos meses por el viento y el descenso de temperatura que favorece la solubilidad del oxígeno, las cantidades absolutas fueron las máximas del ciclo (9 ml/l el 30 de noviembre), sin embargo la concentración relativa no superó el 110 % de saturación.

En los meses siguientes la entrada de agua del mar, supuestamente más oxigenada que en las lagunas, y el aumento del porcentaje de saturación de oxígeno. Durante este período de invierno y principio de primavera, se obtuvieron los valores más altos del año (14 %), y, aunque con oscilaciones debidas a las variaciones de la actividad fotosintética y a la mezcla de aguas de diferente salinidad, en general no fueron inferiores al 100 % de saturación.

FITOPLANCTON

Composición

Las poblaciones de fitoplancton en la Tancada son menos densas que en la

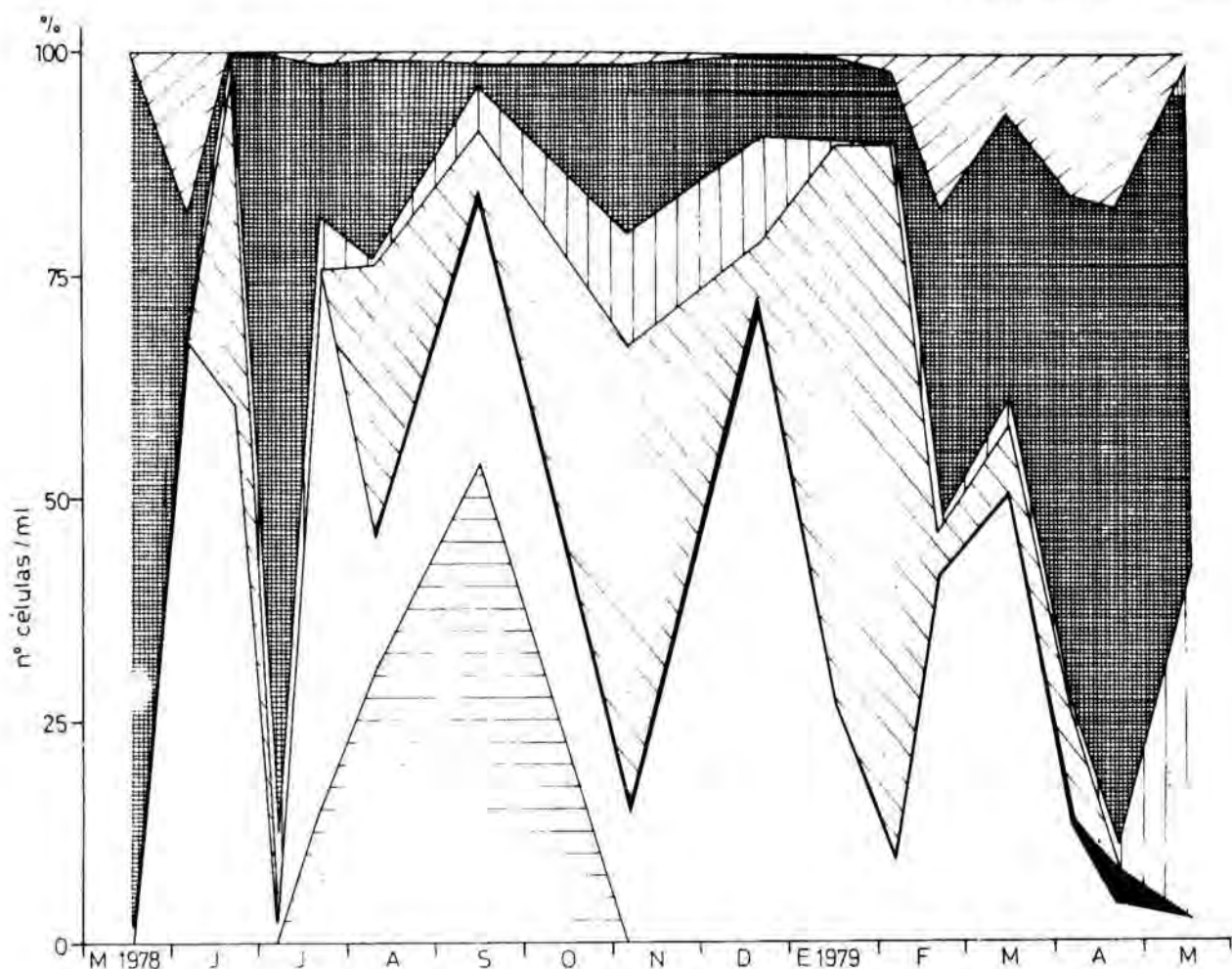
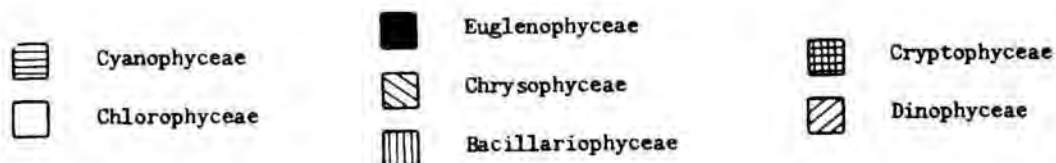


FIG. 28. Distribución anual de la abundancia relativa de las principales clases de fitoplancton en la estación 3 de la Tancada. - *Annual distribution of the major classes of phytoplankton at station 3.*



Encañizada, y están constituidas por un número menor de especies durante todo el año. En total se han identificado 104 especies muchas de ellas también presentes en la Encañizada, pero con una distribución a lo largo del ciclo notablemente diferente (COMIN, 1982). En el apéndice 2 se relacionan las abundancias de las distintas especies observadas.

El período de mayo a diciembre 1978 se caracteriza por la persistencia de especies propias de aguas salobres, encontradas también durante el invierno. Ello hasta el mes de agosto en que el agua llega a ser oligohalina y comienzan a aparecer clorofíceas, volvocales, clorococa-

les y diatomeas típicas de aguas con bajo grado de mineralización, e incluso cianofíceas, que llegan a ser dominantes en la cubeta oeste de la laguna (fig. 28) donde la descompensación del nitrógeno con respecto al fósforo es más acusada.

Durante estas fechas también apareció un grupo de euglenofíceas. Su presencia se produce a la par que el máximo de la concentración de hierro y el aumento de la concentración de amonio. Todas ellas fueron observadas en la Encañizada y, como allí, su abundancia relativa es pequeña ($5 \cdot 10^2$ cel/ml), menos del 50 % de la densidad total del fitoplancton.

Al principio del período de elevada

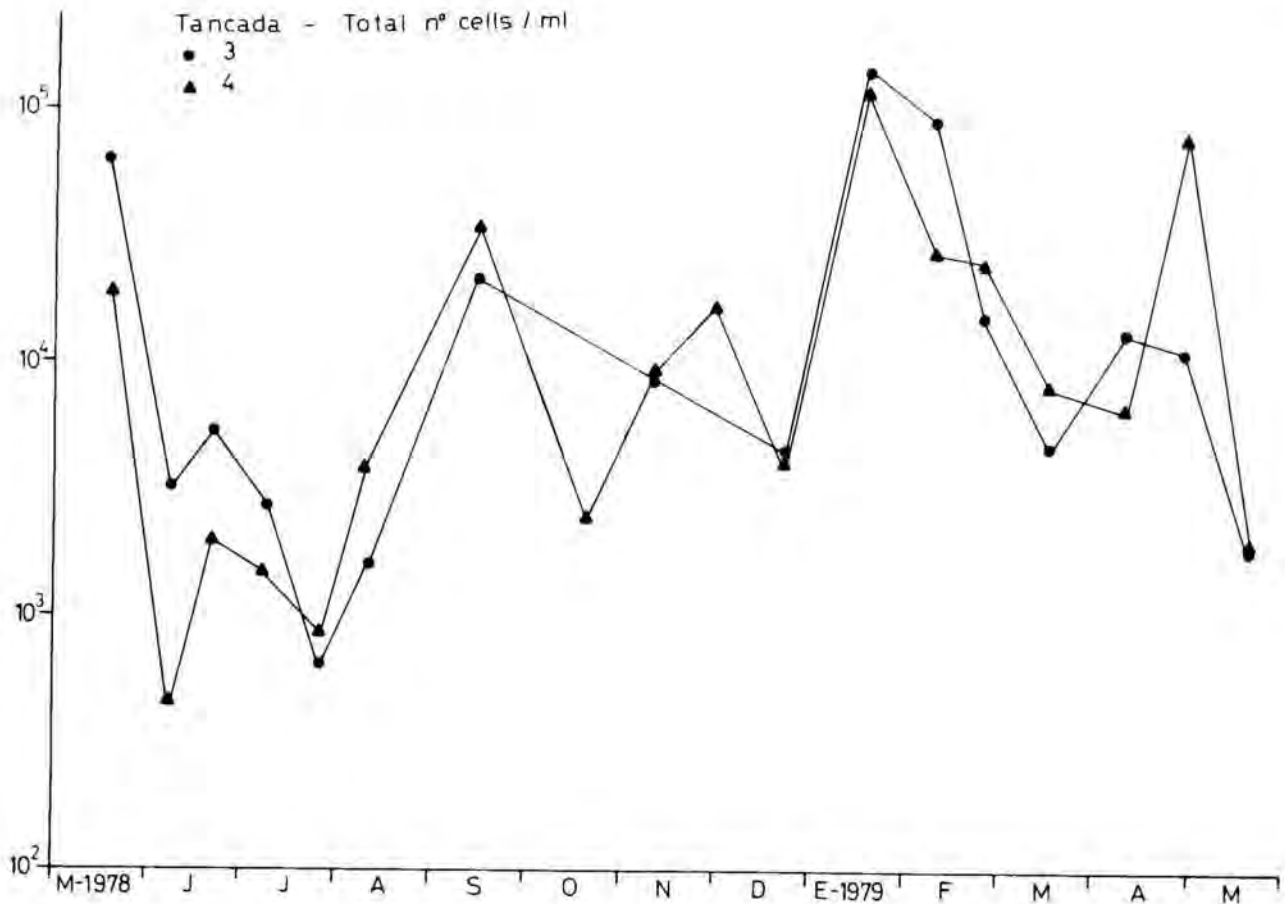


FIG. 29. Variación anual de la densidad total de fitoplancton en la Tancada. - Annual fluctuation of the total density of phytoplankton in Tancada.

concentración salina, en diciembre 1978 y enero 1979, hay una proliferación de *Dunaliella* que predomina sobre el resto de especies. Más tarde son dominantes las crisofíceas, criptofíceas y dinoflageladas de pequeña talla.

Biomasa y producción

La densidad de algas disminuye durante los meses iniciales del ciclo, cuando la conductividad disminuye bruscamente. Los mínimos se observaron en fechas distintas en las dos estaciones de toma de muestras: en julio en la estación 3 ($6,5 \cdot 10^4$ cel/ml), y en junio en la estación 4 ($2 \cdot 10^4$ cel/ml) (fig. 29). Las especies más abundantes en estas fechas son la criptomonadal *Cryptomonas acuta* y una clorofícea flagelada típica de aguas salobres, *Tetraselmis* sp. Diferencias temporales de este tipo se observaron también en la concentración de clorofi-

la «a» y en la producción primaria (figuras 30 y 31).

A partir de agosto y hasta mediados de otoño proliferan especies propias de aguas menos saladas. Algunas de las clorofíceas y diatomeas encontradas durante la proliferación de junio y julio en la Encañizada aparecen aquí en esta época (véase el Apéndice 2). El máximo de este período de baja salinidad se observa en septiembre en ambas estaciones, aunque con una composición específica distinta. En la estación 3, con 0,6 g Cl/l y nitrógeno en forma oxidada casi inapreciable, la mitad del total de $2 \cdot 10^4$ cel/ml son cianofíceas; en la estación 4, en condiciones similares pero con 1,4 g Cl/l, la haptofícea *Prymnesium parvum* es dominante en el total de $3 \cdot 10^4$ cel/ml. La concentración de clorofila correspondiente a estas poblaciones es inferior a 10 mg/m^3 , pero a partir de septiembre aumenta, y durante todo el otoño se mantiene en general entre 10 y 20 mg/m^3 . La

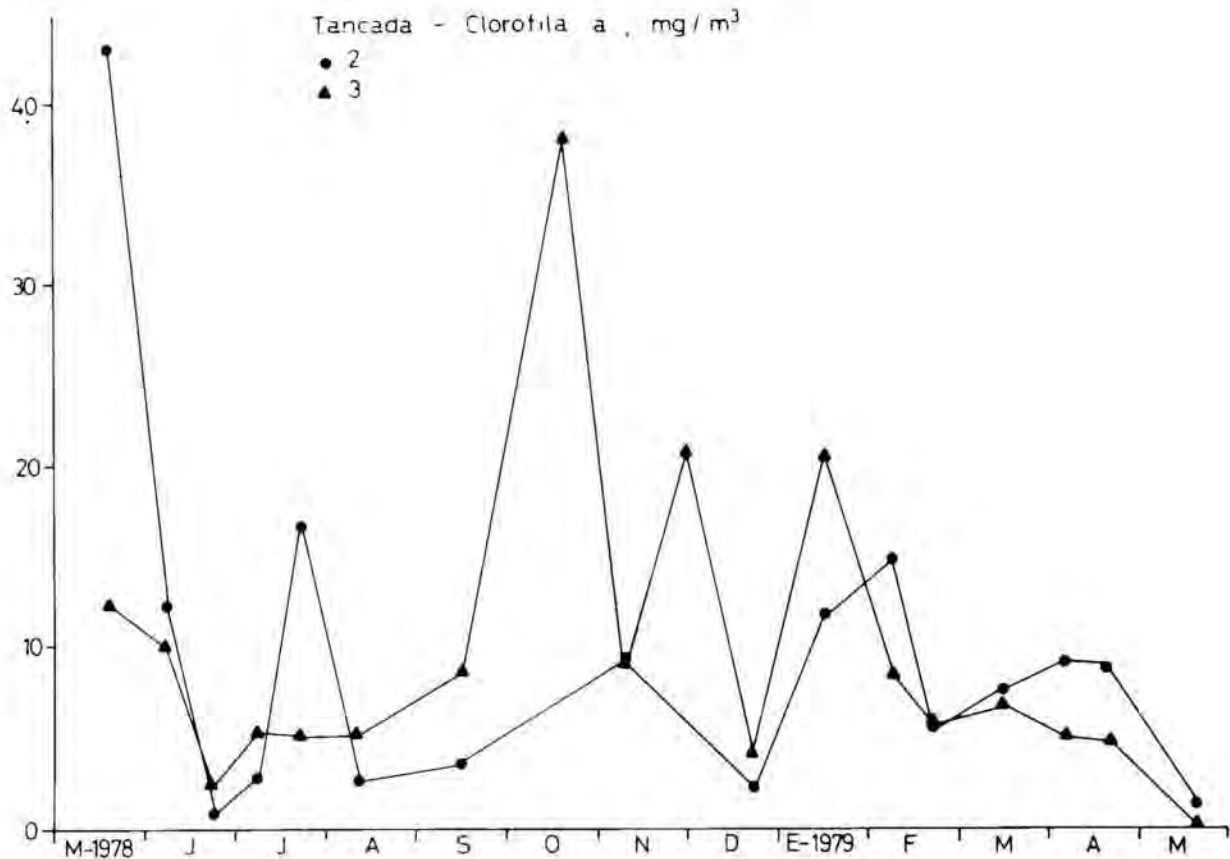


FIG. 30. Variación anual de la concentración de clorofila *a* en la Tancada. - *Seasonal fluctuations of chlorophyll a in Tancada.*

producción primaria registra durante estos meses los valores más altos de todo el ciclo, varía entre 60 y 100 mg C/m³h⁻¹.

En el mes de octubre se obtuvieron unos resultados de clorofila *a* extraordinariamente altos para la cantidad de algas observadas, algo que ya hemos dicho sucedió también en la Encañizada los mismos días bajo la acción de un fuerte viento. Parece confirmarse la idea de que la absorción del haz de luz a 665 nm pudiera deberse no sólo a la clorofila *a*, sino que hubiera habido interferencias en el análisis por la elevada cantidad de materiales en suspensión e incluso a clorofila detrítica, ya que en la Tancada no se observaron grandes cantidades de diatomeas bentónicas en las muestras, como en la Encañizada.

El período final de noviembre-diciembre representa también en esta laguna un cambio en las características del fitoplancton. Los datos de los tres paráme-

tros son del orden de los mínimos señalados para los meses de junio y julio, excepto el número de células, ya que se registra la sustitución de unas especies por otras. En enero se alcanzan los máximos absolutos de densidad superiores a $10 \cdot 10^5$ cel/ml, inmediatamente después del máximo de nitrógeno. A partir de entonces el número de células decrece ante la escasez de nitrógeno, hasta varios miles de cel/ml a final de invierno. Las concentraciones de clorofila y producción siguen esta misma evolución, disminuyendo respectivamente desde 15 a 5 mg clorofila *a*/m³ y desde 75 a 25 mg C/m³h⁻¹ de enero a marzo.

Al comienzo de la primavera de 1979, en el mes de abril, se observa un pequeño aumento de los tres parámetros estudiados. Sin embargo, al mes siguiente, mayo 1979, comienza a llegar de nuevo agua dulce por los canales de desagüe y, al mismo tiempo que la salinidad dismi-

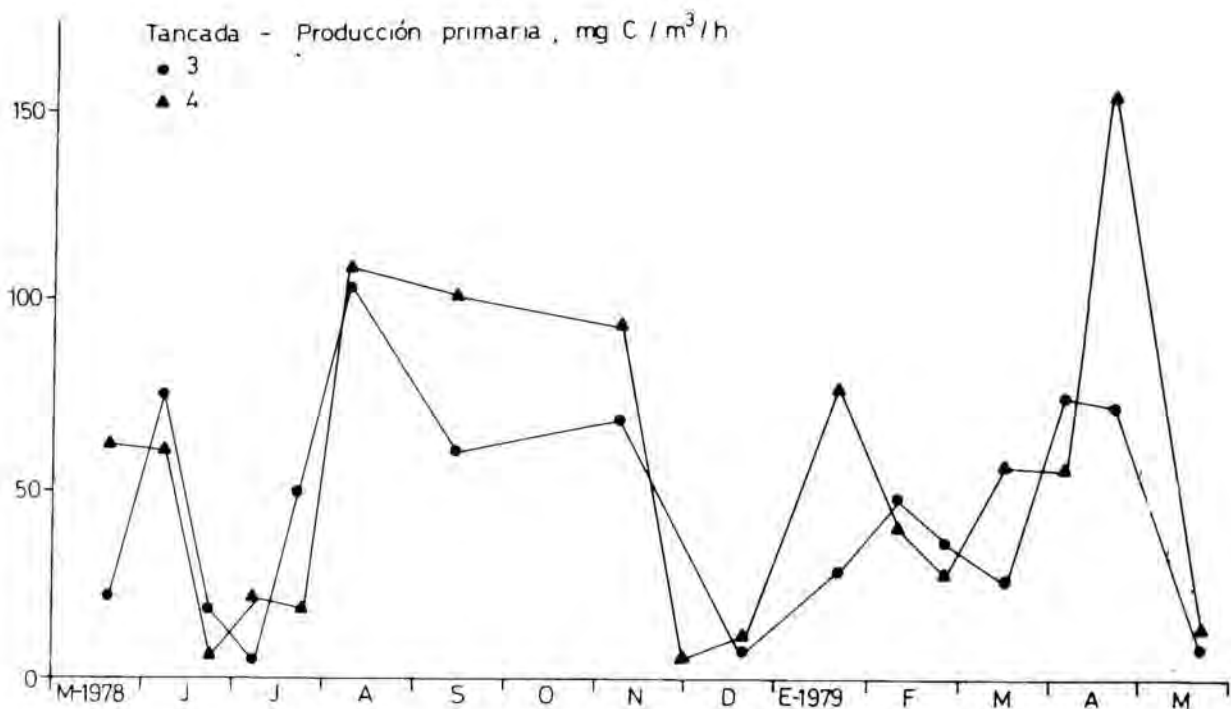


FIG. 31. Variación anual de la producción primaria del fitoplancton en la Tancada. - *Seasonal fluctuations of primary production in Tancada.*

nuye a 12 g de Cl/l (la mitad del mes anterior), los tres parámetros referentes a la biomasa y producción del fitoplancton disminuyen en valores del orden de los más bajos del ciclo. La densidad es de $1,8 \cdot 10^3$ cel/ml; la clorofila *a* es de 1,3 mg/m³; y la producción primaria llega sólo a 10 mg C/m³ h⁻¹.

Relaciones entre la densidad, pigmentos y producción primaria

Los tres parámetros están positivamente correlacionados pero los coeficientes de correlación son muy bajos comparados con los de la Encañizada, ya que son inferiores a 0,4 ($p \leq 0,01$).

La relación entre la concentración de clorofila y la densidad de algas experimenta en la Tancada variaciones mucho más irregulares y dentro de un rango más amplio que en la Encañizada (fig. 15). El límite inferior es de 0,06 pg clor. *a*/cel., similar en ambas lagunas, pero el máximo es muy superior en la Tancada pues sobrepasa el valor de 5 y llega en ocasiones por encima de 20 pg/cel. Estos

valores tan altos son exagerados (MARGALEF, 1983), y como las especies y dimensiones de las algas presentes no difieren de las de la Encañizada deducimos que se deben a la presencia de clorofila detrítica en el agua. Si se agrupan los datos en clases (fig. 32) la diferencia entre las dos lagunas se hace más evidente. Aunque aproximadamente el 85 % de los datos queden en la Tancada entre 0,1 y 5 pg clor. *a*/cel. como en la Encañizada (fig. 16), aumenta comparativamente el número de veces que una célula tiene entre 1 y 5 pg. La media anual es de 1 pg/cel.

En la figura 17 se ha representado la concentración de clorofila en relación con la producción primaria. La mayoría de valores quedan entre 2 y 10 mg C/mg clor. *a* h⁻¹ y la media anual es de 8 mg C/mg clor. *a* h⁻¹.

El cociente producción primaria/densidad algal muestra una gran diferencia entre los dos períodos de mayo a diciembre de 1978 y de enero a abril de 1979 (fig. 33). En el primero la tasa de renovación es extraordinariamente alta. El 65 % de los valores son superiores a

10 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel. h}^{-1}$. De los datos correspondientes al otro grupo la mayoría quedan entre 1 y 10 $\mu\text{g C}/10 \text{ cel.}^{-1}$, y sólo uno es superior a este último valor.

En la Tancada la inestabilidad ambiental debida a la variación de la salinidad se extiende durante algunos meses del período mayo-diciembre, tanto al principio como al final del mismo (fig. 28). Para el fitoplancton la consecuencia, ya detallada (COMÍN, 1982), es que no se produce una sucesión muy clara y duradera, y si constantes cambios en la composición específica (ver Apéndice 2) y otros caracteres. Esta es la causa de las bruscas variaciones que se observan durante los meses de mayo a septiembre 1978. La concentración de clorofila por célula registra valores de 0,5 a 5 y los ya citados superiores a 20 pg/cel . El índice de pigmentos, D 430/D 665 varía entre 2,5 y 5, de manera desigual en las dos partes de la laguna. No es de extrañar dadas las diferencias observadas en la composición y abundancia de especies. No existe en este período una muy buena correspondencia entre la cantidad de clorofila *a* por célula y el índice de pigmentos, lo cual confirma la posibilidad de que no sean estrictamente los pigmentos contenidos en el interior de las células vivas los que generen las fluctuaciones de estos dos índices.

A partir de septiembre la comunidad se estabiliza y la relación concentración de clorofila por célula varía con pocas diferencias entre 0,5 y 1,25 pg/cel . hasta diciembre. El índice de pigmentos D 430/D 665 después del aumento ocurrido en septiembre al valor de 4 en la estación 3 y 5 en la estación 4, debidos respectivamente al desarrollo de cianofíceas y de *Prymnesium parvum*, fluctúa siguiendo una tendencia más regular y disminuye en otoño a valores entre 2 y 3 cuando dominan las poblaciones de clorofíceas y diatomeas que corresponderían a los estadios iniciales de una sucesión. Durante estos meses se observan los valores medios más altos del ciclo de los cocientes producción/clorofila y producción/número células, ya que varían entre 10 y 20

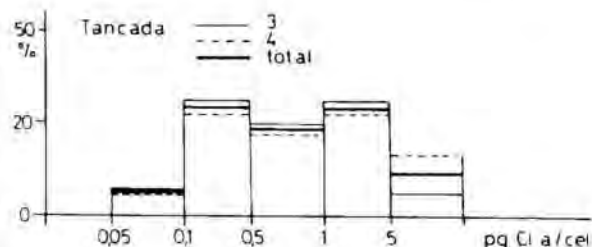


FIG. 32. Distribución de frecuencias de la relación clorofila «a» por célula en una escala logarítmica. - Frequency distribution of the ratio chlorophyll «a»/cell on a logarithmic scale.

$\text{mg C}/\text{mg clorofila } a \text{ h}^{-1}$, y entre 20 y 80 $\mu\text{g C}/10^6 \text{ cel}$.

Al iniciarse el invierno la proliferación de *Dunaliella* y *Chromulina* hace descender la cantidad de clorofila por célula a los valores permanentemente más bajos del año, entre 0,1 y 0,4 pg/cel . en los meses de enero y febrero de 1979. El índice de pigmentos es de 2,8 en diciembre, y en enero ya es de 4. Los cocientes

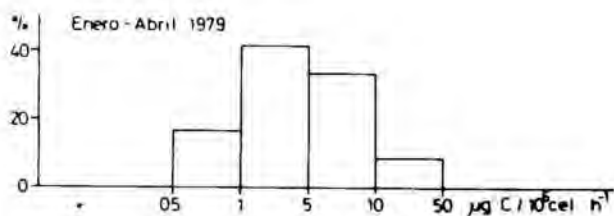
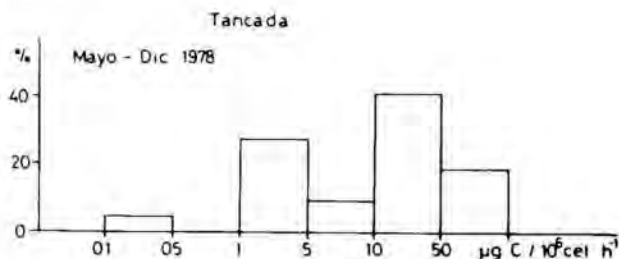


FIG. 33. Distribución de frecuencias de la cantidad de carbono asimilado por millón de células y hora en la Tancada en dos períodos del año. - Frequency distribution of the carbon assimilated by 10^6 cells during one hour in Tancada in two different sampling periods.

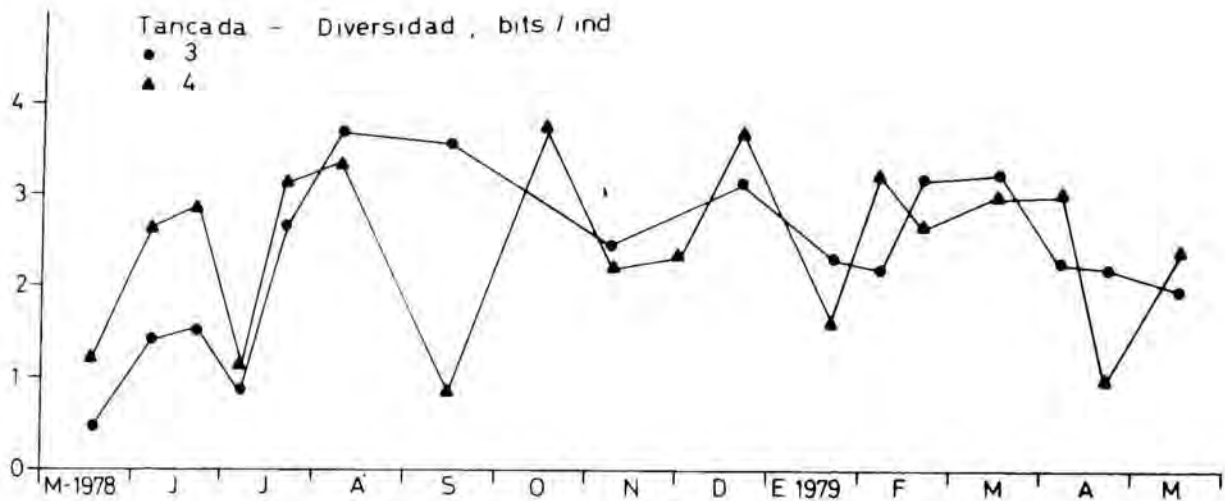


FIG. 34. Variación anual del índice de diversidad en la Tancada. - Seasonal fluctuations of the diversity index in Tancada.

relativos a la eficiencia de la fijación de carbono son de los más bajos del año: de 2 a 4 mg C/mg clorofila a h^{-1} y de 0,2 a 2 μg C/ 10^6 cel.

Posteriormente, a partir de febrero y hasta el final del ciclo, los índices aquí comentados experimentan fluctuaciones que son reflejo de los sucesivos cambios observados en la composición cuantitativa de las especies. La razón producción/clorofila aumenta por encima de 5 mg C/mg clorofila a h^{-1} , favorecida por la mejoría de las condiciones ambientales (radiación luminosa, nutrientes). En cambio la producción en relación con la densidad del fitoplancton, que es alta (entre 5 y 8 μg C/ 10^6 cel. al principio de esta sucesión), disminuye (2 μg C/ 10^6 cel.) a final de abril, cuando una nueva especie, *Chlamydomonas* sp., aparece representando más del 50 % del total de células. El contenido de clorofila por célula disminuye de nuevo a valores muy bajos (0,3 pg en la estación 3; 0,06 pg en la estación 4); y el índice D 430/D 665 aumenta (4,5 y 9,5 respectivamente).

Todavía en mayo de 1979 se observa un cambio notable, debido a la influencia del agua dulce. Las especies de los meses anteriores disminuyen en número y abundancia y se observa la presencia de *Cyclotella* sp. con algunos cientos de cel./ml, que inician una nueva sucesión. El índice de pigmentos disminuye por

bajo de 4 y la cantidad de clorofila por célula aumenta a 0,7 pg (estación 2) y 0,1 pg (estación 1). La tasa de fijación de carbono por biomasa aumenta a 4-7 μg C/ 10^6 cel., y la producción por unidad de clorofila se mantiene elevada con valores entre 6 y 10 mg C/mg clorofila a h^{-1} .

Diversidad

El rango de variación de la diversidad en la Tancada es algo menos amplio que en la Encañizada (fig. 34). Ello viene a significar que la comunidad fitoplanctónica, en respuesta a unas variaciones de las condiciones ambientales menos severas, experimenta menos cambios en su estructura.

El mínimo, 0,5 bits/ind., correspondió al mes de mayo 1978, cuando una sola especie, *Cryptomonas acuta*, dominaba casi completamente sobre el resto de especies. Se trata de una de las épocas de cambio de las características del agua debido a la entrada de agua dulce y esto crea una inestabilidad que hace variar la proporción relativa de las pocas especies que se encuentran. La diversidad oscila hasta el mes de julio entre el valor mínimo señalado y cerca de 3 bits/int. A partir de este mes, una vez la salinidad desciende por bajo de 2 g de Cl/l, el fito-

plancton cambia su composición enriqueciéndose en especies. Ello determina un aumento del índice de diversidad en las dos estaciones durante todo el tiempo que duran estas condiciones. Desde agosto a final de noviembre varía entre 2,5 y 3,75 bits/ind. repitiéndose en varias ocasiones este valor máximo. Sólo una excepción cabe señalar. Es el brusco descenso, inferior a 1 bit/ind., ocurrido en la estación 2 en septiembre como consecuencia de la proliferación de *Prymnesium parvum*.

A partir de diciembre la diversidad se mantiene más constante, entre 2 y 3,5 bits/ind. Difiere notablemente de los bajos valores de la Encañizada a pesar de

que las especies que aparecen durante este período de elevada concentración salina en ambas lagunas son casi las mismas. Sin duda la escasez de nutrientes impide en la Tancada la proliferación en masa de la población de *Dunaliella* favoreciendo la competencia de otras especies con una tasa de renovación menor y disminuyendo las desigualdades en la abundancia de las mismas. Así lo confirma el hecho de que la diversidad disminuye a 1 bit/ind. en la estación 2 a final del mes de abril, debido a la proliferación de *Chlamydomonas sp.*, cuando la concentración de nitrógeno experimenta un aumento.

BUDA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Morfometría

La forma actual de la laguna de la isla de Buda, con su longitud mayor en dirección perpendicular a la línea de costa, es resultado de su geomorfología. Sucesivas generaciones de barras de arena modificaron la forma inicial alargada, estrecha y con su eje mayor paralelo a la línea de costa, típica de una laguna costera, hasta la actualidad en que se distinguen dos cubetas, Calaix Gran al oeste y Calaix de Mar al este, limitadas por un estrechamiento en dirección N-S que representa una de tales barras de arena (MALDONADO, 1977).

En la tabla 7 figuran los principales parámetros morfométricos calculados de igual manera que en la Encañizada y en la Tancada para las dos cubetas. El límite entre las dos partes está muy bien marcado por la barra de arena, donde la distancia entre las orillas es de 700 m y el nivel del agua de 30 a 50 cm. La profundidad aumenta hacia la zona central

TABLA V. Parámetros morfométricos de la laguna de Buda. - *Morphometric data of the Buda lagoon.*

	CALAIX GRAN	CALAIX DE MAR	TOTAL
Superficie (A) Km ²	1,88 Km ²	1,92 Km ²	3,8 Km ²
Volumen (V) m ³	1342690 m ³	1128530 m ³	2471220 m ³
Profundidad máxima (z _m) cm	120 cm	120 cm	120 cm
Profundidad media (z̄) cm	71,4 cm	58,7 cm	65 cm
Longitud (l) m	2460 m	2720 m	
Anchura (b) m	1100 m	880 m	
Anchura media (b̄) m	764 m	701 m	
Perímetro (L) m	8900 m	18940 m	27840 m
Desarrollo del perímetro (D _L)	1,83	3,86	4,02
Desarrollo del volumen (D _V)	2,93	2,41	1,62

de ambas partes de la laguna y es superior a 1 m en el Calaix Gran y en el Calaix de Mar se aproxima a esta profundi-

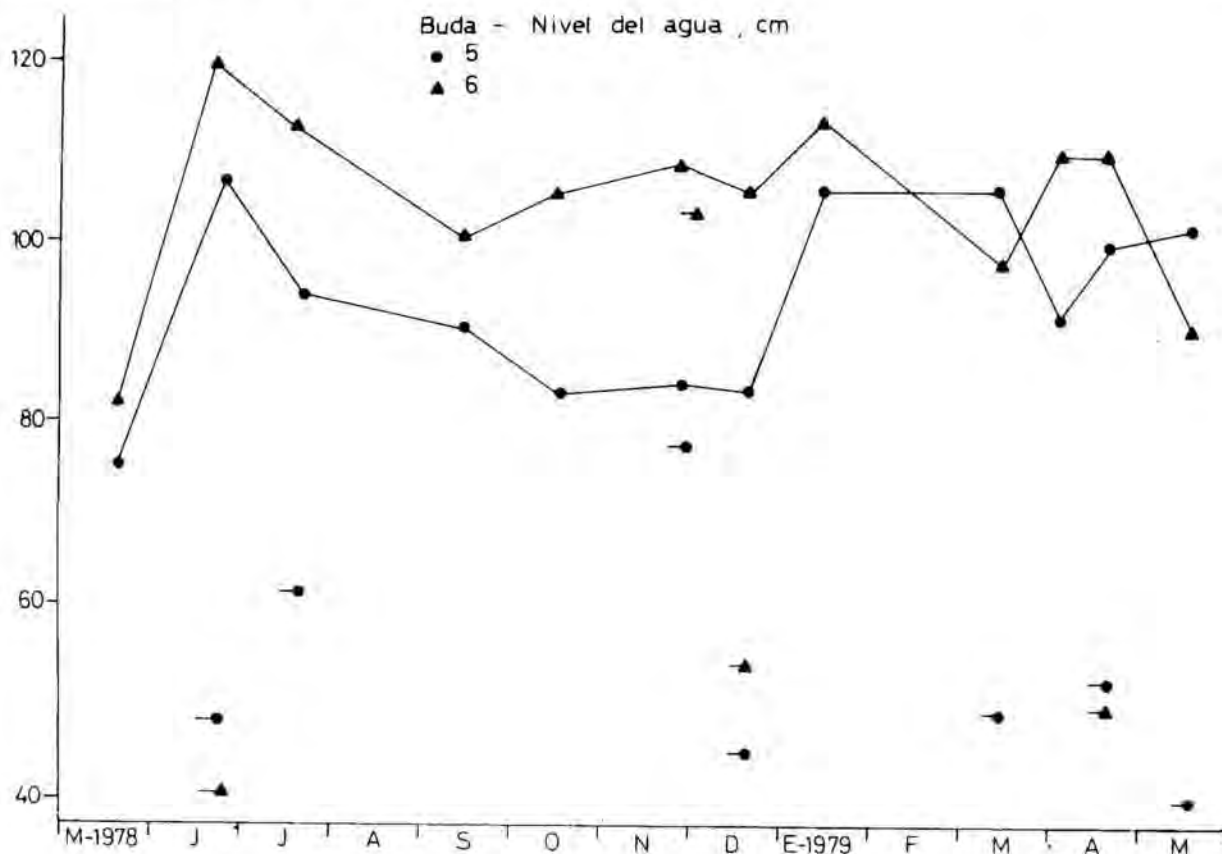


FIG. 35. Profundidades medidas en las dos estaciones de Buda desde mayo de 1978 a mayo de 1979. Los guiones indican la profundidad de visión del disco de Secchi. - *Water depth measurements in the two sampling stations of Buda from May 1978 to May 1979. Dashes mark Secchi disc's vision depth.*

dad (FERRER, 1982). Los márgenes de la laguna, especialmente las orillas sur y este, son extraordinariamente sinuosos, con muchas más ensenadas que la Encañizada y la Tancada.

Nivel del agua

En los puntos de muestreo escogidos el máximo nivel del agua se midió en el mes de junio de 1978, 107 cm en la estación 5 y 120 cm en la estación 6. El mínimo se observó en el mes de mayo de 1978, 75 cm en la estación 5 y 82 cm en la estación 6.

De mayo a junio 1978 el nivel del agua asciende unos 30 cm (fig. 35), al igual que en las otras dos lagunas, lo que coincide con el influjo de agua procedente de los campos de cultivo y provoca una dilución del agua de la laguna. En este caso en la estación 5 pasa de 15 a 5 g de Cl/l y en la estación 6 de 10 a 1 g

de Cl/l (COMÍN, 1982). Ello no quiere decir que el agua que entra lo haga toda ella por los canales ya que las entradas por otras vías, filtración y canal de comunicación con el río, pueden ser importantes.

A partir de junio y hasta octubre el nivel tiende a descender, debido posiblemente a que el río pasa por un período de estiaje y el mar no experimenta elevaciones de nivel importantes, factores ambos que favorecen la salida de agua de la laguna. Mientras tanto la concentración de cloruros permanece relativamente constante. En noviembre, coincidiendo con el movimiento general de la atmósfera y la alteración del tiempo, el nivel del agua aumenta ligeramente, y los cloruros superan en ambas estaciones los 6 g de Cl/l. Este aumento coincidió con el fuerte viento del norte ya mencionado en los apartados correspondiente de la Encañizada y de la Tancada. En estas dos lagunas el temporal actúa favorecien-

de la salida de agua hacia el mar, mientras en la Buda impulsa agua del mar hacia el cauce del río, donde se mezclan, y de aquí, por el canal, al interior de la laguna. En la estación 6 se llega a 10,6 g de Cl/l y en la estación 5 a 6,8 g de Cl/l.

A partir de diciembre, pasadas estas circunstancias, la concentración de cloruros disminuye y tiende a igualarse en las dos estaciones. En el mes de enero es de 5 g/l en la estación 5 y tan sólo de un gramo más por litro en la estación 6. El efecto uniformizador del intercambio de agua con el exterior llega a ser máximo en el mes de abril, cuando, por única vez en todo el ciclo, la concentración de la estación 5 supera a la de la estación 6 y ambas muy próximas a 6 g de Cl/l.

Al comienzo del invierno el nivel del agua sube aún más, variando poco alrededor de 100 cm. Estos dos efectos, dilución del agua y estabilización del nivel sólo pueden ser causados por influencia del río, que aumenta su caudal en esa época del año y por ello sus aguas penetran en la laguna y salen al mar, ya que el nivel del agua de éste era bajo debido al buen tiempo. Las fluctuaciones del nivel subsiguiente en la laguna (figura 35) tienen que ver con la acción conjunta de la descarga del río y de la agitación del mar provocada por temporales de Levante.

Temperatura

Se observan menos variaciones en la fluctuación de la temperatura que en las otras dos lagunas (ver Apéndice 1). Ello es debido a que se muestreó en menor número de ocasiones y no quedaron registrados cambios que ocurrieron entre dos observaciones, por ejemplo los sucedidos entre junio y julio, y en agosto.

El máximo se observó en julio (27,3 °C) en la estación 5. Y el mínimo en noviembre (6,5 °C) en las dos estaciones. Ambos valores extremos son superiores a los obtenidos en la Encañizada y en la Tancada, debido a circunstancias de muestreo y no a características propias del agua en esta laguna.

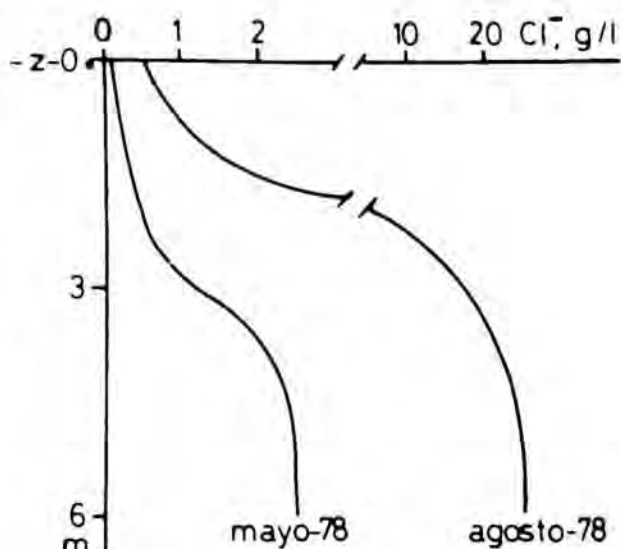


FIG. 36. Concentración de cloruros en la desembocadura del río Ebro a la altura de la isla de Buda en dos fechas diferentes. - Chloride in the Ebro river mouth beside Buda island in two different dates.

Limitaciones a la propagación de la luz

La situación a lo largo del año es similar a la de la Tancada. En muy contadas ocasiones dejó de verse el fondo de la laguna. La existencia de extensas y densas praderas de vegetales enraizados y la proximidad del fondo se oponen a la agitación del agua.

Tan solo a final de noviembre, bajo los efectos de un fortísimo viento, la cantidad de materia en suspensión era tal que dejó de verse el disco de Secchi a 7 cm de profundidad. Esta situación duró pocos días, hasta que se calmó el aire. En otras ocasiones en que el disco de Secchi no llegó a verse hasta el fondo, en general se distinguió hasta un nivel del agua de 50 cm, aproximadamente la mitad de la altura de la columna de agua. Como puede apreciarse en la figura 35 la transparencia del agua es menor en la estación 5 donde la densidad del fitoplancton es siempre mayor. En los meses de junio y julio de 1978 la abundancia de algas planctónicas parece ser la única limitación a la propagación de la luz. En cambio, en marzo y abril de 1979, esta causa se combina con la acción

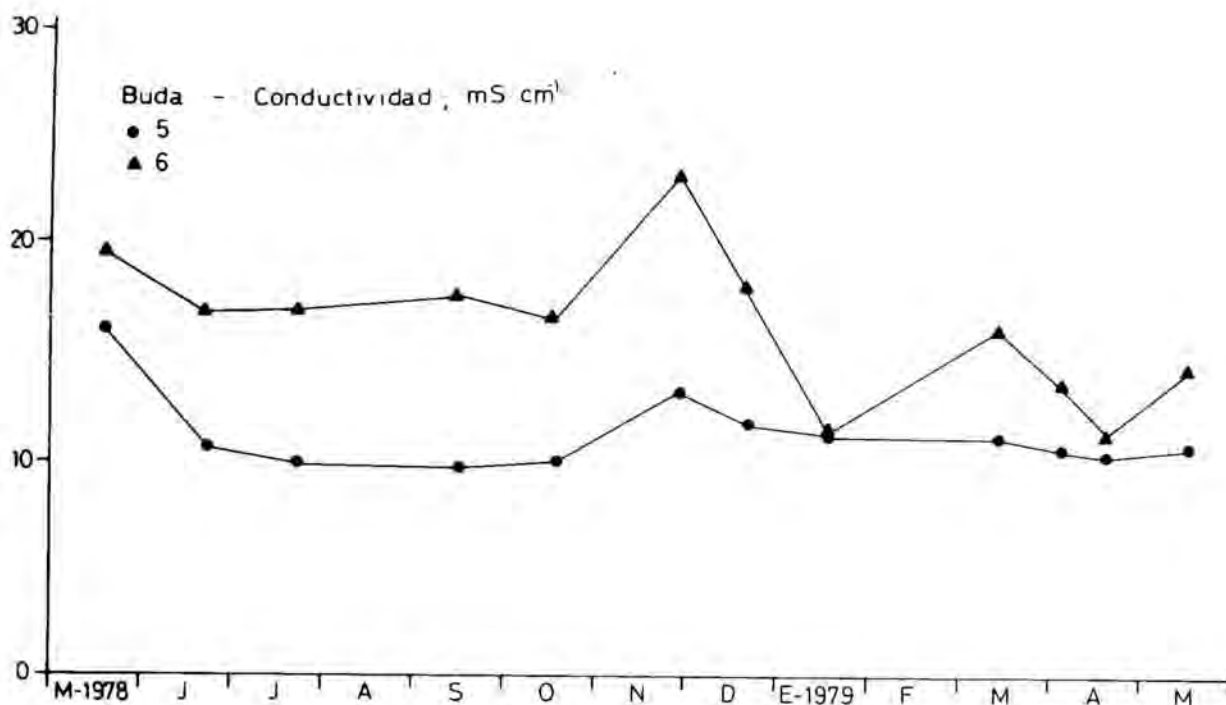


FIG. 37. Variación estacional de la conductividad en Buda. - *Seasonal fluctuations of conductivity in Buda.*

del viento, ya que la profundidad de visión del disco de Secchi es muy parecida en ambas estaciones de toma de muestras, y la densidad del fitoplancton es mucho mayor en la estación 5 ($25 \cdot 10^4$ cel./ml) que en la estación 6 ($7 \cdot 10^2$ cel./ml).

Circulación del agua de la desembocadura del río Ebro

El tramo deltaico del río Ebro presenta una acusada circulación estuárica de tipo positivo. Así por ejemplo, en las proximidades de la entrada de agua a la laguna, donde el río tiene una profundidad de unos 7 m, el agua próxima al fondo contiene entre 18 y 24 g de Cl/l en los meses de junio, julio y agosto; a 3 m de profundidad entre 15 y 18 g de Cl/l durante la misma época; y en superficie, entre 0,2 y 5 g de Cl/l. En otras ocasiones (mayo 1978), la concentración de cloruros es bastante uniforme en todo el perfil vertical, en superficie 0,1 g Cl⁻/l y en el fondo 2,5 g Cl/l (fig. 36).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Conductividad

El grado de mineralización del agua en esta laguna no sigue el modelo descrito para la Encañizada y la Tancada, debido al diferente régimen hidrológico que rige las entradas y salidas de agua. La conductividad varía a lo largo del ciclo anual entre 10 y 22 mS/cm con una cierta heterogeneidad espacial reflejada por los resultados de las dos estaciones de medida (fig. 37). Sólo en una ocasión, enero 1979, la conductividad de las dos estaciones coincide, el resto del año la estación más próxima al mar muestra un grado de mineralización superior.

La diferencia es más notable durante el período cálido del año, de mayo a diciembre, cuando a causa de la disminución del caudal del río se acusa más la influencia de las entradas de agua dulce, que provienen de los campos de arroz, en la parte occidental de la laguna donde la conductividad es alrededor de 10 mS/cm, mientras que en la parte oriental es cercana a 20 mS/cm.

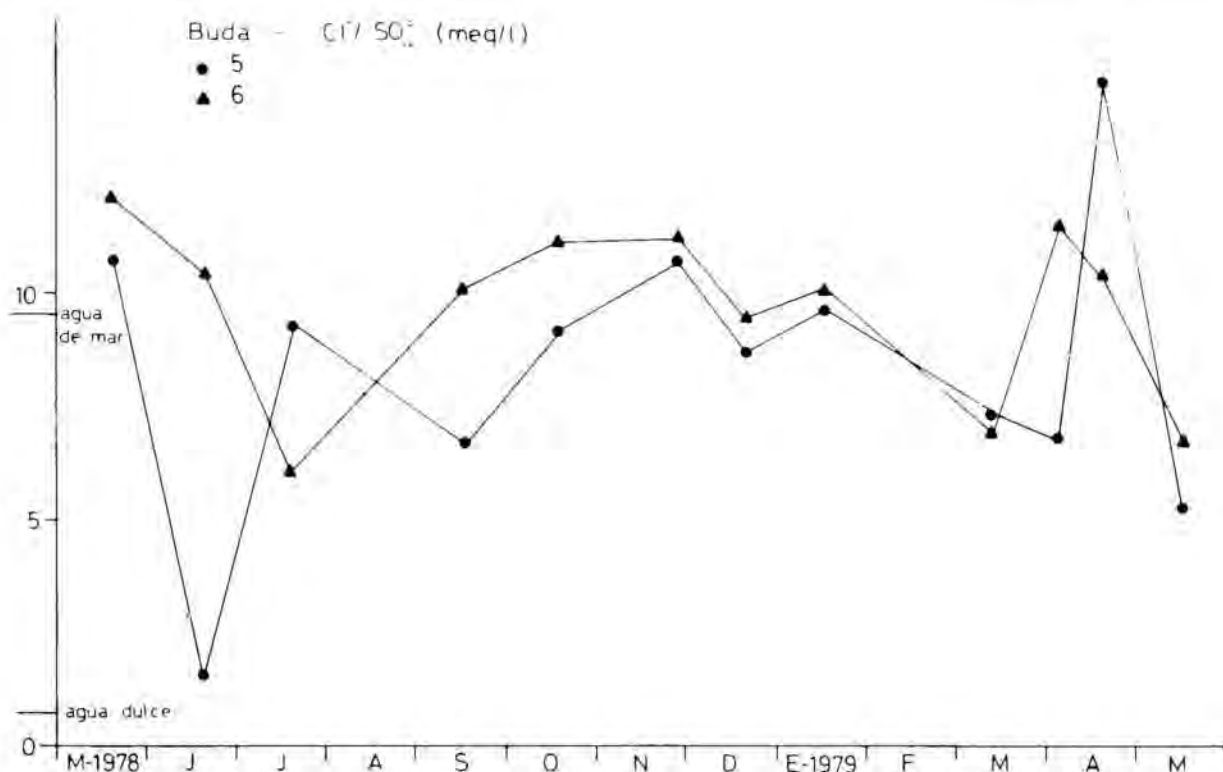


FIG. 38. Variación estacional de la relación cloruros/sulfatos en Buda. - *Seasonal fluctuations of the ratio chloride/sulphate in Buda.*

Durante el resto del ciclo, de enero a mayo de 1979, la diferencia entre las dos partes de la laguna se atenúa. La estación mantiene una conductividad entre 10 y 11 mS/cm; y la estación 6 de 11 y 16 mS/cm. Esta tendencia a disminuir la heterogeneidad espacial debe atribuirse al incremento de la influencia del agua que entra por el canal de comunicación con el río, como consecuencia del aumento del caudal del mismo y del movimiento del mar.

Compuesto de azufre

La concentración de sulfatos experimenta en esta laguna idénticas fluctuaciones que la conductividad, por lo que los mismos factores allí citados justifican las variaciones de este parámetro.

Los valores máximos se obtienen en el mes de mayo de 1978. Son aproximadamente la mitad de los observados en las otras dos lagunas; algo inferior a 1,5 g/l en la estación 6; y 1,1 g/l en la estación 5. Esta concentración se hace

inferior a 1 g/l en los meses siguientes en la estación 6, e inferior a 0,5 g/l en la estación 5; y se llega a diferencias del doble entre las dos estaciones en el mes de septiembre.

Trazas de sulfhídrico se detectaron sólo en los análisis de los meses de septiembre y octubre en ambas estaciones. Ello indica una menor incidencia en la laguna de la isla de Buda de los procesos que dan lugar a la aparición de dicho gas, reducción de sulfatos y descomposición de la materia orgánica (DEEVEY, 1972).

Relación cloruros/sulfatos

El cociente cloruros/sulfatos muestra en la laguna de la isla de Buda durante el ciclo anual una variación menor que en las otras dos lagunas (fig. 38). Ello indica una mayor constancia del grado de mezcla de agua dulce y marina, lo cual es consecuencia de depender mayoritariamente su hidrología del intercambio de agua con la desembocadura del río. En conjunto los datos son elevados, quedan

la mayoría entre 6 y 11. Hay un período muy estable de octubre a enero durante el cual el rango de variación se reduce, de 9 a 11.

Al comienzo del ciclo el cociente varía más ampliamente, y en la parte occidental en el mes de junio se obtuvo una relación de 1,5. En la parte próxima al mar el cociente es en todo momento superior a 6. Esta diferencia, ya se ha señalado, se atribuye al agua excedente del riego que llega por la orilla oeste de la laguna, y a ella se debe la inestabilidad de las proporciones relativas de cloruros y sulfatos.

Otro período con amplias variaciones se observa al final del ciclo, en los meses de marzo y abril, pero en este caso la inestabilidad se asocia, como en las otras lagunas, con un pH elevado y un aumento de la alcalinidad.

Reservas alcalinas y pH

Existe durante los meses de mayo a noviembre de 1978 una diferencia de comportamiento del bicarbonato, fracción a la cual es atribuible la casi totalidad de la alcalinidad, entre las dos estaciones de muestreo.

En la estación 5 el contenido total de carbono inorgánico disminuye por debajo de 2,5 meq/l a partir de mayo de 1978 y llega a ser muy próximo a 1 meq/l en septiembre. En cambio en la estación 6 el valor mínimo apenas baja de 2 meq/l (fig. 39). Los factores que marcan estas diferencias son dos. De una parte el distinto grado de salinidad (figura 37) del mismo sentido entre las dos estaciones que el de la alcalinidad, con la cual guarda una relación directa (WONG, 1979). Y de otro lado, la mayor actividad consumidora de carbono inorgánico en la estación 5 como resultado de la mayor densidad del fitoplankton en esta parte de la laguna.

El pH se mantiene en el valor de 8 en los meses iniciales del ciclo y aumenta, al igual que la alcalinidad, hasta 8,3 en los meses de otoño cuando aumenta la salinidad (véase el Apéndice 1). A lo

largo del año su intervalo de variación, entre 8 y 8,8, es relativamente estrecho si se compara con las otras dos lagunas, lo cual está en relación con la menor variación de la conductividad.

A partir de noviembre la alcalinidad supera los 3 meq/l y oscila durante el resto del ciclo entre este valor y los máximos alrededor de 4,5 meq/l observados en ambas estaciones en abril de 1979.

El continuo e intenso intercambio de agua de la laguna con el exterior durante el otoño y el invierno supone un aporte constante de sales que favorecen el aumento de la alcalinidad, y tiende a uniformizar las características del agua en toda la laguna. Al igual que en las otras dos lagunas la disminución de la temperatura y la agitación del agua por el viento tienden a favorecer la entrada de CO₂ atmosférico que pasa a la forma de bicarbonato.

En los meses finales del ciclo es cuando esta fracción disminuye su abundancia desplazándose el equilibrio, con un pH entre 8,3 y 8,8, hacia los carbonatos que llegan a representar, en el mes de marzo en la estación 6 y a principios de abril en la estación 5, el 11 % de la alcalinidad total. En las mismas fechas llega a su máximo la fracción de boratos atribuible a la componente marina del agua, los cuales llegan a representar el 10 % de la alcalinidad total, proporción inferior a las de la Encañizada y la Tanca-da, como corresponde a su menor salinidad.

Cationes principales

Durante todo el año, la distribución de los cuatro cationes principales por su abundancia de mayor a menor, sigue, salvo escasas excepciones, el orden típico de las aguas marinas: Na > Mg > Ca > K, y su ciclo anual muestra las características de la mineralización explicadas a propósito de la conductividad. La abundancia relativa de los cationes se mantiene de mayo a diciembre bastante estable, por lo que puede afirmarse que el agua de la laguna, aún variando su mi-

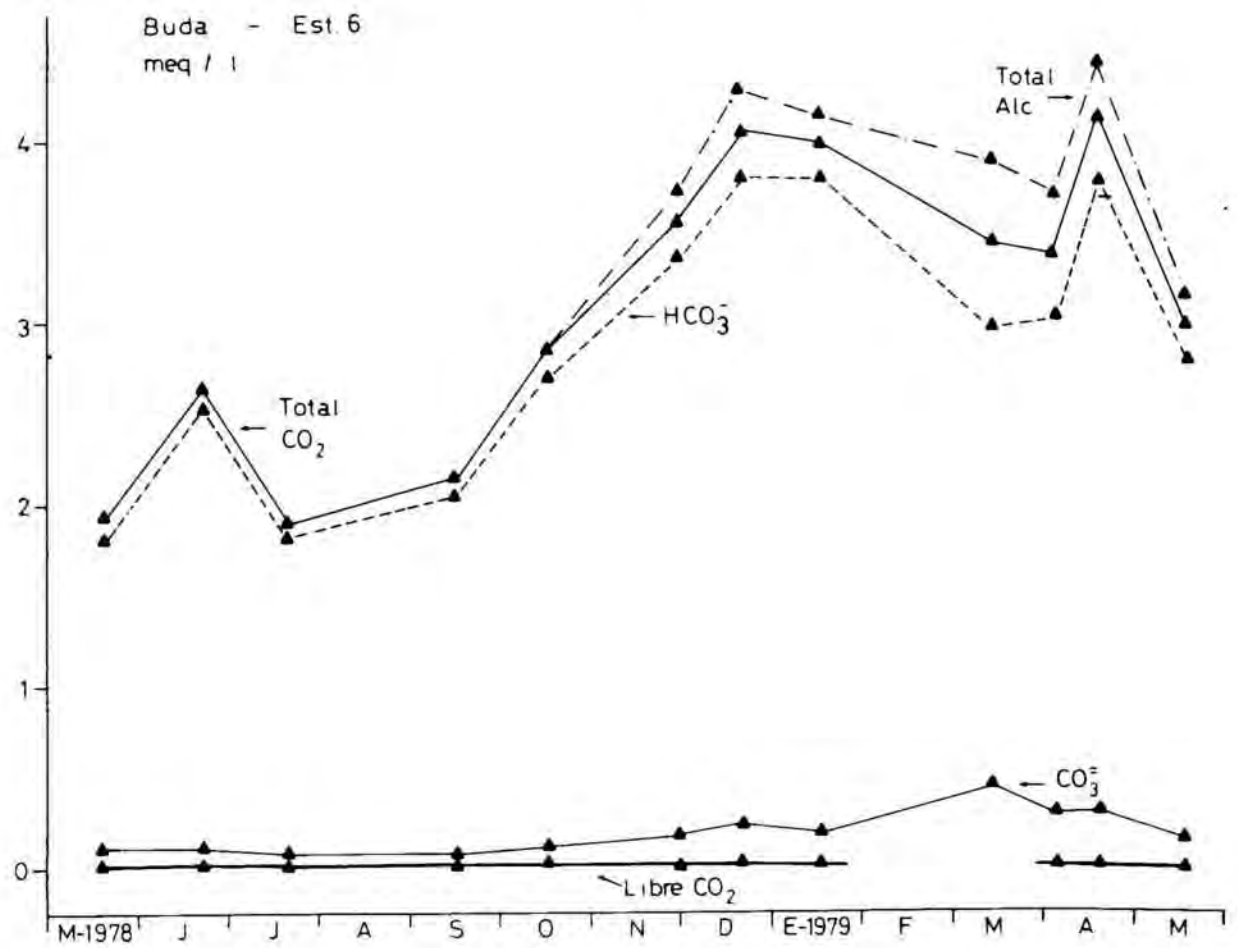
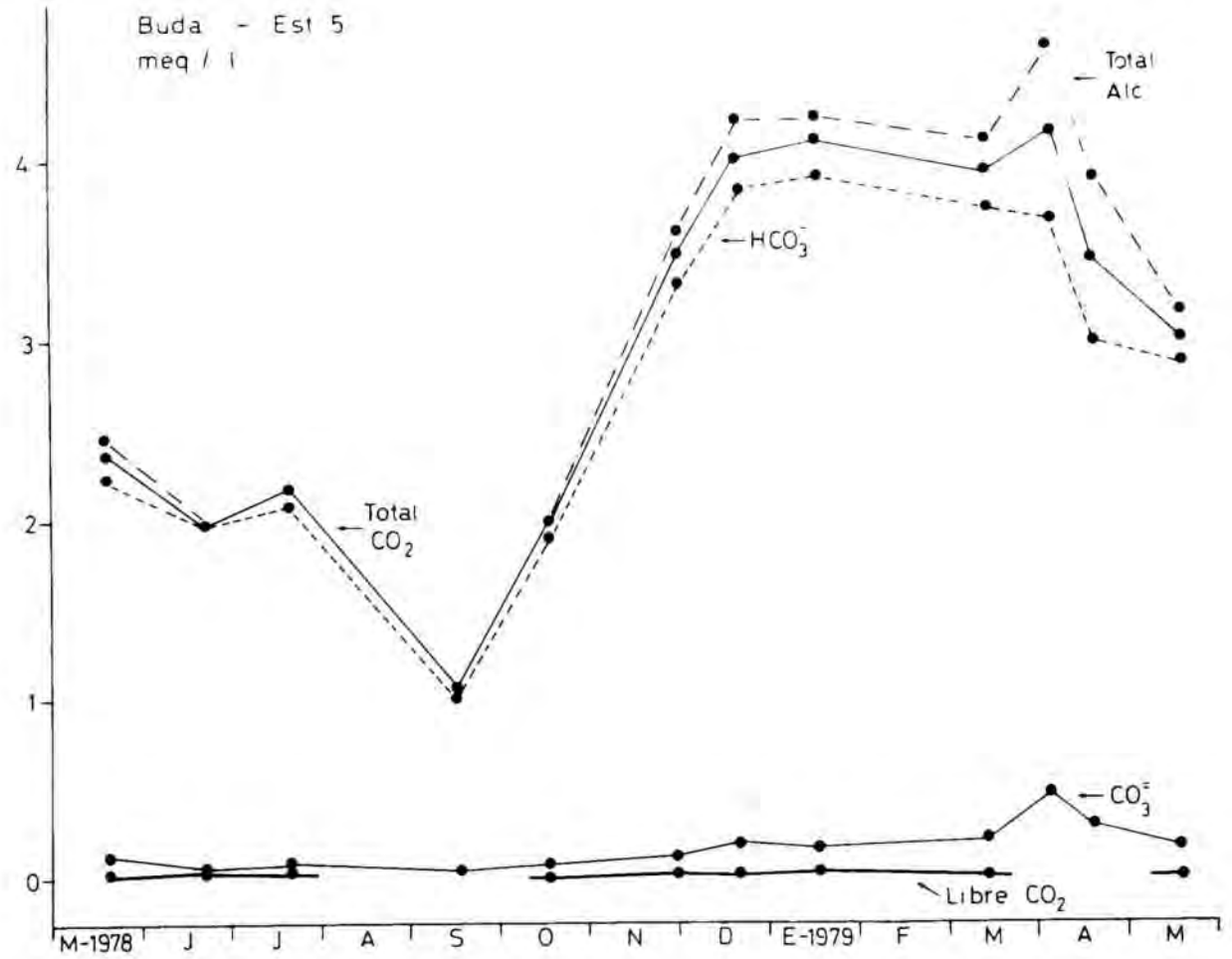


TABLA VI. Límites extremos de variación de las concentraciones de los cationes principales en la laguna de Buda - *Range of variation of the main cations in Buda.*

	Na	Mg	Ca	K
Mayo-Diciembre				
1978 Estación 5	1358-3087	95-295	66-171	36-96
Estación 6	1813-5739	326-587	188-280	122-183
Enero-Abril				
1979 Estación 5	1710-2819	267-1501	154-173	84-548
Estación 6	3415-3945	371-1521	159-182	124-377

neralización total, conserva el grado de mezcla de agua dulce y marina dentro de límites estrechos.

Existe una diferencia notable de una a otra parte de la laguna (tabla 8). Esta diferencia es, en general, del doble para cada uno de los cationes, algo que ya se observó sucedía con los cloruros y sulfatos, y que reafirma la idea de una cierta heterogeneidad espacial del grado de mineralización dentro de la laguna.

La mayoría de los valores del cociente equivalente Mg/Ca quedan entre 3 y 4 (COMÍN, 1982). La desviación más notable se observa, dentro del período que estamos considerando, en la parte occidental de la laguna en junio de 1978,

en que el cociente es 1. Este valor, que se aproxima al del agua dulce, es debido a la influencia de los canales que vierten agua de los campos de arroz en la orilla occidental de la laguna.

Durante el período de enero a abril de 1979, las relaciones que expresan la proporción relativa de los distintos cationes muestran, aún dentro de los límites próximos a los valores del agua de mar, una mayor irregularidad que en la otra parte del ciclo, lo cual debe ser causado principalmente por el mismo carácter del régimen de entrada de agua del exterior. Otros factores en menor proporción, como la precipitación de calcio en forma de carbonatos, también interviene desplazando las relaciones entre los distintos cationes en uno u otro sentido, y aumentando la proporción en equivalentes Mg/Ca por encima del valor característico del agua de mar.

Compuestos de nitrógeno

El ciclo anual se ajusta al modelo descrito para la laguna de la Tancada, pero con una concentración más baja de las distintas formas de nitrógeno. Desafortu-

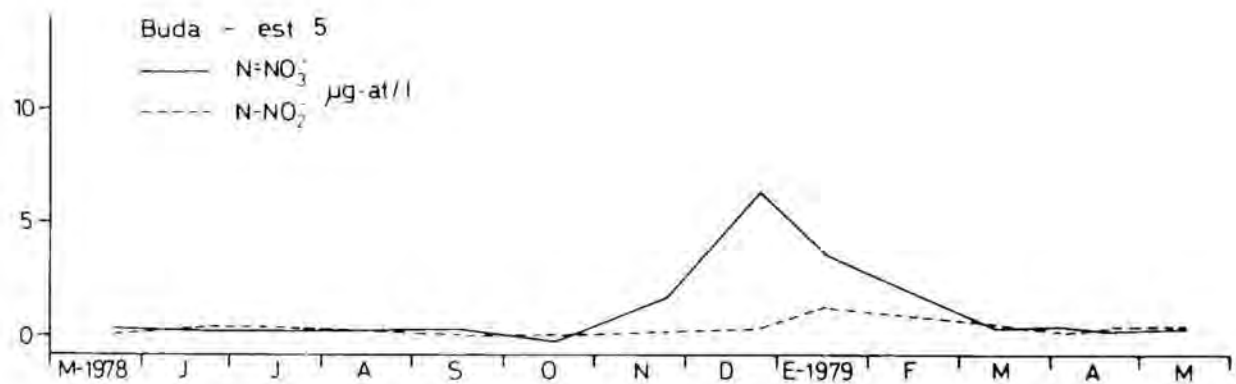


FIG. 40. Variación estacional de la concentración de nitrógeno en las formas de nitrato, nitrito y amonio en la estación 5 de Buda. - *Seasonal fluctuations of nitrate, nitrite and ammonia at station 5 of Buda.*

FIG. 39. Variación estacional de la alcalinidad total, carbono inorgánico total, CO₂ libre, bicarbonato y carbonato en Buda. - *Seasonal fluctuations of total alkalinity, total inorganic carbon, free CO₂, bicarbonate and carbonate in Buda.*

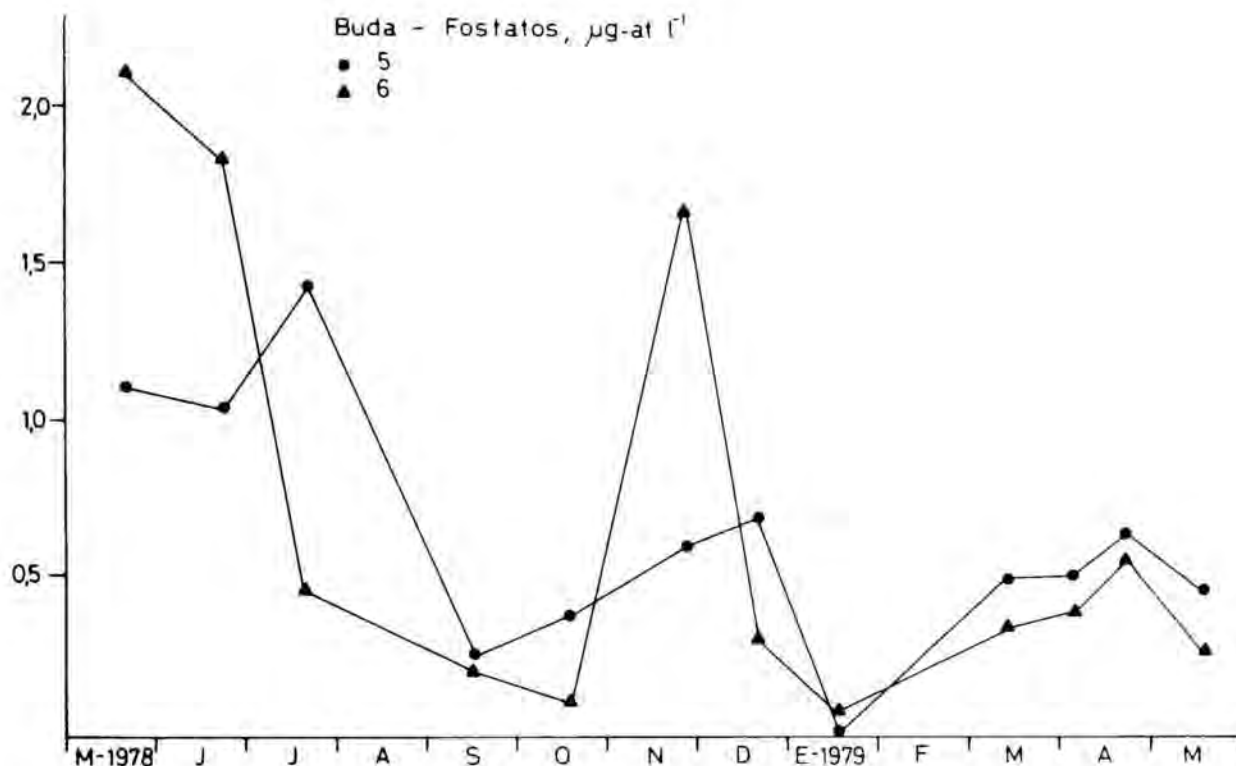


FIG. 41. Variación estacional del fósforo reactivo soluble en Buda. - Seasonal fluctuations of soluble reactive phosphorus in Buda.

nadamente tan solo se dispone de algunos datos esporádicos de amonio, que indican también una concentración baja de esta fracción de nitrógeno comparada con los resultados de la Tancada. La única diferencia considerable es que en la estación 6 los valores máximos ($\text{N-NO}_3 = 11,6 \mu\text{g-at/l}$ en diciembre 1978; $\text{N-NO}_2 = 2,3 \mu\text{g-at/l}$ en enero 1979), fueron aproximadamente el doble que en la estación 5 (fig. 40).

En conjunto, y dadas las diferencias observadas en el desarrollo de las poblaciones de fitoplancton de una a otra parte de la laguna (ver Apéndice 2), parece que la presencia de nitrógeno disuelto en el agua, está principalmente ligada al período de mineralización de la materia orgánica inmediato posterior al decaimiento de las praderas de macrófitos, en otoño, y que el nitrógeno disponible está fuera del alcance de la asimilación directa del agua libre durante la mayor parte del año.

Fósforo

Las variaciones de fósforo siguen durante el ciclo anual el modelo descrito para las otras dos lagunas. Las concentraciones son similares a las de la Tancada, entre 0,07 y $2 \mu\text{g-at/l}$ (fig. 41).

En los meses iniciales del ciclo se observan los valores más altos del año, entre 1 y $2 \mu\text{g-at/l}$, con un máximo de 2,07 en la estación 6 en mayo 1978 y de $1,47 \mu\text{g-at/l}$ en la estación 5 en julio. Después desciende durante los meses de verano y parte del otoño por bajo de $0,5 \mu\text{g-at/l}$ lo que se corresponde con la temporada de aumento de las poblaciones biológicas. Y vuelve a aumentar al final del otoño cuando estas disminuyen, alcanzando un máximo relativo de 0,7 y $1,6 \mu\text{g-at/l}$ en las estaciones 5 y 6 respectivamente.

El intercambio de fósforo con el sedimento parece también tener importancia en esta laguna, puesto que las condicio-

nes de elevado pH, aumento de la fracción de carbonatos, y abundancia de cationes con disminución relativa de la proporción de calcio, ocurren durante una buena parte del año, desde los meses del invierno en que los análisis de fósforo dan por resultado cantidades casi indetectables hasta el final del período de estudio, en la primavera del 1979, cuando las concentraciones de fosfatos son del orden de $0,5 \mu\text{g-at/l}$.

Silicio

La cantidad de silicato reactivo soluble varía en la laguna de Buda dentro de unos límites similares a los de la Tancada, entre 0 y $190 \mu\text{g-at/l}$. La distribución anual en las dos estaciones de muestreo indica una tendencia descendente durante todo el período de estudio (ver Apéndice1). En los meses de primavera y comienzo de verano se observan los valores más altos, $120 \mu\text{g-at/l}$ en la parte próxima al mar y $193 \mu\text{g-at/l}$ en la otra. Durante el resto del año 1978 disminuyen progresivamente hasta los mínimos, entre 4 y $18 \mu\text{g-at/l}$, del invierno. Y aumenta al comenzar la primavera del año 1979, las concentraciones son de $20 \mu\text{g-at/l}$.

Esta variación estacional no guarda relación alguna con los datos obtenidos sobre abundancia de diatomeas planctónicas, ya que el número de células presentes a lo largo del ciclo es muy escaso, y sin excesiva significación. Por ello se deduce que, al igual que en la Tancada, la concentración de silicio está poco influida por la actividad del fitoplancton.

Micronutrientes: hierro y manganeso

Las concentraciones de los dos metales son, en general, inferiores a las citadas en las otras dos lagunas, pero la variación estacional es similar. En junio de 1978, la estación 5 muestra una mayor concentración de ambos elementos ($0,93 \text{ mg Fe/l}$), con el máximo anual de manganeso ($0,45 \text{ mg/l}$) en ella; frente a $0,4$

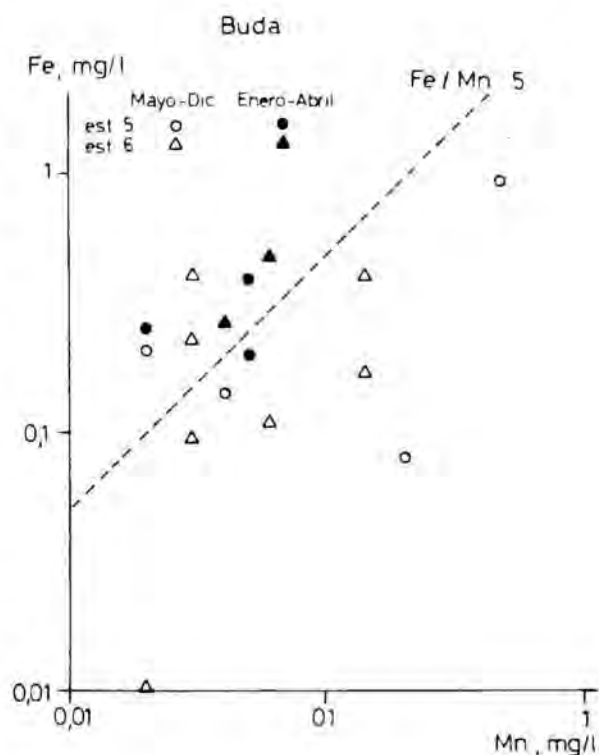


FIG. 42. Relación entre las concentraciones de hierro y manganeso en Buda. - Relationship among the concentrations of iron and manganese in Buda.

mg Fe/l y $0,15 \text{ mg Mn/l}$ en la estación 6 más próxima al mar. Estas diferencias son inversas a las observadas en los cloruros y el resto de aniones y cationes. Desafortunadamente no se tienen datos de la estación 5 en los meses de noviembre y diciembre. Es de suponer que las concentraciones aumenten como en la estación 6, donde se produjo el máximo absoluto de Fe ($1,8 \text{ mg/l}$) en noviembre de 1978. Durante el resto del período estudiado se uniformizan las concentraciones de ambos elementos en las dos estaciones, al igual que sucede con la mineralización.

Los valores más altos del cociente Fe/Mn, por encima de 10, corresponden al otoño, cuando tiene lugar la mezcla general de toda la masa de agua. Los más bajos, de $0,4$ y $1,8$, en la época de mayor calor y estabilidad térmica, a mitad de verano. En los meses de invierno adopta valores intermedios, entre 6 y 12. La menor dispersión de estos datos (figura 42), comparados con los de las otras dos lagunas, indica una mayor uniformidad anual en Buda, que puede tener relación con la dependencia mayoritaria del

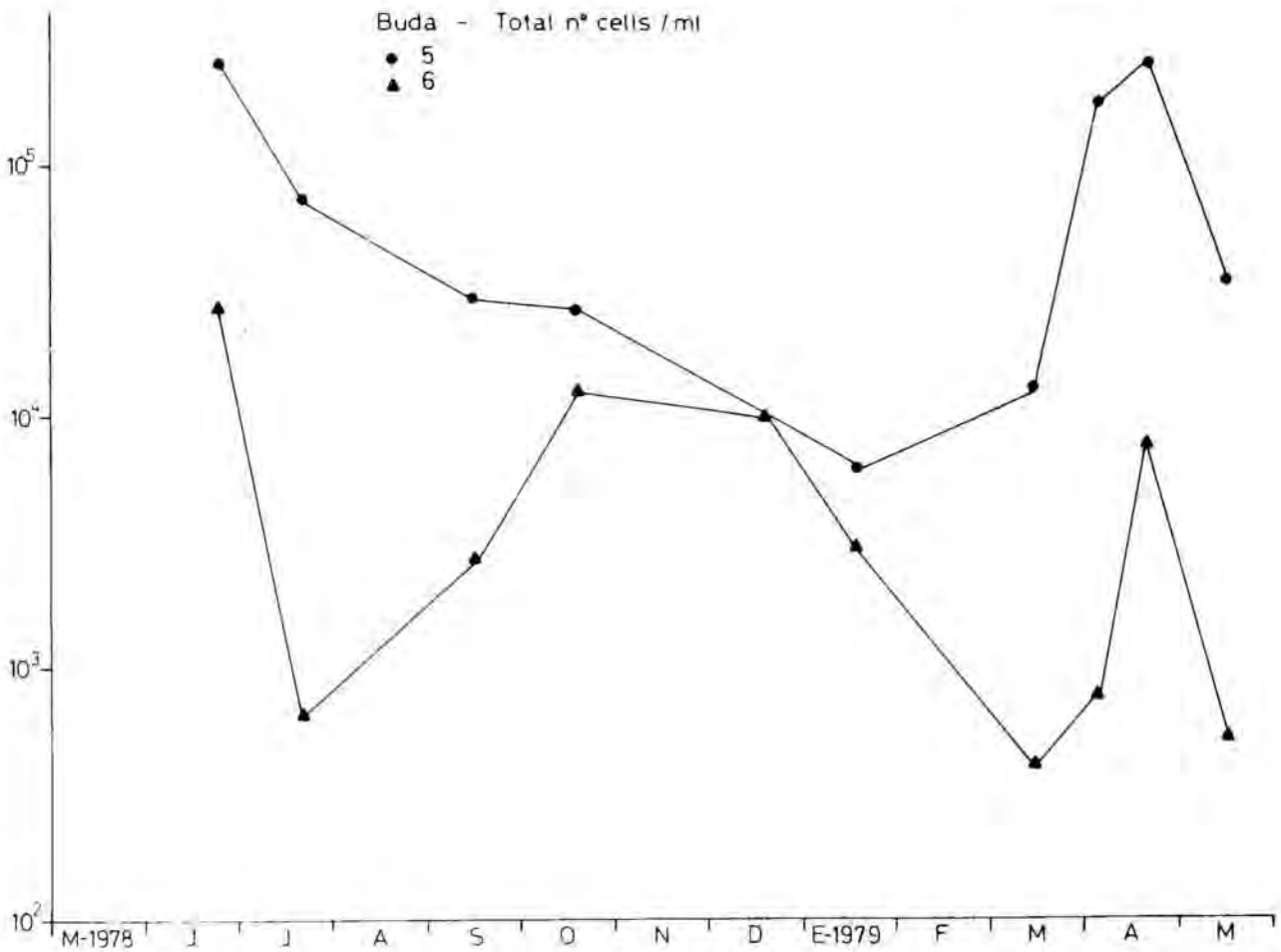


FIG. 43. Variación anual de la densidad total de fitoplancton en Buda. - *Seasonal fluctuations of the total density of phytoplankton in Buda.*

intercambio de agua con la desembocadura del río, algo que ya se ha comentado y que impone también una mayor uniformidad anual al grado de mineralización del agua dentro de la laguna.

Oxígeno

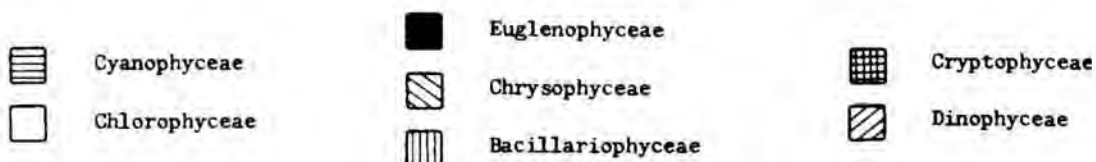
En Buda la concentración de oxígeno oscila en general entre 5 y 10 ml/l (ver el Apéndice1), un rango similar al de las otras dos lagunas, y corresponden a porcentajes de saturación superiores al 100 % en su mayor parte. La variación estacional no guarda buena relación con

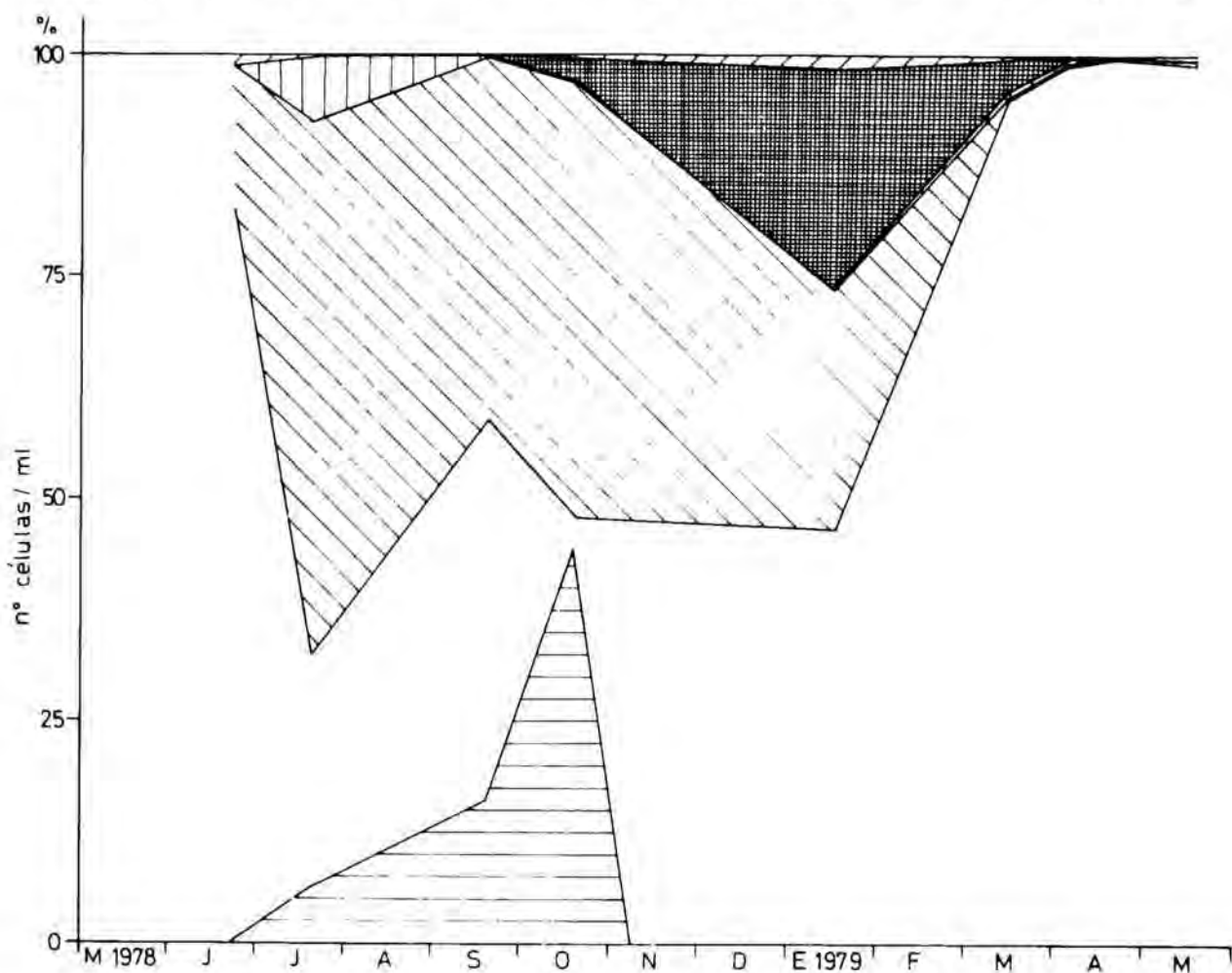
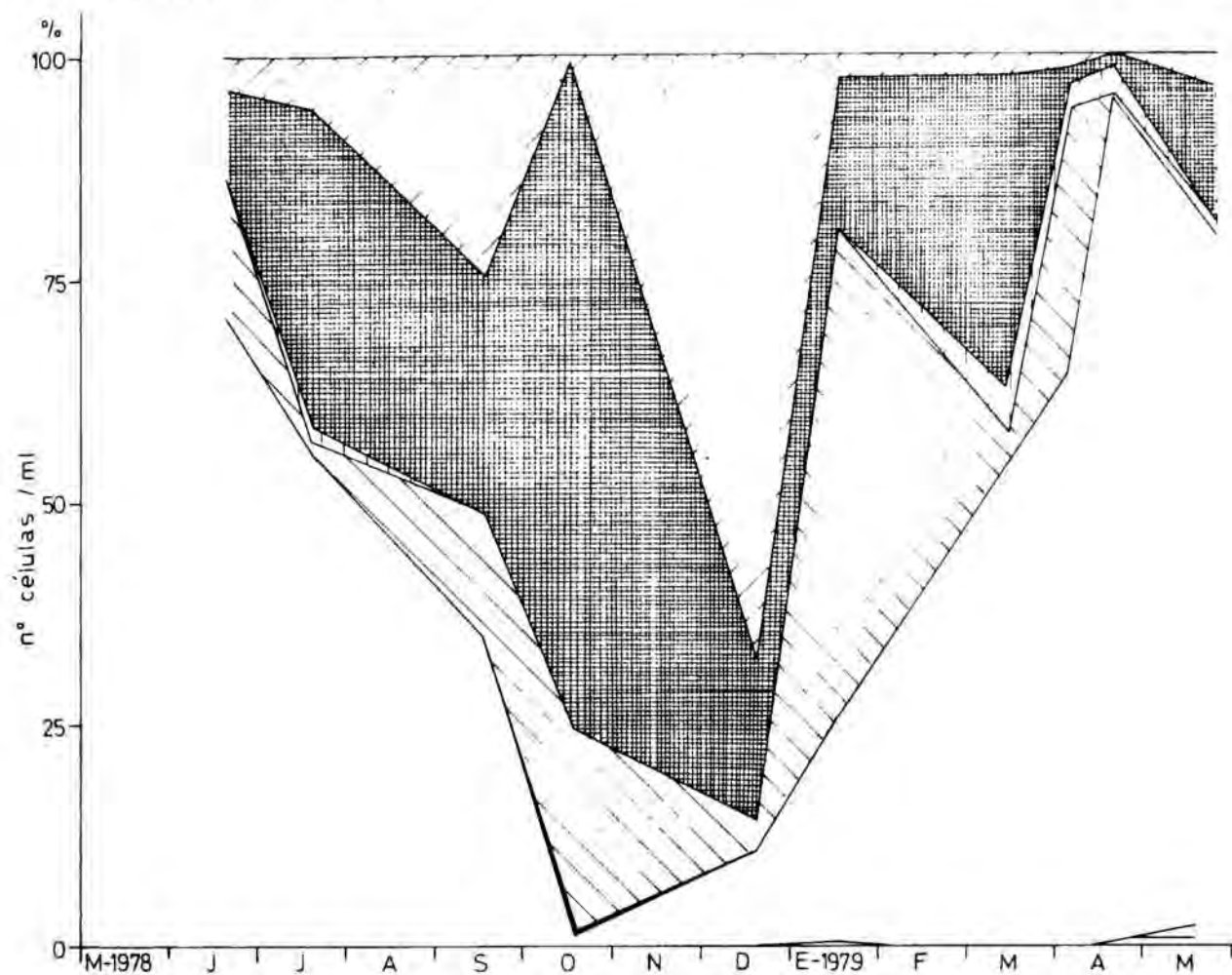
la de la abundancia de fitoplancton en ninguna de las dos estaciones de recolección de muestras.

Comparándolas entre si se observan algunas similitudes con otros parámetros, como la salinidad. Durante el período de mayo a noviembre la cantidad de oxígeno es mayor en la estación 5 (alrededor de 10 ml/l y un máximo absoluto de 14 ml/l en septiembre) que en la estación 6 (variable entre 5 y 7 ml/l). Los porcentajes de saturación respectivos muestran las mismas diferencias; superiores a 150 en la estación 5, y entre 90 % y 140 % en la estación 6.

A partir de noviembre las concentraciones en las dos partes de la laguna

FIG. 44. Distribución anual de la abundancia relativa de las principales clases de fitoplancton en Buda. - *Annual distribution of the major classes of phytoplankton in Buda.*





son similares y menos fluctuantes (entre 5 y 9 ml/l). Tan sólo en los meses terminales del ciclo estudiado, marzo, abril y mayo, se observa una variación paralela y próxima en las dos estaciones.

La diferencia del primer período puede explicarse por la superior densidad de fitoplancton en la estación 5. Y la uniformización a partir de noviembre recuerda a lo que sucede con la conductividad y otros parámetros relativos a la mineralización, que la mayor circulación del agua y su mezcla borra las diferencias de una a otra parte de la laguna.

FITOPLANCTON

Composición y biomasa

El fitoplancton de la isla de Buda se caracteriza, desde el punto de vista cualitativo por el bajo número de especies que componen la comunidad en todo momento comparado con la Encañizada y la Tancada, aunque el número de muestras observadas en aquella laguna fue inferior al de éstas (véase el Apéndice 2).

Se han identificado durante el estudio 55 especies con diferencias significativas de una a otra parte de la laguna. En el punto próximo al mar se contabilizaron una treintena de especies y unas veinte más en el otro. Todas ellas se han encontrado en las otras dos lagunas, si bien las diferencias cuantitativas y su distribución en el tiempo son muy significativas (fig. 43).

Selenastrum capricornutum fue la especie más importante. Fue dominante (entre el 75 y el 95 % del total de individuos) al principio y al final del ciclo estudiado en las dos estaciones de muestreo. Es en estas fechas cuando se alcanzan las densidades mayores de fitoplancton; del orden de $2,5 \cdot 10^5$ cel/ml en la estación 5, situada en la parte occidental de la laguna, en junio de 1978 y abril de 1979; y unas diez veces menor, $2,6 \cdot 10^4$ cel/ml, en la estación 6, en la parte más próxima al mar y en junio de 1978.

Junto a la especie citada, destacan en la estación 5 un grupo de clorofíceas (Apéndice 2) y también, aunque exclusivamente en la temporada cálida del año, *Prymnesium parvum*. Esta especie puede proliferar en ocasiones y provocar la muerte de peces (COMÍN & FERRER, 1979).

En los meses de final del verano y comienzo del otoño adquieren importancia un grupo de cianofíceas sin heterocistes. En cambio en la estación 2 en este período destacan en conjunto criptofíceas y dinoflageladas (fig. 44).

También se aprecia la heterogeneidad espacial en la densidad total, pues, en general, en la estación 5 ésta fue el doble que en la estación 6, como mínimo. Precisamente fue en enero de 1979 cuando se observó la mínima abundancia de fitoplancton en la estación 5 ($6 \cdot 10^3$ cels/ml) siendo las especies *Chromulina sp.* y *Selenastrum capricornutum* las dominantes, seguidas de *Hemiselmis rufescens* y *Chroomonas acuta*. Mientras en la estación 6 los valores mínimos (alrededor de $5 \cdot 10^3$ cel/ml) corresponden a los meses de julio 1978 y marzo y mayo de 1979. En las tres ocasiones fue *Tetraselmis sp.* la especie dominante, con más del 50 % del total de células y muy pocas especies más, principalmente criptofíceas, como acompañantes.

Estas características generales asemejan la sucesión estacional del fitoplancton en la estación 5, situada en la parte occidental de Buda, a la descrita para la Encañizada; mientras que la de la estación 6, más próxima al mar, se parece más, al menos en ciertos estadios, a la descrita para el punto correspondiente de la Tancada.

Diversidad

La diversidad del fitoplancton tiene en Buda valores entre 0,25 y 3,25 bits/ind., un rango de variación menor que en las otras dos lagunas (fig. 45). Además las fluctuaciones que ocurren durante el ciclo son menos frecuentes y más lentas. Ello puede ser expresión del manteni-

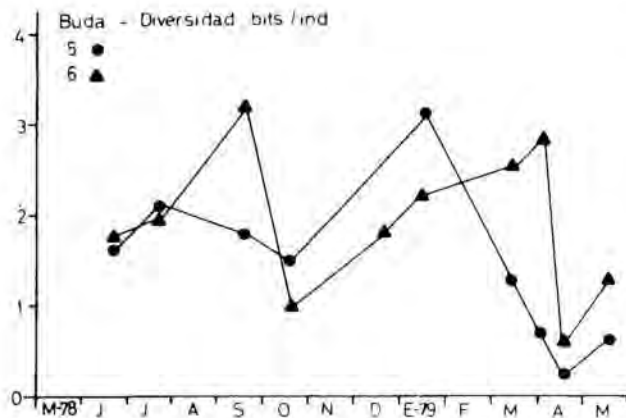


FIG. 45. Variación anual del índice de diversidad en Buda. - Seasonal fluctuation of the diversity index in Buda.

miento con pocas variaciones a lo largo del año del mismo tipo de comunidad fitoplanctónica, que a su vez está determinada por una relativa constancia de las características químicas.

En efecto en la estación 5 mientras el fitoplancton está dominado por *Selenastrum capricornutum* y *Prymnesium parvum*, la diversidad se mantiene entre 1,5 y 2 bits/ind. Esto ocurre de junio a octubre de 1978 con una concentración de cloruros baja, inferior a 4 g Cl/l. A partir de noviembre se rompe esta situación a causa del aumento de la salinidad. En diciembre y enero el número de especies aumenta y deja de haber una dominancia neta por parte de las citadas más arriba y aumenta la diversidad al máximo anual de 3,2 bits/ind., en enero de 1979. Hacia el final del ciclo, en la primavera de 1979, *Selenastrum capricornutum* vuelve a ser mayoritario ante las variaciones de la concentración salina y de la relación Cl/SO₄ y la diversidad señala los valores mínimos del año en esta estación, entre 0,25 y 0,75 bits/ind., cuando la población de aquella especie representa entre el 50 y el 90 % del total de células contadas.

En la estación 6 la estructura de la población es en junio de 1978 similar a la de la estación 5, con dominancia de la misma clorofícea y la diversidad es casi idéntica 1,7 bits/ind. Pero durante el ve-

rano la diversidad aumenta y llega al máximo anual en septiembre (3,25 bits/ind.) ya que el número de clorofíceas y dinoflageladas aumenta sin grandes diferencias en su densidad. La diferencia esencial con la estación 5 es que el nivel de salinidad es en todo momento superior lo que favorece el desarrollo de estas especies. Los valores altos de diversidad se repiten en diciembre y enero. Aunque la composición específica no sea esencialmente la misma durante todos estos meses, se mantienen unas densidades bajas de todas las especies presentes. En cambio la diversidad disminuye notablemente en los meses de octubre de 1978 y abril y mayo de 1979 durante las cuales debido a cambios de la salinidad en el segundo caso y a causas imprecisas en el primero (podría ser un incremento en los flujos de agua) llegan a ser dominantes pocas especies y se dan los valores más bajos del año, entre 0,5 y 1 bits/ind.

CONCLUSIONES

Debido a pequeñas diferencias ambientales que se originan por diferencias en la geomorfología, existen una gran variedad de tipos de lagunas costeras. En general, las lagunas del Mediterráneo tienen intensidad y frecuencia de renovación del agua bajas comparadas con las situadas en las orillas de océanos más extensos y en este sentido las lagunas del Delta del Ebro ocupan una posición extrema. Su intercambio con el mar está muy reducido por la intensidad y duración de los flujos de agua dulce y por el avanzado estado de colmatación. Debido a esto han llegado a ser denominadas efímeras (BARNES, 1980).

Las tres lagunas estudiadas también muestran una gradación de mayor a menor mezcla con agua del mar. En la figura 46 se han representado esquemáticamente las entradas y salidas de agua en cada una de las lagunas estudiadas. El modelo de la Encañizada y la Tancada es común, y se caracteriza por una dependencia total del régimen de flujos de agua dulce, que a su vez está determinado por

las necesidades del cultivo mayoritario de la cuenca del drenaje; el arroz. En su ciclo anual se distinguen dos períodos. Uno abarca de mayo a diciembre, y en él los flujos de agua son tan intensos que anulan la acción del mar y aproximan las características de las lagunas al agua dulce. El agua, de salinidad igual a la del mar se renueva totalmente y es sustituida por agua dulce en el breve plazo de dos meses (abril a junio) en la Encañizada; y de cuatro meses (abril a julio) en la Tancada. En el otro período (de enero a abril) se produce una renovación total del agua dulce de la laguna por agua del mar.

Esta variación anual de la salinidad es inversa al modelo observado en la mayoría de lagunas costeras del Mediterráneo en las que existe una considerable fluctuación anual y la circulación del agua no está regulada artificialmente (NISBET, *et al.*, 1958; COLOMBO, 1973), ya que la intensa evaporación de verano aumenta la concentración salina en esta época mientras la mayor cantidad de lluvia invernal la disminuye.

La laguna de Buda representa otro modelo ya que la mezcla se realiza mayoritariamente en un ecosistema previo a su paso a la laguna, el cauce del río, y su consecuencia es una mezcla que mantiene la salinidad en un nivel intermedio entre el agua del mar y la dulce durante todo el año, con más fluctuaciones y más irregularidades pero menos intensas.

La heterogeneidad espacial es una característica notable de las lagunas costeras (POSTMA, 1969). En las tres lagunas estudiadas apenas se ha observado, y en todo caso está reducida a los cortos períodos de renovación del agua, cuando diferencias en la intensidad de los flujos que llegan a partes distantes de las lagunas, crean diferencias allí donde la circulación del agua y las dimensiones

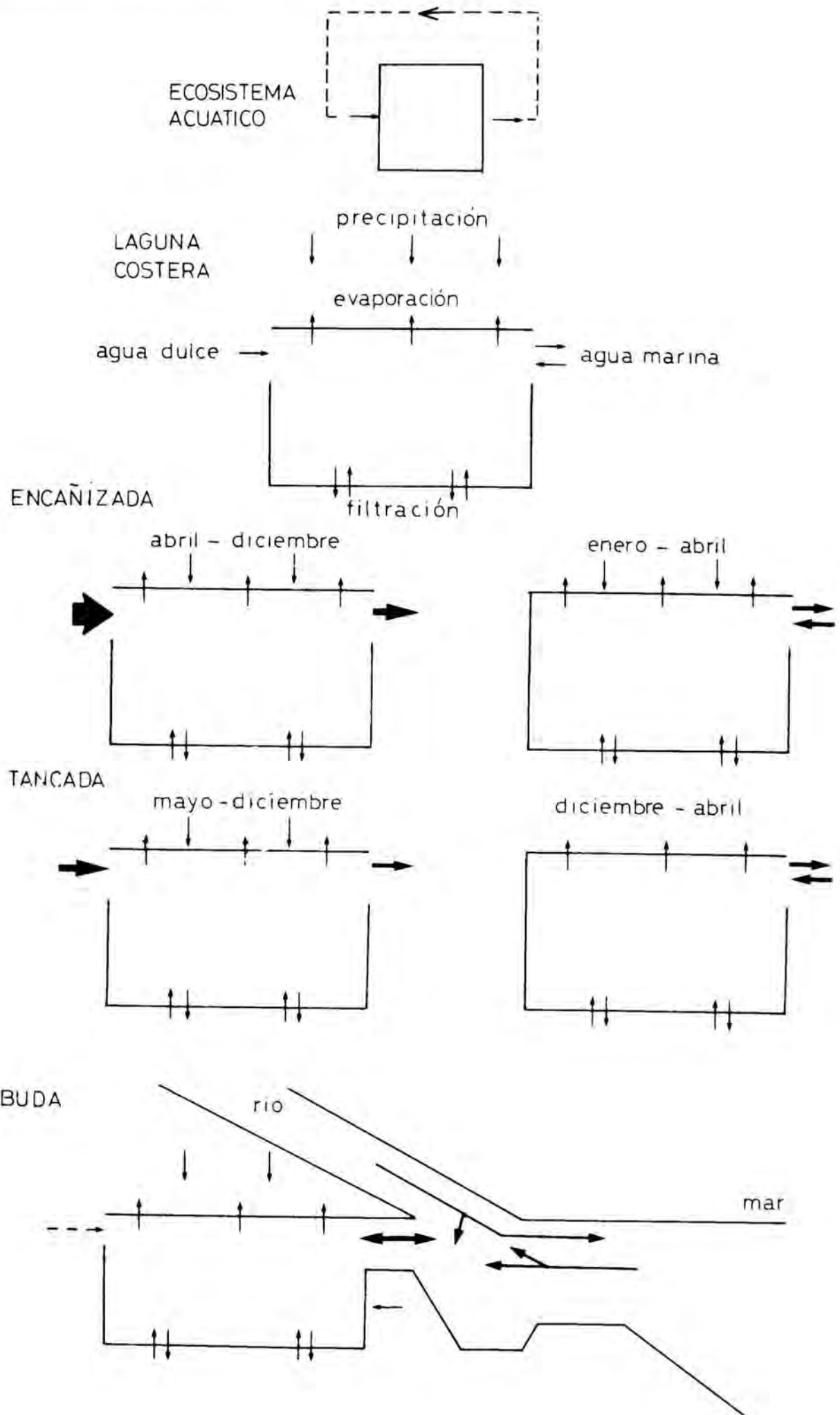
de la laguna son propicias, como en Buda en dirección W-E.

Las fluctuaciones de la salinidad y de las concentraciones de nutrientes, ambas relacionadas con la circulación del agua, son los principales factores que regulan el poblamiento y sucesión del fitoplancton en las tres lagunas (COMÍN, 1982). Igual conclusión se obtuvo al comparar estuarios de marea en condiciones naturales con otros sometidos a estancamiento artificial, pero en este caso se añade otro factor, la turbulencia y sus implicaciones sobre la transparencia del agua (BARKER & DU PAUW, 1974). En nuestro caso la turbulencia es mayoritariamente debida al viento, y está mitigada por la proximidad del fondo y por las praderas de macrófitos, donde las hay. Por ello y por soplar el viento fuerte en período de tiempo cortos, no es la turbulencia un factor tan importante como en el caso citado.

En la Encañizada la disminución progresiva del cubrimiento de macrófitos y su desaparición casi total a partir del año 1977 puede estar relacionada con la influencia de herbicidas usados en los campos de cultivo próximos a las lagunas. En cualquier caso es paralela a un aumento del grado de eutrofización de la laguna, que se confirma comparando los datos de años anteriores (COMÍN & FERRER, 1979) con los del presente trabajo. En general, la entrada discontinua de altas concentraciones de nutrientes favorece el aumento de las poblaciones de algas planctónicas decantando la competencia plancton-bentos a favor del primero, según una serie de procesos interdependientes entre los que destacan la mayor velocidad de absorción de los nutrientes por el plancton, y la disminución de la difusión de la luz a capas profundas al aumentar la materia en suspensión.

La Encañizada es un ecosistema so-

FIG. 46. Representación esquemática del régimen hidrográfico de las lagunas Encañizada, Tancada y Buda, en comparación con los modelos de los ecosistemas acuáticos en general y de las lagunas costeras en particular. - *Encañizada, Tancada and Buda lagoons compared with the models of the aquatic ecosystems and of coastal lagoons.*



metido a una renovación total del agua en dos momentos del año. Después de una de estas renovaciones (en abril-mayo) las características del agua permanecen estables durante un largo período de tiempo, hasta diciembre, permitiendo a la comunidad fitoplanctónica un desarrollo sucesional caracterizado por una disminución del cociente producción/biomasa (P/B) y un aumento de la organización de la misma, diversidad. La otra renovación (enero-abril), tiene el mismo efecto, y obliga a un inicio del desarrollo de la comunidad, pero no se llega a alcanzar una constancia de las características químicas, es decir, que se mantiene la inestabilidad, por lo que se conservan las características de los estadios iniciales de una sucesión (multiplicación rápida de pocas especies de elevada tasa de reproducción, diversidad muy baja y cantidad de clorofila por célula muy baja).

En la Tancada los períodos de renovación, inestabilidad, del agua son de mayor duración, de modo que las relaciones producción/biomasa, la estructura —diversidad y el índice D 420/D 665 del

fitoplancton experimentan más fluctuaciones que en la Encañizada, y el cociente P/B es netamente superior durante todo el ciclo anual. El modelo de fluctuación de la laguna de Buda, según las características de su comunidad fitoplanctónica, pobre en especies pero variable en su diversidad, está más próximo al de la Tancada.

Cada uno de los dos períodos en cada ciclo anual tienen significados diferentes. El primero (mayo-diciembre) representa una recarga del proceso de eutrofización de las lagunas. Hay una entrada de materia y energía que no puede eliminarse en la misma medida que entra, por lo cual se acumula bajo tensión y el ecosistema queda sometido a «stress» (MARGALEF, 1976). El segundo (diciembre-abril), representa una explotación de las lagunas por parte del mar. El continuo intercambio de agua con el mar, supone una extracción de materia orgánica en un período en que la entrada es mínima, aunque una parte importante del exceso acumulado y producido quede atrapado en el interior de las lagunas especialmente en su sedimento.

SUMMARY

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND PHYTOPLANKTON OF THE ENCAÑIZADA, TANCADA AND BUDA COASTAL LAGOONS (EBRO RIVER DELTA). Three coastal lagoons —Encañizada, Tancada and Buda— of the Ebro River Delta were studied in order to determine physico-chemical characteristics and to relate the phytoplankton to the environmental factors. Submerged macrophytes are scarce in Encañizada while in Tancada and Buda extensive beds develop annually. In Encañizada and Tancada exchange of water with the sea takes place through a narrow channel. In Buda, the main exchange of water occurs through the mouth of the Ebro River, where freshwater and sea water mix according to a positive estuarine circulation model. Inflows of freshwater reach the lagoons from rice fields during the period from spring to autumn. Samples of surface water from two stations in each lagoon and two stations in freshwater channels flowing into the lagoons

were taken on eighteen occasions from May, 1978, to May, 1979.

The three lagoons are very shallow with a mean water level of about 50 cm. Freshwater inflows in April and May increased water level in the three lagoons and diluted the water. In Encañizada, the conductivity changed from 35 mS/cm in April to 2 mS/cm in June, staying between 1 and 3.5 mS/cm during the summer and autumn. In Tancada, the dilution was slower and less intense. Minimum conductivity ranged between 2 and 5 mS/cm in summer and autumn. Beginning in December conductivity increased progressively depending in exchange with the sea, becoming 34 mS/cm in Encañizada and 40 mS/cm in Tancada by April. The conductivity of Buda varied during the year between 10 and 23 mS/cm. In Encañizada the chloride/sulphate equivalent ratio varied between 1.2 and 1 from late spring to autumn while approaching

the value for sea water (9,6) during winter and early spring. The same pattern was observed in Tancada but the ratio varied within a higher range (5-11) from late spring to autumn. In Buda, the ratio varied within a narrow range, between 6 and 11, during the entire year.

The relative abundance of the main cations in the three lagoons followed the same pattern as in the sea: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$. This applied during the entire year, except in April and May, 1979, when the dissolved Ca concentration depleted due to precipitation. This agreed with the alkalinity values of higher than 3,5 meq/l and pH of around 9 which were found at this time. During the rest of the year, both conductivity and pH were lower than these values but, in general, not below 2 meq/l and 7,7 respectively.

In Encañizada nutrient levels were high in late spring (12,5 $\mu\text{g-at NO}_3^-/\text{l}$; 1,5 $\mu\text{g-at PO}_4^{3-}/\text{l}$) decreasing gradually towards late summer, with a shift in the N/P ratio. Maximum concentrations were observed in winter (27 $\mu\text{g-at NO}_3^-/\text{l}$) and early spring (2,5 $\mu\text{g-at PO}_4^{3-}/\text{l}$). A similar pattern was observed in Tancada and Buda, although the concentrations were lower (15 $\mu\text{g-at NO}_3^-/\text{l}$ and 1 $\mu\text{g-at PO}_4^{3-}/\text{l}$ in Tancada; 12 $\mu\text{g-at NO}_3^-/\text{l}$ and 2 $\mu\text{g-at PO}_4^{3-}/\text{l}$ in Buda. These differences among the three lagoons are a consequence of the different freshwater inflows arriving in each lagoon.

A typical seasonal succession of diatoms, chlorophyceans and blue-green algae as in eutrophicated freshwater lakes characterizes the phytoplankton in the Encañizada lagoon from May to December, 1978. Standing stock 10^4 - 10^5 cells/ml; chlorophyll *a* concentration was 10-100 mg/m^3 ; primary production was 10-150 $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$. In Tancada succession was restricted to the warmest months and higher proportions of chrysophyceans and cryptophyceans were found. Standing stock was 10^3 - 10^4 cells/ml; chlorophyll *a* 1-40 mg/m^3 and primary production 5-100 $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$. During the winter, in Encañizada, *Dunaliella* sp was dominant (99 % of the total cells) increasing up to $2 \cdot 10^6$ cells

/ml. The chlorophyll *a* was 17-160 mg/m^3 , and primary production was 25-450 $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$. In Tancada, *Dunaliella* was dominant in January and February, while other small flagellates replaced it from February to April. Cell concentration density was 10^4 - 10^5 cells/ml; chlorophyll *a* 2-20 mg/m^3 and primary production 7-75 $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$. In Buda, *Selenastrum capricornutum* and *Prymnesium parvum* were dominant all year round, accompanied by small dinoflagellates. Standing stock varied between $4 \cdot 10^2$ and $2,5 \cdot 10^3$ cells/ml.

The ratio of primary production/biomass ($\text{mgC}/\text{mg Chl } a \cdot \text{h}$) was higher in Tancada (between 2 and 15) than in Encañizada (between 0,5 and 7). In general this ratio was higher in both lagoons during winter and spring, the period of rapid increase of salt concentration, than during the rest of the year. From May to December, Shannon diversity was lower in Tancada (1-3,5 bits/individual) than in Encañizada (2-4 bits/individual). However, from December to April, it was much lower in Encañizada (0,07-2 bits/individual) than in Tancada (2-3 bits/individual). In Buda, diversity ranged widely between 0,5 and 3 over the entire year.

Salinity changes control phytoplankton development and chemical characteristics of the three coastal lagoons studied. Encañizada is also strongly affected by the high nutrient concentrations of freshwater inflows from May to December. It maintains its hypertrophic status during the rest of the year while major changes take place in the phytoplankton community while it adapts to the increasing salinity. A smaller watershed and less concentrated inflows maintain the Tancada lagoon at a lower trophic status. Slight differences can be observed between the two basins of this lagoons. In Buda, the inflows from the river mouth produce continuous changes in its salt concentration which varies within a narrower range during the year. Nevertheless it does not become sufficiently long enough to develop a rich phytoplankton community as in Encañizada and Tancada.

BIBLIOGRAFIA

- ALLANSON, B. R. & RUDD, S., 1979. New tables for the first and second apparent dissociation constants, k_1' and k_2' of carbonic acid for estuarine and brackish waters. *Estuar. Coast. Mar. Sc.* 8: 495-498.
- APHA. American Public Health Association, 1975. Standard methods for the examination of water and waste water. APHA. New York. 14th. ed. 769 págs.
- AYALA-CASTAÑARES, A. & PHLEGER, F. B.,

1969. Lagunas costeras. Un simposio. *Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO Nov. 28-30. México D.F., 685 págs.
- BARNES, R. S. K., 1980. *Coastal lagoons*, Cambridge University Press, 106 págs.
- BAKKER, C. & DE PAUW, N., 1974. Comparison of brackish plankton assemblages of identical salinity range in an estuarine tidal (Waterschelde) and stagnant (Lake Veere) environment (S. W. Netherlands). I. Phytoplankton. *Hydrobiol. Bull.* 8: 179-189.
- BUCH, K., 1930. Die Kohlensäurefaktoren des Meerwassers I. *Rapp. Cons. Explor. Mer.* 67: 5-88.
- CARPENTER, J. H., 1965. The accuracy of the Winkler method for dissolved oxygen analysis. *Limnol. Oceanogr.* 10 (1): 135-140.
- , 1966. New measurements of oxygen solubility in pure and natural water. *Limnol. Oceanogr.* 11 (2): 264-277.
- COLOMBO, G., 1972. Primi risultati delle ricerche sulle residue Valli di Comacchio e piani delle ricerche future. *Boll Zool.* 39, 471-478.
- COMIN, F. A., 1981. *Limnología de las lagunas costeras del Delta del Ebro*. Universidad de Barcelona (Tesis Doctoral no publicada), 300 págs.
- , 1982. Seasonal change of phytoplankton in three coastal lagoons of the Ebro Delta in relation to environmental factors. En P. LASSERRE & H. POSTMA: *Coastal Lagoons Oceanol. Acta* 4:259-267.
- COMÍN, F. A. & FERRER, X., 1978. Desarrollo masivo del fitoflagelado *Prymnesium parvum* Carter (*Haptophyceae*) en una laguna costera del delta del Ebro. *Oecologia aquatica* 3: 207-210.
- , —, 1979. Les llacunes litorals. *Quad. Ecol. Apl.* 4: 51-68.
- CHINCHILLA, M. & COMÍN, F. A., 1977. Contribució al coneixement dels crustacis del delta de l'Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 8: 119-144.
- DEEVEY JR., E. J., 1972. *Los ciclos minerales*. En «La Biosfera» Scientific American- Alianza Editorial, 116-191.
- DEMESTRE, M.; ROIG, A.; DE SOSTOA, A. & DE SOSTOA, F. J., 1977. Contribució a l'estudi de la ictiofauna continental del delta de l'Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 8: 145-227.
- EMERY, K. O.; STEVENSON, R. I. & HEDGPETH, J. W., 1963. Estuaries and lagoons. En HEDGPETH, J. W. *Treatise on Marine Ecology and Paleocology*, Geol. Soc. Am. Mem. 67 (1): 673-749.
- FERRER, X., 1982. *Anátidas invernantes en el Delta del Ebro*. Universidad de Barcelona (Tesis Doctoral no publicada), 512 págs.
- FERRER, X. & COMÍN, F. A., 1979. Distribució i ecologia dels macròfits submergits del delta de l'Ebre. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 44 (3): 111-117.
- FONTSERÉ, E., 1950. La tramuntana empordanesa i el mestral del golf de Sant Jordi. Institut d'Estudis Catalans. *Arxiu de la Secció de Ciències*, XXI. Barcelona.
- FRITZ, J. S. & YAMAMURA, S. S., 1955. Rapid microtitration of sulphates. *An. Chem.* 26: 1461-1464.
- GILMARTIN, M. & REVELANTE, N., 1978. The phytoplankton characteristics of the barrier islands of the gulf of California. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 7 (1): 29-47.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAND, M. A., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. IBP handbook n.º 8. Blackwell, 214 págs.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S., 1974. Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la laguna de Términos, Campeche, México. *An. Centro Ciencias Mar. Limnol. UNAM* 1 (1): 61-82.
- HAND, I. F., 1941. A summary of total solar and sky radiation measurements in the United States. *Mem. Weath. Tev. Wash.* 69: 95-125 (Citado en HUTCHINSON, 1957).
- HARVEY, H. W., 1955. *The chemistry and fertility of sea waters*. Cambridge University Press. 224 págs.
- HULBURT, E. M., 1963. The diversity of phytoplankton populations in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. Mar. Res.* 21: 81-93.
- HUTCHINSON, G. E., 1957. *A treatise on Limnology I. Geography, Physics and Chemistry*. Wiley & Sons Inc. New York, 1015 páginas.
- , 1967. *A treatise on Limnology II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. Wiley & Sons Inc. New York, 1116 páginas.
- KAPLAN, W., VALIELA, I. & TEAL, J. M., 1979. Denitrification in a saltmarsh ecosystem. *Limnol. Osean.*, 24 (4): 726-734.
- KETCHUM, B. H., 1954. Relation between circulation and planktonic populations in estuaries. *Ecology* 35: 191-200.
- KING, A. C. M., 1972. *Beaches and Coasts*. Arnold. 570 págs.
- KLINGEBIEL, A. & ALLEN, G., 1982. Histoire geologique des systemes lagunaires. En P. LASSERRE & H. POSTMA. «Coastal Lagoons». *Oceanologica Acta*. Número especial.
- KOBAYASHI, J., 1967. Silica in fresh waters and estuaries. En GOLTERMANN, H. L. & CLYMO, R. S. *Chemical environment in the aquatic habitat*. IBP Symposium. Amsterdam, 41-55.
- KOONCE, J. F. & HASLER, A. D., 1972. *Phytoplankton succession and a dynamic model of algal growth and nutrient upatke*. E.D.F.B. Mem. Report. Núm. 72 (114), 112 págs.
- LACKEY, 1967. *The microbiota of estuaries and their roles*. En G. H. LAUFF (ed.). *Estuaries*. AAAS n.º 83: 291-305.
- LASSERRE, P. & POSTMA, H., 1982. Coastal Lagoons. Proceedings International Symposium. SCOR/IABO UNESCO, Bourdeaux, France, 8-14 September 1981. *Oceanologica Acta* N.º Sp., 460 págs.
- LEVANDOWSKY, M., 1972. An ordination of phytoplankton populations in ponds of varying

- salinity and temperature. *Ecology* 53 (3): 398-407.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J. & TALLING, J. F., 1978. Water Analysis. *Freshwater Biological Association. Sc. Publ.* n.º 36, 120 pág.
- MALDONADO, A., 1972. *El delta del Ebro. Estudio sedimentológico y estratigráfico.* Bol. Estratigr. 1 (486 págs.). Univ. Barcelona.
- , 1977. Introducción geológica al delta del Ebro. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.* 8: 7-45.
- MARCHESONI, V., 1954. Il trofismo della laguna Veneta e la vivificazione marina. III Ricerche sulle variazioni quantitative del fitoplancton. *Archv. Oceanogr. Limnol.* 9: 153-285.
- MARGALEF, R., 1960. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. *Rapp. Proc. Verb. CIJESMM* 15 (2): 277-281.
- , 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. *Mem. Simp. Int. Lag. Cost. México:* 545-562.
- , 1974. *Ecología.* Ed. Omega. Barcelona, 951 págs.
- , 1976. Les écosystèmes aquatiques. En ORIO, A. & VIGNERON, J., *Leçons et séminaires d'écologie quantitative donnés à la Troisième session de F4.* Univ. Venezia. Tome 1: 78-105.
- , 1983. *Limnologia.* Ed. Omega. Barcelona, 1010 págs.
- MOOK, W. G. & KOENE, B. K. S., 1975. Chemistry of dissolved inorganic carbon in estuarine and coastal brackish waters. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 3: 325-336.
- MORRIS, A. W. & RILEY, J. P., 1963. The determination of nitrate in sea water. *Analytica chimica Acta* 29: 272-279.
- MULLIN, & RILEY, J. P., 1955. *Anal. Chem. Acta* 12. (Citado en STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R., 1965.)
- MURPHY, J. & RILEY, J. P., 1963. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chemical Acta* 27: 31-36.
- NICHOLLS, K. H., 1976. Nutrient-phytoplankton relationships in the Holland Marsh, Ontario. *Ecological Monographs* 46: 179-199.
- NISBET, M., PETIT, G. & SCHACHTER, D., 1958. Caractères chimiques de quelques étangs méditerranéens. *Verh. internat. Ver. Limnol.* XIII: 672-675.
- PILLAY, T. V. R., 1967 a. Estuarine fisheries of West Africa. En LAUFF, G. H. *Estuaries.* A.A.A.S. 83: 639-646.
- , 1967 b. Estuarine fisheries of the Indian Ocean coastal zone. En LAUFF, G. H. *Estuaries.* A.A.A.S. 83: 647-657.
- PIZARRO, F.; ELORDUY, L.; BELTRÁN, A. & ACOSTA, J. L., 1973. *Plan general de reforma y desarrollo agrario del delta del Ebro.* M.º Agricultura. Madrid, 127 págs.
- PLANAS, M. D., 1973. Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. *Oecologia aquatica* 1: 3-106.
- POSTMA, H., 1969. Sediment transport and sedimentation in the marine environment. En LAUFF, G. H. *Estuaries.* A.A.A.S. n.º 83: 158-179.
- RAYMONT, J. E. G., 1980. *Plankton and productivity in the oceans.* Vol 1 *Phytoplankton.* Pergamon Press, Oxford, 489 págs.
- REMANE, A. & SCHLIEPER, C., 1971. *Biology of brackish water.* Wiley, New York, 372 págs.
- RIBA, O., BOLOS, O., PANAREDA, J. M., NUET, J. & GOSALBEZ, J., 1979. *Geografía física dels països catalans.* Ketres Ed. 226 págs.
- RILEY, G. A., 1941. Plankton studies. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 7 (3): 1-93.
- , 1967. The Plankton of estuaries. En LAUFF, G. H. (ed.) *Estuaries.* A.A.A.S. n.º 83: 316-326.
- RILEY, J. P. & SKIRROW, G., 1965. *Chemical Oceanography.* Academic Press. Vol. 1, 712 págs.
- RYTHER, J. H., 1954. The ecology of phytoplankton blooms in Moriches bay and Great Sound bay, Long Island. New York. *Biol. Bull.* 106: 199-209.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication.* Univ. Illinois Press, Urbana, 125 págs.
- SHILO, M., 1975. Factores implicados en la dinámica de las proliferaciones de algas en la naturaleza. En VAN DOBBEN, W. H. & LOWE-McCONNELL, R. M. *Conceptos unificadores en Ecología.* Ed. Blume. Barcelona. 160-171.
- SHINN, M. B., 1941. *Ind. Eng. Chem.* (Anal. Ed.) 13-33 (citado en STRICKLAND & PARSONS, 1965).
- STEEMANN-NIELSEN, E., 1952. The use of radioactive carbon (C-14) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 18: 117-140.
- SOLAZZI, A.; TOLOMIO, C.; ANDREOLI, C.; CANNIGLIA, G. & COLLIVA, V., 1972. La laguna de Lesina (Foggia) Carico microfitico in un ciclo annuale. *Memorie Biogeogr. adriat.* 9: 1-42.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R., 1965. A manual of sea water analysis. *Fish. Res. Board Can.* 125 (202 págs.).
- STUMM, W. & MORGAN, J. J., 1970. *Aquatic chemistry.* Wiley Interscience (583 págs.).
- TALLING, J. F. & DRIVER, D., 1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. *Proceedings, Conference of primary productivity measurement, Marine and Freshwater.* Hawaii 1961. U.S. Atomic Energy Commission. TID-7633: 142-146.
- TOLOMIO, C., 1976. Variazioni stagionali del fitoplancton nella laguna di Marano (Udine). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 40: 133-237.
- TOJA, J., 1976. *Limnologia comparada de dos embalses con distinto grado de eutrofia.* Tesis doctoral. Univ. Barcelona, 347 págs.
- UTLERMOHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.* 9: 1-38.
- VOLLENWEIDER, R. A., 1969. A manual on

methods for measuring primary production in aquatic environments. *IBP Handbook* n.º 12, 213 págs.

VOLTOLINA, D., 1975. The phytoplankton of the lagoon of Venice. November-71 - November-72. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*. 39: 206-340.

WONG, G. T. F., 1979. Alkalinity and pH in the southern Chesapeake bay and the James river estuary. *Limnol. Oceanogr.* 24 (5): 970-977.

APÉNDICE 1. Lista de datos. *Data list.*

Est.	Fecha	Prof. m	D.S. cm	Temp. °C	Cond. mS/cm	Cl ⁻ g/l	SO ₄ ⁼ mg/l	Alc. meq./.	pH	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
1	17-05-78	45	32	18,50	3,96	1,64	343,68	1,91	7,60	412,99	13,83	55,94	65,03
1	6-06-78	46	34	20,37	2,10	0,60	195,84	2,22	7,50	374,62	9,51	68,49	62,73
1	20-06-78	60	36	22,25	1,74	0,39	130,56	2,24	7,60	221,74	7,41	55,55	55,72
1	6-07-78	46	30	20,80	1,87	0,57	161,28	2,59	8,00	370,34	11,05	51,99	75,98
1	20-07-78	50	27	25,50	1,89	0,52	161,28	2,22	7,90	281,12	6,30	37,66	47,92
1	9-08-78	48	32	23,45	3,14	0,75	200,64	2,39	7,90	1622,75	11,87	235,69	58,41
1	14-09-78	40	35	25,25	1,85	0,57	179,52	3,10	8,30	495,57	7,59	81,89	63,49
1	18-10-78	48	20	14,68	2,58	0,86	246,72	3,91	7,65	595,47	27,80	71,74	65,27
1	8-11-78	45	45	16,35	1,65	0,40	230,40	3,53	7,90	317,02	8,73	38,53	50,53
1	29-11-78	36	7	3,00	1,11	0,24	219,84	4,20	8,24	214,16	16,13	36,85	80,16
1	20-12-78	58	58	6,20	3,67	1,14	365,16	3,90	8,15	487,58	17,82	67,06	73,32
1	18-01-79	30	30	9,90	10,90	4,33	660,48	4,24	8,49	1122,76	61,68	111,49	81,44
1	7-02-79	55	55	15,40	20,10	8,14	1390,08	3,63	8,35	4786,41	169,19	532,16	229,45
1	21-02-79	47	47	9,95	22,90	9,28	1548,48	2,78	8,30	5377,32	171,16	589,93	226,15
1	16-03-79	30	24	10,30	28,80	13,14	1819,20	3,95	8,80	7087,48	224,89	725,26	270,68
1	5-04-79	38	25	12,92	32,20	18,44	2630,40	3,35	9,10	8282,75	732,50	434,52	325,15
1	21-04-79	20	20	16,91	22,70	10,19	1324,80	3,54	8,70	5293,38	514,15	2474,95	333,84
1	17-05-79	30	30	22,45	3,78	1,45	384,00	3,73	8,35	813,99	181,74	823,35	213,24
2	17-05-78	92	35	18,72	7,48	3,27	632,64	2,14	7,90	737,74	50,92	85,05	62,37
2	6-06-78	98	30	21,48	3,41	0,91	247,68	2,41	7,70	533,41	21,26	69,84	70,08
2	20-06-78	104	38	24,25	2,84	0,90	192,00	2,51	7,90	431,88	16,93	59,10	59,79
2	6-07-78	203	24	20,35	1,88	0,57	168,00	2,78	7,90	330,05	9,13	37,56	55,83
2	20-07-78	103	34	24,35	1,77	0,52	168,00	2,41	7,90	354,13	10,71	57,36	65,28
2	9-08-78	103	38	22,00	2,99	0,95	196,80	2,49	7,90	1047,94	60,36	176,23	108,33
2	14-09-78	95	35	26,25	1,48	0,42	167,04	2,32	8,40	459,62	15,34	79,41	107,87
2	18-08-78	114	20	14,25	2,66	0,90	256,32	3,41	7,90	508,20	18,49	78,21	80,63
2	8-11-78	100	65	16,20	2,36	0,69	267,84	3,66	8,30	251,49	3,48	48,06	48,99
2	29-11-78	86	7	3,00	1,41	0,41	264,96	4,13	8,45	215,96	9,97	42,42	75,95
2	20-12-78	110	110	6,50	4,17	1,90	444,48	3,64	8,35	539,49	26,62	59,13	68,01
2	18-01-79	104	104	9,50	16,32	6,57	886,08	4,02	8,45	3742,23	132,29	393,79	193,17
2	7-02-79	96	55	14,80	17,25	10,4	1509,12	3,30	8,35	5711,01	188,38	608,80	241,40
2	21-02-79	103	56	9,47	28,43	12,2	1668,48	3,45	8,30	6677,32	223,80	707,76	267,92
2	16-03-79	84	34	10,20	30,14	13,7	2121,60	3,53	8,95	7646,41	249,64	793,91	281,40
2	5-04-79	91	26	12,70	34,40	20,3	2714,43	5,59	8,69	8825,25	509,91	3825,40	326,78
2	21-04-79	100	46	16,35	27,14	14,0	1516,80	4,09	8,50	6128,26	640,45	3725,95	319,72
2	17-05-79	101	60	20,07	7,96	0,31	672,00	3,72	8,43	1504,84	114,69	1131,14	184,23
3	18-05-78	40	40	21,80	15,43	10,51	1258,56	2,14	7,80	2818,99	85,64	263,64	88,41
3	7-06-78	54	54	22,00	9,02	2,00	505,92	1,73	7,50	1416,93	53,78	155,86	94,66
3	21-06-78	50	50	22,45	7,43	2,04	358,08	1,50	7,90	1532,76	57,72	216,96	100,28
3	7-07-78	47	47	20,30	5,80	1,95	350,40	1,41	8,00	710,15	26,31	20,43	52,31
3	21-07-78	50	50	25,40	5,50	1,76	358,08	1,46	8,10	1381,95	76,89	121,72	58,88
3	10-08-78	61	61	24,60	3,76	1,33	204,48	2,24	7,90	501,26	8,86	75,03	28,39
3	15-9-78	63	63	24,80	1,98	0,61	161,28	3,01	7,90	400,59	14,92	58,38	71,37
3	19-10-78	65	20	11,68	5,88	1,86	391,68	4,25	8,30	1828,97	67,80	150,76	98,94
3	9-11-78	40	40	16,50	5,02	1,71	336,96	4,16	8,30	1580,02	37,80	217,70	72,15
3	30-11-78	35	10	4,69	3,43	1,14	348,48	3,63	8,30	895,52	23,26	103,64	73,05
3	21-12-78	65	65	5,00	13,06	4,71	764,16	3,81	8,30	3305,53	110,02	441,04	130,00
3	17-01-79	56	56	9,70	14,37	5,85	839,04	3,90	8,40	3423,84	111,62	372,43	177,09
3	8-02-79	47	47	13,60	16,48	10,00	1469,76	3,12	8,32	5439,88	185,43	579,25	237,28
3	21-02-79	50	50	10,70	28,07	12,43	1668,48	3,59	8,69	6684,27	215,19	724,14	268,61
3	14-03-79	37	37	15,20	28,84	13,14	1929,60	3,81	8,60	7240,42	232,17	771,48	292,94
3	6-04-79	43	43	13,42	36,51	19,41	1824,00	4,28	8,70	9448,75	550,75	4246,21	342,54
3	20-04-79	45	45	13,00	40,40	21,35	2380,80	3,71	8,30	9371,11	620,95	4540,10	394,69
3	18-05-79	43	43	23,87	24,48	10,38	1920,00	3,16	9,05	5048,24	413,85	2673,52	326,24

Est.	Fecha	Prof. m	D.S. cm	Temp. °C	Cond. mS/cm	Cl g/l	SO ₄ ⁼ mg/l	Alc. meq/l	pH	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
4	18-05-78	58	58	21,80	22,98	13,40	1301,76	2,95	7,70	4092,90	123,32	383,72	208,89
4	7-06-78	54	54	22,00	12,97	3,95	722,88	1,83	7,80	2736,57	98,22	317,29	270,58
4	21-06-78	54	54	21,60	8,72	2,08	332,58	1,66	7,90	1485,54	76,20	168,99	95,94
4	7-07-78	60	60	19,45	6,05	3,47	423,36	2,30	7,90	1381,95	34,21	119,73	46,46
4	21-07-78	64	64	24,90	5,92	2,28	354,24	2,08	8,00	1444,09	121,06	169,20	69,98
4	10-08-78	62	62	24,20	6,22	2,33	366,72	1,98	8,10	1818,50	19,65	139,11	68,74
4	15-09-78	62	62	24,15	3,60	1,33	219,84	1,84	7,90	567,75	28,39	61,40	58,07
4	19-10-78	60	20	11,50	7,04	2,90	483,84	4,05	7,90	2144,09	65,77	193,28	79,72
4	8-11-78	57	57	16,40	6,06	2,14	378,24	3,78	8,50	1594,93	24,62	365,57	58,17
4	30-11-78	47	7	3,80	2,70	0,88	293,76	4,26	8,40	473,01	13,76	70,56	62,33
4	21-12-78	76	76	5,70	8,09	2,61	513,60	3,73	8,40	1170,27	57,96	222,94	81,73
4	17-01-79	61	61	9,40	11,17	5,47	747,84	3,85	8,70	3119,34	115,56	361,04	177,09
4	8-02-79	65	65	14,40	23,60	0,15	1785,60	2,33	8,50	5794,43	200,92	603,82	252,54
4	20-02-79	70	70	10,75	28,89	12,00	1866,24	3,24	9,10	5836,14	161,81	563,59	240,99
4	14-03-79	53	53	15,10	28,18	13,28	1968,00	3,79	8,65	6614,75	216,67	707,45	273,97
4	6-04-79	59	59	13,35	33,46	19,41	2112,00	3,50	8,30	9433,22	550,30	4202,52	359,38
4	20-04-79	53	3	13,90	38,42	21,35	2400,00	5,21	8,30	10186,33	659,10	5104,04	413,16
4	18-05-79	53	55	23,80	30,42	13,59	3072,00	2,98	9,05	5878,38	517,40	2971,38	325,69
5	20-05-78	75	60	21,50	15,92	10,25	1152,00	2,45	8,00	1358,65	36,46	95,35	66,59
5	22-06-78	107	60	25,40	10,71	0,71	460,80	2,02	8,00	1768,87	71,39	617,64	95,94
5	19-07-78	94	33	27,30	9,73	3,76	547,20	2,20	8,00	2345,15	89,87	189,42	87,58
5	16-09-78	90	90	25,00	9,64	2,66	543,34	1,08	8,30	2309,42	66,46	235,14	136,80
5	17-10-78	83	83	20,20	9,89	4,11	602,88	2,06	8,30	3087,72	78,74	264,80	99,50
5	28-11-78	84	7	6,50	13,06	6,83	855,36	3,60	8,31	2353,63	67,71	124,05	171,78
5	19-12-78	83	40	10,40	11,64	4,85	757,44	4,27	8,43	2391,18	96,35	294,68	137,32
5	16-01-79	105	105	15,55	11,15	4,42	624,00	4,24	8,35	2714,74	84,17	277,74	173,38
5	13-03-79	105	57	15,55	11,03	4,28	787,20	4,12	8,40	2524,26	93,17	267,77	154,00
5	4-04-79	91	91	13,60	10,46	4,85	960,00	4,65	8,80	2819,69	118,96	1630,95	167,02
5	19-04-79	98	47	13,20	10,14	6,31	576,00	3,91	8,80	1710,93	548,75	333,26	166,52
5	16-05-79	101	64	21,35	10,62	3,78	960,00	3,16	8,35	3137,26	251,20	607,00	186,62
6	20-05-78	82	60	24,50	19,54	14,45	1440,00	1,99	7,90	4007,46	122,53	363,50	188,25
6	22-06-78	120	80	23,80	16,72	6,66	860,16	2,70	8,00	3689,62	129,82	426,19	280,88
6	19-07-78	112	112	25,20	16,95	4,33	968,64	1,93	8,00	5304,67	168,37	558,68	267,57
6	16-09-78	100	100	24,00	17,46	7,28	966,72	2,20	8,00	5739,67	183,64	587,69	275,66
6	17-10-78	105	105	19,60	16,50	7,33	884,16	2,93	8,10	4514,90	144,40	387,35	250,65
6	28-11-78	108	7	6,50	22,94	10,66	1270,08	3,74	8,25	1812,91	127,63	326,60	140,58
6	19-12-78	105	52	7,90	17,86	7,66	1087,68	4,28	8,40	4229,99	151,55	451,07	207,68
6	16-01-79	113	113	9,75	11,28	6,23	834,24	4,15	8,30	3611,54	124,17	371,00	159,36
6	13-03-79	97	97	15,50	16,19	6,71	1296,00	3,91	8,75	3945,23	132,53	406,25	181,62
6	4-04-79	108	108	13,50	13,50	6,79	787,20	3,72	8,70	3415,83	105,31	642,31	182,28
6	19-04-79	108	60	12,40	11,28	5,63	729,60	4,47	8,60	1956,13	106,28	371,56	168,47
6	16-05-79	90	90	21,67	14,23	6,01	1209,60	3,16	8,35	2418,55	455,91	1121,00	198,57
7	17-05-78	-	-	18,00	1,75	0,41	241,92	2,30	7,70	36,52	0,60	9,09	41,47
7	6-06-78	-	-	21,70	1,49	0,34	150,72	2,49	7,90	217,73	6,50	38,71	62,96
7	20-06-78	-	-	22,70	0,84	0,17	471,36	2,70	7,50	85,98	3,47	6,24	61,87
7	6-07-78	-	-	22,70	1,78	0,28	144,00	3,38	7,40	179,36	5,85	48,48	46,89
7	20-07-78	-	-	22,70	1,41	0,34	150,72	2,62	7,50	204,22	4,18	35,20	59,15
7	9-08-78	-	-	22,70	1,73	0,47	158,40	2,93	7,30	123,43	2,18	20,78	41,98
7	14-09-78	-	-	21,00	1,26	0,38	191,04	2,86	7,40	204,99	6,58	37,31	86,94
7	18-10-78	-	-	13,20	1,60	0,40	194,88	4,65	7,50	232,15	8,44	48,33	50,47
7	8-11-78	-	-	16,80	1,61	0,39	230,40	3,95	7,90	158,65	40,65	28,72	42,95
7	29-11-78	-	-	4,40	1,86	0,42	272,64	4,09	7,90	252,04	7,69	48,56	75,92
7	21-12-78	-	-	5,60	1,79	0,30	271,68	4,15	8,10	249,77	3,59	58,32	48,25
7	18-01-79	-	-	10,50	7,28	2,61	464,64	8,16	7,40	1498,17	52,68	175,92	134,62
7	7-02-79	-	-	15,00	5,54	1,85	476,16	4,44	7,80	969,82	39,54	139,26	136,27
7	21-02-79	-	-	12,60	9,79	3,71	754,56	4,14	8,30	2061,27	64,63	248,90	153,18
7	16-03-79	-	-	11,50	28,87	8,71	137,28	6,13	8,50	5474,64	145,57	676,79	205,54
7	5-04-79	-	-	17,00	32,28	0,48	652,80	3,54	8,50	222,35	74,22	243,32	121,43
7	21-04-79	-	-	19,00	22,72	0,82	480,00	4,84	8,15	220,12	82,06	396,02	203,57
7	17-05-79	-	-	20,10	3,98	0,48	153,60	3,35	8,45	153,27	77,53	201,82	116,54

Est.	Fecha	Prof. m	D.S. cm	Temp. °C	Cond. mS/cm	Cl ⁻ g/l	SO ₄ ⁼ mg/l	Alc. meq/l	pH	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
8	18-05-78	-	-	18,00	1,84	0,77	335,04	1,44	7,90	29,96	0,69	8,02	42,76
8	7-06-78	-	-	22,00	1,66	0,52	226,56	1,87	7,80	178,65	7,49	34,16	64,92
8	21-06-78	-	-	22,70	1,02	0,21	122,88	3,36	7,20	123,41	5,59	27,67	62,34
8	7-07-78	-	-	20,10	1,21	0,33	130,56	3,53	7,20	307,37	5,40	35,73	48,86
8	21-07-78	-	-	22,70	1,44	0,34	130,56	3,27	7,10	235,29	3,21	41,84	82,59
8	10-08-78	-	-	23,20	1,43	0,28	112,32	3,17	7,30	78,18	4,23	15,16	36,82
8	15-09-78	-	-	21,00	1,29	0,38	161,28	2,91	7,90	164,98	8,05	40,52	82,37
8	19-10-78	-	-	13,10	1,37	0,35	168,96	4,47	7,50	226,89	10,41	46,82	51,19
8	9-11-78	-	-	16,50	1,67	0,39	226,56	3,84	7,60	366,49	8,93	72,62	62,85
8	30-11-78	-	-	4,70	1,14	0,33	272,64	4,22	7,90	74,75	7,85	20,73	61,68
8	21-12-78	-	-	3,90	1,27	0,52	212,16	3,68	8,15	291,17	4,61	48,00	48,04
8	17-01-79	-	-	9,30	1,91	0,61	167,04	5,25	7,70	342,38	9,97	56,31	105,35
8	8-02-79	-	-	15,00	4,24	1,57	436,80	2,57	7,70	712,60	65,62	94,76	122,25
8	20-02-79	-	-	11,80	8,64	3,28	555,84	4,85	8,15	1528,75	51,84	203,34	159,36
8	14-03-79	-	-	16,00	14,62	7,28	1219,20	5,60	8,20	4025,87	124,32	472,46	252,95
8	6-04-79	-	-	17,20	28,12	13,10	1440,00	9,99	8,25	7839,75	477,35	4262,10	249,64
8	20-04-79	-	-	16,80	36,57	19,61	2630,40	9,99	8,00	9083,85	542,75	4738,67	376,76
8	18-05-79	-	-	23,50	1,75	0,48	768,00	2,04	8,40	205,08	478,45	700,23	121,9E

Est.	Fecha	NO ₃ ug-at/l	NO ₂ ug-at/l	NH ₄ ug-at/l	PO ₄ ug-at/l	Si mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	O ₂ ml/l	Fitopl. cels/m ³	Clor. a mg/m ³	D430 D665 mgC/m ³ /h	Prod.P
1	17-05-78	13,06	1,44	26,50	1,17	39,72	1,37	0,21	6,19	42863	22,64	3,25	32,73
1	6-06-78	12,32	1,64	28,54	0,64	35,17	1,09	0,14	6,45	32730	47,81	2,43	95,92
1	20-06-78	7,22	5,10	68,29	0,87	50,46	0,46	0,14	6,32	45770	41,36	2,81	114,88
1	6-07-78	8,82	4,08	30,63	0,75	62,83	2,26	0,14	8,47	98845	52,70	3,05	94,98
1	20-07-78	0,00	0,54	-	1,41	53,11	1,14	0,65	16,57	87700	20,85	5,00	139,56
1	9-08-78	0,85	0,30	57,48	0,60	61,65	0,36	0,23	8,25	124664	19,66	3,60	13,47
1	14-09-78	6,98	0,96	24,33	0,78	72,51	0,18	0,09	7,48	39281	13,62	4,59	36,69
1	18-10-78	9,22	0,93	13,50	0,98	108,37	2,37	0,09	7,62	-	-	-	-
1	8-11-78	11,46	0,90	5,16	1,03	112,39	0,72	0,11	7,67	18149	18,37	3,47	40,13
1	29-11-78	16,15	1,00	2,50	1,18	47,26	1,26	0,13	6,26	-	-	-	-
1	20-12-78	20,85	1,33	15,08	0,36	22,01	0,25	0,05	8,91	13519	6,96	3,00	20,27
1	17-01-79	14,43	2,36	9,72	0,49	12,36	0,21	0,03	0,98	136227	51,90	4,10	59,60
1	7-02-79	11,32	2,11	3,90	0,33	13,32	0,51	0,09	0,81	128593	44,70	4,15	78,80
1	21-02-79	0,19	0,16	57,20	0,73	9,00	0,40	0,06	4,55	220384	33,86	4,21	79,15
1	16-03-79	1,21	0,17	6,08	2,47	11,02	0,37	0,10	9,81	2756983	158,29	4,40	288,60
1	5-04-79	3,60	0,23	2,00	0,88	64,03	0,37	0,07	6,85	2163538	164,36	6,90	468,70
1	21-04-79	0,52	0,35	2,50	2,73	88,21	0,71	-	9,14	474785	71,04	5,73	274,00
1	17-05-79	7,29	2,28	26,00	1,63	22,38	0,14	-	7,99	76537	31,67	2,90	4,20
2	17-05-78	14,00	0,29	11,50	4,71	110,95	1,32	2,33	5,55	41257	35,88	3,24	18,21
2	6-06-78	11,87	0,20	14,87	0,59	60,98	0,47	0,08	6,83	51461	73,90	2,83	256,00
2	20-06-78	9,25	0,15	33,47	0,89	20,85	1,23	0,14	6,91	114688	74,47	2,91	251,12
2	6-07-78	9,09	4,97	44,16	0,71	66,99	0,90	0,25	7,27	105612	118,47	2,38	294,62
2	20-07-78	0,09	0,23	54,77	1,25	53,02	0,14	0,11	10,12	59921	22,77	4,14	67,04
2	9-08-78	0,00	0,21	19,60	0,87	69,67	0,08	0,07	8,64	69029	24,73	4,12	39,18
2	14-09-78	0,05	0,12	12,44	0,95	42,92	0,51	0,12	9,03	144412	25,27	4,58	105,34
2	18-10-78	0,00	0,07	37,96	0,77	76,46	3,28	0,10	8,46	34970	55,24	3,27	95,68
2	8-11-78	4,03	0,38	2,50	0,60	98,12	0,67	0,10	7,86	117984	25,56	3,37	114,64
2	29-11-78	23,14	1,10	1,05	0,30	33,92	1,03	0,12	6,61	38094	28,07	2,00	16,66
2	20-12-78	27,57	0,85	7,38	0,33	13,41	0,18	0,05	9,69	48901	11,84	3,85	8,34
2	18-01-79	22,46	2,45	2,75	0,23	10,06	0,35	0,08	8,77	303596	35,58	4,56	26,50
2	7-02-79	22,91	3,06	3,48	0,45	16,35	0,38	0,07	6,65	202915	25,02	3,88	38,10
2	21-02-79	10,55	1,94	20,02	0,76	51,44	0,40	0,05	7,01	37914	16,01	2,66	53,40
2	16-03-79	0,39	0,20	10,03	1,53	12,86	0,46	0,08	7,47	392542	86,97	4,84	248,75
2	5-04-79	0,01	0,12	2,50	0,96	49,25	0,32	0,02	7,61	1056260	85,25	6,00	385,75
2	21-04-79	4,22	0,45	3,00	2,47	68,06	0,25	0,02	7,74	347519	44,01	4,71	242,05
2	17-05-79	6,73	4,70	24,00	0,78	31,79	0,00	-	5,46	24541	20,31	3,59	36,55

Est.	Fecha	NO ₃ ug-at/l	NO ₂ ug-at/l	NH ₄ ug-at/l	PO ₄ ug-at/l	Si mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	O ₂ ml/l	Fitopl. ceils/ml	Clor. a mg/m ³	D430 D665	Prod.P. mgQ/m ³ /h
3	18-05-78	1,01	0,07	3,25	0,00	7,80	0,11	0,03	6,58	64229	43,09	2,96	22,52
3	7-06-78	1,36	1,14	4,62	0,38	42,59	0,41	0,47	5,93	3174	12,57	3,06	75,00
3	21-06-78	2,34	2,92	12,14	0,48	8,83	0,39	0,29	6,56	5176	0,97	4,91	18,05
3	7-07-78	0,64	0,09	16,90	0,52	31,99	1,28	0,20	7,39	2776	2,90	2,90	4,45
3	21-07-78	0,00	0,08	18,59	0,37	82,89	0,10	0,06	5,54	664	17,05	4,00	49,68
3	10-08-78	0,00	0,05	7,43	0,39	118,01	0,06	0,33	7,74	1591	2,83	3,60	105,42
3	15-09-78	0,07	0,07	13,04	0,27	140,09	0,22	0,10	4,12	20425	3,77	4,00	59,57
3	19-10-78	0,00	0,02	10,00	0,24	155,05	2,57	0,14	6,54	-	-	-	-
3	9-11-78	0,09	0,04	7,50	0,22	107,13	0,15	0,06	6,94	8583	9,77	3,66	68,01
3	30-11-78	8,76	0,56	3,37	0,14	36,61	0,47	0,09	9,15	-	-	-	-
3	21-12-78	1,11	0,09	4,87	0,06	9,01	0,21	0,05	8,38	4343	2,26	2,73	7,31
3	17-01-79	0,13	0,19	8,32	0,59	13,62	0,23	0,04	8,12	132808	12,09	3,76	28,40
3	8-02-79	0,39	0,07	1,20	0,29	16,99	0,35	0,09	6,89	89615	14,94	3,10	47,50
3	20-02-79	0,32	0,11	0,57	0,50	1,83	0,45	0,12	8,99	14749	5,62	3,00	36,30
3	14-03-79	0,00	0,18	0,67	0,82	14,60	0,48	0,05	7,12	4620	7,63	2,78	26,70
3	6-04-79	0,01	0,06	1,37	0,66	13,43	0,23	0,06	6,09	13609	9,43	4,42	74,85
3	20-04-79	0,06	0,08	2,00	0,37	12,53	0,00	0,05	5,46	10104	9,02	4,39	72,00
3	16-05-79	0,00	0,15	3,43	0,26	3,58	0,07	-	7,55	1891	1,39	3,50	8,45
4	18-05-78	1,47	0,13	3,62	1,00	101,36	0,17	0,07	6,06	19598	12,23	2,95	61,45
4	7-06-78	1,87	1,08	5,12	0,31	40,03	1,17	0,14	5,54	460	10,14	2,97	58,58
4	21-06-78	2,82	1,92	18,59	0,42	20,41	0,48	0,10	6,20	2029	2,25	2,58	6,39
4	7-07-78	1,46	0,64	50,72	0,50	29,34	0,36	0,07	6,80	1502	5,42	2,58	21,03
4	21-07-78	2,78	0,12	54,10	0,82	27,39	0,05	0,12	7,22	893	5,18	4,50	18,49
4	10-08-78	0,48	0,10	321,63	0,58	36,38	0,01	0,01	7,74	3908	5,27	3,12	108,71
4	15-09-78	0,29	0,09	1,68	0,41	182,64	0,17	0,06	5,80	34089	8,65	5,14	100,84
4	19-10-78	0,00	0,06	11,96	0,15	146,54	2,72	0,08	7,53	2412	38,31	2,44	75,00
4	9-11-78	0,17	0,14	4,42	0,26	79,40	0,08	0,04	6,74	9162	9,18	3,08	93,96
4	30-11-78	15,58	0,96	4,94	0,33	34,37	0,40	0,09	9,19	17422	20,85	2,00	4,44
4	21-12-78	1,49	0,10	2,28	0,02	11,53	0,45	0,09	8,71	4047	4,18	2,87	11,79
4	17-01-79	1,54	0,20	6,65	0,49	20,96	0,30	0,05	8,77	111855	29,63	4,06	76,65
4	8-02-79	0,18	0,06	1,19	0,33	26,82	0,39	0,03	5,84	26169	8,41	3,13	39,55
4	20-02-79	0,30	0,16	11,02	0,53	1,92	0,43	0,06	8,17	24525	5,56	2,66	27,25
4	14-03-79	0,18	0,21	0,55	0,67	12,95	0,48	0,10	6,19	8272	6,81	3,20	58,55
4	6-04-79	0,97	0,14	0,50	0,85	13,88	0,31	-	6,09	6704	5,22	4,75	54,90
4	20-04-79	1,19	0,10	0,48	0,81	33,58	0,26	0,08	5,20	76070	4,86	9,60	153,95
4	18-05-79	0,56	0,27	3,00	0,26	5,37	0,08	-	6,73	7834	1,25	4,00	13,06
5	20-05-78	0,37	0,24	-	1,08	109,58	0,40	-	10,00	-	-	-	-
5	22-06-78	0,10	0,21	-	1,02	128,14	0,93	0,46	10,37	257462	-	-	-
5	19-07-78	0,80	0,38	-	1,47	193,54	0,08	0,20	9,67	70778	-	-	-
5	16-09-78	0,20	0,09	-	0,25	99,99	0,14	0,04	14,19	29069	-	-	-
5	17-10-78	0,00	0,03	-	0,37	58,09	0,21	0,02	8,86	27272	-	-	-
5	30-11-78	1,64	0,28	-	0,59	31,68	-	-	6,00	-	-	-	-
5	19-12-78	6,49	0,28	-	0,68	36,76	-	-	7,00	-	-	-	-
5	16-01-79	8,52	1,24	-	0,01	4,08	0,25	0,02	5,37	6289	3,44	2,62	-
5	13-03-79	0,25	0,32	-	0,49	4,77	0,39	0,05	6,65	13192	12,55	2,12	-
5	4-04-79	0,31	0,05	-	0,50	10,74	0,20	0,05	7,61	198941	24,18	3,86	-
5	19-04-79	0,01	0,06	-	0,63	25,07	0,17	-	7,61	257454	22,24	3,40	-
5	16-05-79	0,25	0,85	-	0,46	7,16	0,11	-	5,58	33524	6,90	3,66	-
6	20-05-78	0,00	0,36	-	2,07	104,10	0,41	-	5,29	-	-	-	-
6	22-06-78	0,14	0,12	-	1,79	123,55	0,40	0,14	5,36	26637	-	-	-
6	19-07-78	0,00	0,06	-	0,45	120,37	0,11	0,06	7,48	672	-	-	-
6	16-09-78	0,33	0,23	-	0,20	109,68	0,23	0,03	4,64	2733	-	-	-
6	17-10-78	0,11	0,00	-	0,11	46,41	0,40	0,03	7,27	12288	-	-	-
6	28-11-78	2,97	0,56	-	1,64	11,45	1,68	0,14	7,40	-	-	-	-
6	19-12-78	11,66	0,60	-	0,30	19,70	0,95	0,03	8,97	9833	8,23	3,75	-
6	16-01-79	5,20	2,36	-	0,07	18,86	0,48	0,06	6,68	3032	1,50	2,50	-
6	13-03-79	0,00	0,18	-	0,33	7,44	0,27	0,04	5,95	400	2,06	3,13	-
6	4-04-79	2,42	0,40	-	0,39	18,80	0,13	-	7,36	797	1,05	5,00	-
6	19-04-79	1,24	0,25	-	0,55	17,01	0,20	-	7,11	6955	2,55	4,63	-
6	16-05-79	0,00	0,20	-	0,26	24,71	0,00	0,02	5,20	510	-	-	-

Est.	Fecha	NO ₃ µg-at/l	NO ₂ µg-at/l	NH ₄ µg-at/l	PO ₄ µg-at/l	Si mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	O ₂ ml/l	Fitopl. ceils/ml	Clor ₃ a mg/m ³	D430 D665	Prod. P. mgC·m ³ /h
7	17-05-78	80,31	1,65	-	3,21	76,71	0,10	0,07	10,32	-	-	-	-
7	6-06-78	20,57	2,91	-	3,32	61,06	1,14	0,14	6,32	-	-	-	-
7	20-06-78	30,54	5,00	0	0,82	64,42	4,49	0,14	6,30	-	-	-	-
7	6-07-78	20,88	9,90	-	2,35	66,90	8,52	0,17	6,25	-	-	-	-
7	20-07-78	81,32	10,68	-	2,01	66,81	0,24	0,01	6,45	-	-	-	-
7	9-08-78	32,87	1,20	-	1,21	73,05	0,16	0,07	3,99	-	-	-	-
7	14-09-78	47,14	1,53	-	0,81	65,02	0,09	0,07	3,87	-	-	-	-
7	18-10-78	0,00	1,37	-	5,93	239,41	10,4	0,19	5,62	-	-	-	-
7	8-11-78	11,71	0,58	-	3,41	164,37	0,78	0,45	6,34	-	-	-	-
7	29-11-78	9,26	0,84	-	0,25	39,01	0,87	0,16	8,86	-	-	-	-
7	20-12-78	13,31	0,12	-	0,55	8,07	0,29	0,08	8,64	-	-	-	-
7	18-01-79	10,46	15,64	-	0,53	45,70	0,13	0,06	5,30	-	-	-	-
7	7-02-79	10,89	2,36	-	1,44	37,39	0,56	0,32	10,39	-	-	-	-
7	21-02-79	0,71	0,11	-	2,26	3,39	0,36	0,19	8,29	-	-	-	-
7	16-03-79	20,10	14,27	-	1,72	5,23	0,30	0,09	3,15	-	-	-	-
7	5-04-79	88,54	0,63	-	2,43	47,91	0,45	0,10	6,73	-	-	-	-
7	21-04-79	55,79	23,44	-	2,10	58,21	0,25	0,06	7,80	-	-	-	-
7	17-05-79	33,46	1,25	-	1,40	30,44	0,14	0,04	6,03	-	-	-	-
8	18-05-78	2,25	0,51	-	2,07	39,72	-	-	9,93	-	-	-	-
8	7-06-78	4,68	0,78	-	0,88	61,77	0,46	0,11	3,48	-	-	-	-
8	21-06-78	1,13	2,25	-	1,44	83,78	1,13	0,23	3,10	-	-	-	-
8	7-07-78	4,65	2,75	-	3,24	117,80	0,05	0,09	3,57	-	-	-	-
8	21-07-78	0,00	0,07	-	2,02	126,73	14,32	0,31	4,12	-	-	-	-
8	10-08-78	0,00	0,03	-	1,18	118,46	0,09	0,14	5,41	-	-	-	-
8	15-09-78	0,25	0,06	-	1,16	91,32	-	-	6,57	-	-	-	-
8	19-10-78	0,27	0,10	-	3,31	239,41	0,53	0,10	4,76	-	-	-	-
8	9-11-78	4,02	0,28	-	2,76	153,05	0,63	0,23	3,43	-	-	-	-
8	30-11-78	49,97	2,66	-	0,31	41,59	1,06	0,11	0,00	-	-	-	-
8	21-12-78	9,17	0,18	-	1,08	16,66	0,95	0,36	7,92	-	-	-	-
8	17-01-79	2,32	0,34	-	1,80	86,79	1,15	0,03	5,43	-	-	-	-
8	8-02-79	1,86	0,34	-	1,86	34,08	1,34	0,38	3,62	-	-	-	-
8	20-02-79	2,50	0,44	-	2,73	12,12	1,40	0,25	4,90	-	-	-	-
8	14-03-79	0,20	0,28	-	4,01	20,30	1,66	0,45	5,60	-	-	-	-
8	6-04-79	0,79	0,81	-	1,13	18,35	0,20	0,13	8,06	-	-	-	-
8	20-04-79	0,00	6,99	-	3,30	20,59	0,44	0,15	4,69	-	-	-	-
8	18-05-79	0,00	0,57	-	0,85	19,70	0,00	-	7,61	-	-	-	-

APÉNDICE 2. Composición del fitoplancton y abundancia en células por ml, excepto para Cianofíceas Nostocales, que se expresa en unidades de tricoma de 10 µm de longitud/ml, y para Cianofíceas Chroococales no unicelulares que se da en n.º colonias/ml. - *Specific composition of the phytoplankton and density in cells per ml, except for Cyanophyceae Nostocales (10 µm long units of trichome per ml) and non-unicellular Cyanophyceae Chroococcales (n.º colonies per ml).*

LA ENCAÑIZADA EST. 1

	1978										1979					
	17-05	6-06	20-06	6-07	20-07	9-08	14-09	8-11	20-12	18-01	7-02	21-02	16-03	5-04	21-04	17-05
CYANOPHYCEAE																
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	360	3312	284	298	320	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. minima</i>	-	-	-	10	1408	-	199	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>M. punctata</i>	-	-	890	10	538	-	-	3265	397	10	-	10	-	-	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	166	17448	24757	75762	7800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus minor</i>	-	994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. minutus</i>	-	-	10	6427	14800	7505	149	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. turgidus</i>	-	-	-	93	83	177	248	90	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa pulchra</i>	-	-	-	-	-	1863	-	160	-	10	-	10	10	-	-	-
<i>A. delicatissima</i>	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphosphaeria aponina</i>	-	-	-	-	1200	354	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
<i>G. lacustris</i>	-	-	-	10	-	603	-	401	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium kuetszingianum</i>	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Romeria elegans</i>	-	-	-	-	-	213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina laxissima</i>	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. major</i>	20	30	222	148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. subtilissima</i>	-	-	-	-	-	106	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria cf. acuta</i>	-	-	-	-	-	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Phormidium tenue</i>	-	1102	2712	13666	14800	22554	16353	6458	641	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anabaena torulosa</i>	-	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHLOROPHYCEAE																
<i>Dunaliella</i> sp.	32954	-	-	-	-	-	-	691	6960	123579	116437	193752	2732400	2148660	462645	4933
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	-	40	-	-	-	10	210	-	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp.2	-	-	-	2919	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spermatozopsis exultans</i>	-	30	-	-	290	120	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacomonas submarina</i>	60	-	-	-	-	-	-	240	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. hyalina</i>	50	-	-	-	-	-	-	80	286	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlorella triellii</i>	-	30	-	66	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyramimonas</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	152	250	401	-	40	-
<i>Pyramimonas</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	350	10	90	-	-
<i>Tetraselmis</i> sp.1	90	-	6	-	-	-	-	-	-	50	90	27	701	210	70	-
<i>Tetraselmis</i> sp.2	-	260	233	-	-	-	-	-	88	25	90	690	2003	324	20	62
<i>Nephroselmis angulata</i>	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Furcilia lobosa</i>	-	-	-	-	-	10	10	-	-	10	261	1042	-	501	-	-
<i>Pandorina morum</i>	30	130	155	-	-	-	480	10	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Georfeldia cordiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coccomonas platyformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carteria semiglobosa</i>	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pteromonas angulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schroederia setigera</i>	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Golenkinia radiata</i>	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micractinium pusillum</i>	160	-	-	-	166	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Treubaria triappendiculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum boryanum</i>	-	-	160	2484	994	290	-	50	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>P. duplex</i> var. <i>duplex</i>	-	-	-	-	-	-	160	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	-	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. tetras</i>	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorastrum</i> sp.	10	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron caudatum</i>	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. incus</i> f. <i>decolorata</i>	-	-	10	155	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. minimum</i>	-	10	62	124	186	611	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. muticum</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. proteiforme</i>	10	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. regulare</i>	-	-	-	25	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. trigonum</i>	-	10	20	-	-	40	30	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Chodatella quadriseta</i>	-	-	10	248	5879	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlorella vulgaris</i>	807	200	13925	16153	3933	100	1382	220	203	720	-	-	-	1502	807	1159
<i>Oocystis lacustris</i>	-	571	435	1863	-	1252	350	50	40	-	-	-	-	-	-	-

LA TANCADA EST. 3

	1978										1979					
	18-05	7-06	21-06	7-07	21-07	10-08	15-09	9-11	21-12	17-01	8-02	20-02	14-03	6-04	20-04	18-05
CYANOPHYCEAE																
<i>Merismopedia punctata</i>	-	-	-	-	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	-	-	-	-	6230	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	-	-	-	-	-	10	4317	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	168	200	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Anabaena sphaerica</i>	-	-	-	-	-	73	126	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	236	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHLOROPHYCEAE																
<i>Dunaliella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2003	40831	2143	257	80	807	-	4
<i>Chlamydomonas acuta</i>	-	-	-	-	-	26	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp. pl.	-	-	347	-	129	16	170	10	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15483	-
<i>Aulacomnas hyalina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	528	373	84	25	-	-
<i>A. submarina</i>	-	-	-	-	-	-	-	27	20	30	15	50	551	139	-	-
<i>Pyramimonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1273	656	501	298	497	-
<i>Tetraselmis</i> sp.	124	2133	2770	30	225	44	40	20	16	67	4036	4334	-	372	394	26
<i>Garteria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	-	756	-	-	-
<i>Nephroselmis angulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	22	40	-	10	12	-	-
<i>Fureilia lobosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	1302	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodon</i>	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	-	-	-	10	200	10	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>T. trigonum</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monoraphidium setiforme</i>	-	-	-	-	-	30	-	-	40	56	40	-	-	12	-	4
<i>Actinastrum hantzschii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	-	-
<i>Selenastrum capricornutum</i>	24	-	12	-	-	75	1042	661	520	754	500	149	30	12	-	4
<i>Kirchneriella obesa</i>	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum microporum</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	-	-	-	-	16	260	8	40	11	-	-	-	-	-	10
<i>S. acuminatus</i>	-	-	-	-	-	-	90	-	20	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. acutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-
<i>S. brevispina</i> f. <i>granulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. ecornis</i>	-	-	-	-	-	-	1432	8	40	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. intermedius</i>	-	-	-	-	12	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. spinosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium succisum</i>	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Eutreptiella marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40	50	33	19	31	373	-
<i>Euglena</i> cf. <i>oxyuris</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i> sp.	-	-	-	-	6	90	15	4	120	3	8	6	6	-	-	-
<i>Phacus acuminatus</i>	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	-	-	-	2	130	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strombomonas verrucosa</i> var. <i>gerardi</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepocinclys ovum</i>	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chromulina</i> sp. 1	-	-	1850	-	-	71	-	4390	12	39800	62845	248	-	-	-	44
<i>Chromulina</i> sp. pl.	838	-	62	-	-	397	704	-	62	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopedinella pyriforme</i>	-	-	-	-	-	18	90	50	-	-	-	-	-	-	-	-
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Chaetoceros muelleri</i>	-	-	12	-	-	-	-	-	-	37	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	25	-	-	-	-	-	822	-	80	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	411	-	-	-	6	-	-	687
<i>Nitzschia closterium</i>	-	50	25	20	5	-	-	49	25	149	9	-	56	25	49	11
<i>Amphiprora alata</i>	-	10	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	-
<i>Licmophora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	14
<i>Nitzschia kuetzingiana</i>	-	-	50	10	21	-	110	1066	10	50	9	-	-	37	79	37
<i>Nitzschia</i> sp. pl.	-	-	-	20	3	10	30	-	-	-	-	-	25	-	6	2
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	30	-	-	8	-	90	-	10	62	40	10	31	50	134	19
<i>N. minuscula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10	6	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	-	260	-	-	-	-	-	-	3	180	6	6	6	11
<i>Pleurosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-

LA TANCADA EST. 3 (Cont.)

	1978										1979							
	18-05	7-06	21-06	7-07	21-07	10-08	15-08	19-10	9-11	30-11	21-12	17-01	8-02	20-02	14-03	6-04	20-04	18-05
CRYPTOPHYCEAE																		
<i>Cryptomonas acuta</i>	59989	-	12	2406	114	-	-	20	65	485	438	1142	30	62	6	30	-	-
<i>C. erosa</i>	-	-	-	-	-	105	30	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. parapyrenoidifera</i>	-	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	219	-	-	-	-	-	80	66	-	6	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp. pl.	-	-	-	-	-	-	-	52	-	30	20	16	-	-	-	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp. + <i>Rhomodomas</i> <i>minuta</i>	248	340	12	-	-	-	140	976	240	3250	2277	1703	110	74	402	50	-	-
<i>Hemiselmis rufescens</i>	1118	40	-	-	-	57	120	560	70	9439	5092	2271	1352	7639	6272	996	-	-
<i>Hillea fusiformis</i>	1863	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucocryptos marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	25	-	-	-	-	-	-
DINOPHYCEAE																		
<i>Oxyrrhis marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Gymnodinium simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	360	-	273	1552	-	-	-
<i>G. cf. splendens</i>	-	-	-	-	-	-	-	82	-	45	9	-	-	-	6	-	-	-
<i>G. mirabile</i>	-	-	12	-	-	10	-	3	5	28	9	6	5	-	19	-	-	-
<i>Gymnodinium</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Feridinium trochoideum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Feridinium</i> sp.pl.	-	571	-	-	7	-	90	6	-	107	71	-	12	-	43	49	11	-
<i>F. inconspicuum</i>	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
<i>Amphidinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polykrikos kofoidi</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	160	1632	2211	310	1913	149	-	-	-
<i>Prorocentrum scutellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
												6	-	-	-	-	-	6

LA TANCADA EST. 4 (Cont.)

	1978										1979							
	18-05	7-06	21-06	7-07	21-07	10-08	15-09	19-10	9-11	30-11	21-12	17-01	8-02	20-02	14-03	6-04	20-04	18-05
CRYPTOPHYCEAE																		
<i>Cryptomonas acuta</i>	14551	60	-	1223	74	50	-	-	-	280	401	481	787	100	6	571	180	-
<i>C. erosa</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	4	99	20	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. parapirenoidifera</i>	-	-	-	-	-	286	100	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp.pl.	-	-	-	-	-	56	62	-	50	279	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Chroomonas</i> sp.+ <i>Rhodomonas</i> <i>minuta</i>	2732	80	24	-	-	10	-	20	451	90	1202	1164	1408	541	140	559	-	-
<i>Hemiselmis rufescens</i>	-	-	-	-	5	24	93	-	446	-	5340	1552	6003	2604	3065	4782	452	-
<i>Hillea fusiformis</i>	2376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucocryptos marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-
DINOPHYCEAE																		
<i>Oxyrrhis marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	19	-
<i>Gymnodinium simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	220	217	-	124	2223	-	-
<i>G. cf. splendens</i>	-	-	-	-	-	-	40	20	-	-	85	0	-	-	-	-	-	-
<i>G. mirabile</i>	-	-	-	-	-	-	-	57	-	15	21	22	621	16	-	43	6	-
<i>Gymnodinium</i> sp.1	-	-	-	-	-	38	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium</i> sp.pl.	-	20	-	-	110	12	12	-	89	-	28	340	62	-	10	-	91	6
<i>P. trochoideum</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	24	-
<i>Amphidinium</i> sp.	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	10	40	1963	2277	1272	936	701	-
<i>Dinophysis sacculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
<i>Polykrikos kofoidi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Prorocentrum scutellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	6	6

BUDA EST. 5

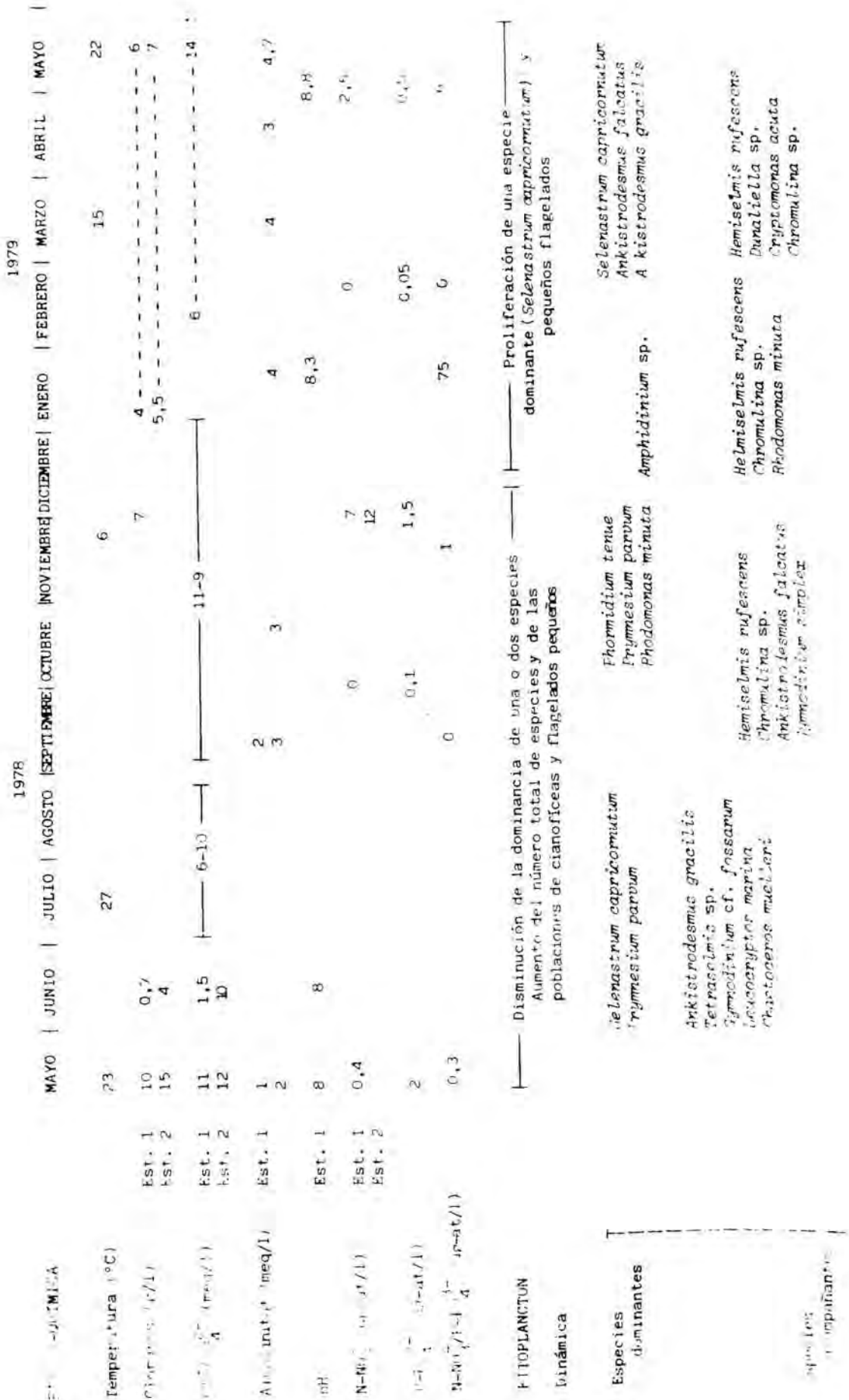
	1978					1979			
	22-06	19-07	16-08	17-09	16-01	13-03	4-04	19-04	16-05
CYANOPHYCEAE									
<i>Merismopedia tenuissima</i>	-	3602	-	10	-	10	10	10	-
<i>Spirulina major</i>	10	-	-	-	-	10	-	-	-
<i>S. subsalsa</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. subtilissima</i>	-	100	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	114	-	-	-	10	10	10	-
<i>Phormidium tenue</i>	-	692	4663	12072	-	-	-	-	-
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	-	10	10	-	-
CHLOROPHYCEAE									
<i>Dunaliella</i> sp.	-	-	-	-	22-	402	190	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	90	-	-
<i>Aulacomonas submarina</i>	-	-	-	-	389	20	100	-	-
<i>Pyramimonas</i> sp.	-	-	-	-	157	-	-	-	-
<i>Tetraselmis</i> sp.	4347	3025	-	-	93	12	100	-	-
<i>Nephroselmis angulata</i>	-	-	-	-	-	-	80	-	-
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	124	-	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	5216	6376	641	662	741	1076	3105	6955	3933
<i>Monoraphidium setiforme</i>	39371	1211	-	-	-	538	20990	1863	-
<i>Selenastrum capricornutum</i>	164099	6640	11861	186	1138	10433	172224	248400	29311
<i>Kirchneriella obesa</i>	559	373	-	-	-	41	40	-	-
<i>Tetrastrum triangulare</i>	-	-	-	-	130	-	-	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	186	-	-	-	56	-	10	10	-
<i>S. ecornis</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>S. intermedius</i>	62	-	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYCEAE									
<i>Euglena</i> sp.	-	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	-	-	-	10	-	-	-	-
CHRYSOPHYCEAE									
<i>Chromulina</i> sp.pl.	-	-	180	20	-	-	-	-	-
<i>Chromulina</i> sp.1	-	-	40	497	1683	12	551	-	-
<i>Chromulina</i> sp.2	-	-	641	103	-	12	210	-	-
<i>Pseudopedinella pyriformis</i>	-	-	-	-	18	-	-	-	-
<i>Prymnesium parvum</i>	38036	42642	11023	12793	-	-	-	-	-
BACILLARIOPHYCEAE									
<i>Chaetoceros muelleri</i>	-	4844	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia closterium</i>	-	31	-	-	10	24	50	-	-
<i>Amphiprora alata</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Achnanthes</i> sp.	-	186	-	-	-	-	40	-	-
<i>Cymbella pusilla</i>	-	-	-	20	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Pleurosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	10	-	10	-
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	-	10	49	50	196	80
<i>Nitzschia kutzingiana</i>	-	-	-	-	10	-	-	-	20
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	40	-	-
CRYPTOPHYCEAE									
<i>Cryptomonas acuta</i> cf.	-	-	-	-	157	134	10	-	-
<i>Chroomonas</i> sp.pl.	-	-	-	20	28	-	100	-	-
<i>Chroomonas acuta</i>	-	-	-	-	584	85	-	-	-
<i>Hemiselmis rufescens</i>	-	-	-	807	769	280	791	-	80
DINOPHYCEAE									
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>splendens</i>	-	-	-	-	10	24	80	-	-
<i>G. simplex</i>	59	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Gymnodinium</i> sp.pl.	3105	40	-	-	56	-	30	-	20

BUDA EST. 6

	1978						1979				
	22-06	19-07	16-09	17-10	28-11	19-12	16-01	13-03	4-04	19-04	16-05
CYANOPHYCEAE											
<i>Spirulina subsalsa</i>	-	-	-	10	10	-	10	-	-	2	10
CHLOROPHYCEAE											
<i>Dunaliella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
<i>Aulacomonas submarina</i>	-	-	-	-	-	-	170	8	116	-	-
<i>Pyramimonas</i> sp.	-	10	360	-	-	891	560	68	-	-	-
<i>Tetraselmis</i> sp.1	941	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraselmis</i> sp.2	80	352	100	100	-	70	16	138	206	200	396
<i>Carteria</i> sp. cf.	-	-	-	20	-	80	6	-	12	-	-
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	-	6	10	-	-	-	-	-	-	120	-
<i>Monoraphidium setiforme</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	5	-	-
<i>Selenastrum capricornutum</i>	17823	4	481	-	-	-	12	-	163	6293	-
EUGLENOPHYCEAE											
<i>Euglena</i> sp.	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas globularis</i>	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
CHRYSOPHYCEAE											
<i>Chromulina</i> sp.pl.	-	-	60	-	-	-	10	-	-	-	8
<i>Chromulina</i> sp.1	190	6	60	2844	-	360	1622	10	178	-	-
<i>Chromulina</i> sp.2	869	-	-	-	-	-	7	-	7	-	-
<i>Pseudopedinella pyriformis</i>	-	-	-	-	-	-	14	8	50	-	-
<i>Prymnesium parvum</i>	20	-	260	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ochromonas</i> sp.	2919	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BACILLARIOPHYCEAE											
<i>Coscinodiscus</i> sp.	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	-	10	-	-	10	-	10	10	10	-	-
<i>Nitzschia closterium</i>	-	-	-	-	10	-	-	10	8	220	-
CRYPTOPHYCEAE											
<i>Cryptomonas acuta</i> cf.	-	-	-	-	10	-	128	50	5	80	20
<i>Rhodomonas minuta</i>	60	82	290	210	10	-	641	-	-	-	-
<i>R. minuta</i> var. <i>nannoplanctonica</i>	-	-	421	9014	-	1162	254	88	-	-	-
<i>Hemiselms rufescens</i>	290	-	20	-	-	-	114	-	10	-	-
<i>Chroomonas acuta</i>	-	158	-	-	-	-	-	-	-	-	36
<i>Chroomonas</i> sp.pl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	20
<i>Leucocryptos marina</i>	2484	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DINOPHYCEAE											
<i>Oxyrrhis marina</i>	-	-	10	10	-	10	10	-	-	-	-
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>splendens</i>	-	-	130	10	-	40	-	-	5	-	-
<i>G. simplex</i>	-	-	40	-	-	330	-	-	-	-	-
<i>Gymnodinium</i> sp.pl.	40	40	431	60	-	20	69	10	7	-	20
<i>G. cf. fossarum</i>	921	-	60	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Amphidinium</i> sp.	-	-	-	-	-	6229	-	-	-	-	-

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS TRES LAGUNAS ESTUDIADAS A LO LARGO DEL CICLO ANUAL.

BUDA



LAGUNAS COSTERAS DELTA EBRO

ENCANIZADA

FISICO-QUIMICA

1978 ————— 1979 —————

MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO

Régimen hidrológico

	Canales desague abiertos = entrada agua dulce						Canales cerrados = entrada agua mar					
Temperatura (°C)	19	26	14	16	3	6	15	22				
Cloruros (g/l)	3	0,8 ± 0,6					1,5	2				
Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻ (meq/l)	7	4,4 ± 1,4					2	5				
Alcalinidad (meq/l)	1,9	2,4 ± 0,2					3,1	4,2				
		7,8		3,6 ± 0,5		8,2	8,5					
N-NO ₃ ⁻ (ug-at/l)	14	0	27	0,5	1	2,7	6,5					
P-PO ₄ ³⁻ (ug-at/l)	4	0,6	1,4	0,25	1	2,7	14					
N-NO ₃ ⁻ /P-PO ₄ ³⁻ (ug-at/l)	20	3	0	11	13	0	14					

FITOPLANKTON

Dinámica

Mezcla especies eurihalinas y de agua dulce — Sucesión típica lago eutrófico agua dulce — Mezcla especies diatomeas-clorofíceas-cianofíceas — Aumento progresivo poblaciones pequeños flagelados — Mezcla especies

Especies dominantes	<i>Dunaliella</i> sp <i>Cyclotella</i> sp <i>A. gracilis</i> <i>E. multiflor</i> más <i>H. rufescens</i> <i>R. mirata</i> <i>Charomonas</i> sp <i>Actinostrium</i> sp	<i>S. exultans</i> <i>A. hantzschii</i> <i>S. capricornutum</i> <i>C. microperum</i> <i>D. pulchellum</i> <i>O. lacustris</i> <i>S. quadricauda</i> <i>Scenedesmus</i> sp <i>T. triangulare</i> <i>C. vulgaris</i>	<i>P. tenue</i> <i>M. tenuissima</i> <i>A. lara</i> <i>A. torulosa</i> <i>A. aphanizomenoides</i> <i>Chroococcus</i> sp <i>G. aponina</i>	<i>Dunaliella</i> sp <i>Cyclotella</i> sp	
Especies subordinadas	<i>H. rufescens</i> <i>R. mirata</i> <i>Charomonas</i> sp <i>Actinostrium</i> sp	<i>S. exultans</i> <i>A. hantzschii</i> <i>S. capricornutum</i> <i>C. microperum</i> <i>D. pulchellum</i> <i>O. lacustris</i> <i>Scenedesmus</i> sp.pl.	<i>P. parvum</i> <i>Euglena</i> sp <i>Phacus</i> sp <i>Trachelomonas</i> sp <i>F. pyriformis</i> <i>L. marina</i> <i>Amphidinium</i> sp <i>N. closterium</i>	<i>H. rufescens</i> <i>Tetraselmis</i> sp <i>Chromulina</i> sp <i>O. marina</i> <i>Gymnodinium</i> sp	<i>Cryptomonas</i> cf. <i>acuta</i> <i>N. kutzingian</i> <i>Dunaliella</i> sp <i>Chromulina</i> sp <i>Hemiselembis</i> sp

Biomasa (nº cel/ml)	5.10 ⁴	10 ⁵	4.10 ⁴	2.10 ⁴	1.10 ⁵	1.10 ⁶	2.10 ⁶	10 ⁵
Clorofila a (mg/m ³)	25	100	20	10	40	150	25	
Diversidad (bits/ind.)	2,4	3	4	2	0,8	0,07	2,3	
P/B (mg C/mg Cla h ⁻¹)	1	2	0,6	0,7	0,7	0,7	4,5	

TANCADA

1978 1979

MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO

Régimen hidrológico	Canales desague abiertos = entrada agua dulce						Canales cerrados = entrada agua mar					
Temperatura (°C)	22	25	11,5	16,5	4	6	14	10	24			
Cloruros (g/l)	12	3	1,6 ± 0,7	3,6				21	12			
Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻ (meq/l)	12	8	7	4	8	9,04 ± 1,14	11,56 ± 2,04	6,6				
Alcalinidad (meq/l)	2,5	1,8 ± 0,3	3,5 ± 0,3			3,3 ± 0,5	4,0 ± 0,5	3				
pH	7,5	1,9 ± 0,1	8,1	8,3	8,4 ± 0,1	8,7	8,3	8,6	9,1			
N-NO ₃ ⁻ (ug-at/l)	3	0	16					0,5				
P-PO ₄ ³⁻ (ug-at/l)	1,2	0,5	0,8	0,05	0,3	0,8						
N-NO ₃ ⁻ /P-PO ₄ ³⁻ (ug-at/l)	7	0,6	0	3,5	18	75	3	0				

FIOTPLANCTON

Dinámica	Disminución de las poblaciones de algas crip- tofíceas y volvocales			Aumento rápido de las poblaciones de <i>Dunaliella</i> y otras volvocales			Aumento de la población de <i>Dunaliella</i> y otras volvocales. Aumento de crip- tofíceas y dinoflagelados		
Especies dominantes	<i>C. acuta</i> <i>H. fusiformis</i> <i>H. rufescens</i> <i>Rhodomonas</i> sp. <i>Chromulina</i> sp. <i>Tetraselmis</i> sp.	<i>Tetraselmis</i> sp. <i>Chromulina</i> sp. <i>C. acuta</i> cf. <i>N. closterium</i> <i>Tetraselmis</i> sp. <i>H. rufescens</i> <i>N. closterium</i>	<i>P. parvum</i> <i>M. tenuissima</i> <i>S. capricornutum</i> <i>C. kuetsingianum</i> <i>Chromulina</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp. pl. <i>Cyclotella</i> sp. <i>S. quadricauda</i> <i>T. minimum</i> <i>A. sphaerica</i> <i>D. pulchellum</i> <i>N. closterium</i>	<i>Cyclotella</i> sp. <i>S. capricornutum</i> <i>Chromulina</i> sp. <i>Rhodomonas</i> sp. <i>H. rufescens</i> <i>Scenedesmus</i> sp. <i>C. acuta</i> <i>S. capricornutum</i> <i>N. closterium</i> <i>P. pyriforme</i>	<i>Dunaliella</i> sp. <i>Tetraselmis</i> sp. <i>Chromulina</i> sp. <i>H. rufescens</i> <i>Rhodomonas</i> sp. <i>C. acuta</i> <i>Gymnodinium</i> sp. pl. <i>C. acuta</i> <i>Chromulina</i> sp. <i>E. marina</i>	<i>C. acuta</i> <i>Chromulina</i> sp.			
Especies acompañantes	<i>5 · 10⁴</i>	<i>5 · 10²</i>	<i>5 · 10³</i>	<i>2 · 10⁴</i>	<i>2 · 10³</i>	<i>10⁵</i>	<i>10⁴</i>	<i>2 · 10³</i>	
Biomasa (nº cel/ml)	12	2,5	5	20	4	15	5	7,5	
Clorofila a (mg/m ³)	1	2	1	2,5	3,5	2	3	2	
Diversidad (bits/ind.)	0,52	5	15	3	5	15	5	8	