

NUTRIENTES Y CLOROFILAS EN LA BAHIA TODOS SANTOS (MAYO 1983)

NUTRIENTS AND CHLOROPHYLLS IN THE TODOS SANTOS BAY (MAY 1983)

Roberto Millán Núñez
Ana Margarita Rivas Lozano

Facultad de Ciencias Marinas
Universidad Autónoma de Baja California
Apdo. Postal 453
Ensenada, B.C., México

Millán Núñez, R. y Rivas Lozano, A.M. Nutrientes y clorofilas en la Bahía Todos Santos (mayo 1983). Nutrients and Chlorophylls in the Todos Santos Bay (May 1983). *Ciencias Marinas*, 14(4): 23-42, 1988

RESUMEN

Del 20 al 22 de mayo de 1983 se realizó un muestreo en 32 estaciones en la Bahía Todos Santos a tres profundidades 0, 10 y 30m. En general los valores de temperatura se incrementaron del centro de la Bahía hacia la costa, las concentraciones de clorofila decrecieron del centro hacia la costa. La concentración de nitratos + nitritos y silicatos fueron mayores en la parte norte de la Bahía, mientras que en la parte sur los valores fueron no detectables. Se postula que estos valores son menores a los reportados anteriormente para esta zona debido al efecto de El Niño 1982-1983.

ABSTRACT

From 20 to 22 May, 1983, thirty-two stations were sampled in the Todos Santos Bay at three depths of 0, 10 and 30m. In general, the temperature values increased from the middle of the bay towards the coast and the chlorophyll concentrations decreased from the middle towards the coast. The concentrations of nitrates + nitrites and silicates were higher in the northern part of the bay, while in the southern part the values were nondetectable. It is proposed that these values are lower than those previously reported for this zone due to the 1982-1983 "El Niño" effect.

INTRODUCCION

La producción relativa de clorofila *a*, *b* y *c* nos indica a *Grosso modo* la composición taxonómica de la población fitoplanctónica muestreada; así como la relación entre la clorofila y sus productos de degradación (feofitinas) nos informa sobre el estado fisiológico de la población (Margalef, 1974). Determinando la concentración de clorofila *a* junto con otros datos como intensidad de luz y temperatura, se puede estimar la producción primaria (Small *et al.*, 1972; Platt *et al.*, 1980). La concentración de nutrientes (NO_3 , NO_2 y

INTRODUCTION

The relative production of chlorophyll *a*, *b* and *c* roughly indicates the taxonomic composition of the phytoplanktonic population sampled, while information on the physiological condition of the population is obtained from the relation between chlorophyll and its degradation products (phaeophytins) (Margalef, 1974). The primary production can be estimated by determining the concentration of chlorophyll *a* together with other data such as light intensity and temperature (Small *et al.*, 1972; Platt *et al.*, 1980). The concentration of

SiO₂) en el medio es de gran importancia por ser estos esenciales para el crecimiento y producción del fitoplancton (Raymont, 1980).

Han sido muy pocos los estudios de clorofilas y de nutrientes en la Bahía Todos Santos y solamente en zonas específicas, en el Estero de Punta Banda (Zertuche-González y Alvarez-Borrego, 1978; Millán-Núñez y Alvarez-Borrego, 1978) y cerca de la costa (Aguirre-Buenfil, 1983; Gaxiola-Castro y Alvarez-Borrego, 1984). La Bahía de Todos Santos es una Bahía de aguas poco profundas, aproximadamente el 90% del área tiene una profundidad que varía entre 10 y 50m, el resto forma parte del angosto cañon submarino de Todos Santos, entre las Islas del mismo nombre y Punta Banda con salida al Suroeste (Fig. 1).

El objetivo del presente estudio es conocer la distribución de la clorofila *a* y su feofitina, la concentración de nutrientes (nitratos, nitritos; fosfatos y silicatos) en la Bahía Todos Santos en mayo de 1983.

MATERIALES Y METODOS

A bordo de la embarcación "Mariano Matamoros" de la Secretaría de Marina, se llevó a cabo un crucero los días 20, 21 y 22 de mayo de 1983 en el cual se muestrearon 32 estaciones (Fig. 1) a tres niveles (0, 10 y 30 metros) cuando la profundidad del fondo lo permitió.

En cada estación de muestreo se registró la profundidad y la temperatura, se colectó agua para análisis de clorofilas y nutrientes en cada nivel de muestreo. La profundidad se midió con una ecosonda, la temperatura con termómetros reversible con precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, las muestras de agua de mar se colectaron con una botella Van Dorn con capacidad de tres litros de las que se obtuvieron submuestras, se filtraron 600ml para análisis de clorofila con filtros millipore de 47mm de diámetro y de 0.45μ de poro, agregando carbonato de magnesio (Richard y Thompson, 1952), se almacenaron en un congelador hasta su análisis. Las submuestras para nutrientes se fijaron con cloruro de mercurio y se congelaron hasta su análisis.

nutrients (NO₃, NO₂ and SiO₂) in the environment is of great importance as they are essential to the growth and production of phytoplankton (Raymont, 1980).

Very few studies on chlorophylls and nutrients in the Todos Santos Bay have been carried out and only in specific zones: in the Punta Banda Estuary (Zertuche-González and Alvarez-Borrego, 1978; Millán-Núñez and Alvarez-Borrego, 1978) and near the coast (Aguirre-Buenfil, 1983; Gaxiola-Castro and Alvarez-Borrego, 1984). The waters of the Todos Santos Bay are shallow; approximately 90% of the area has a depth which varies between 10 and 50m and the rest forms part of the narrow submarine canyon of Todos Santos, between the islands of the same name and Punta Banda with an outlet towards the southwest (Fig. 1).

The aim of this work is to study the distribution of chlorophyll *a* and its phaeophytin as well as the concentration of nutrients (nitrates, nitrites; phosphates and silicates) in the Todos Santos Bay in May 1983.

MATERIALS AND METHODS

A cruise was carried out on 20, 21 and 22 May, 1983, on board the boat "Mariano Matamoros" of the Secretaría de Marina, in which 32 stations (Fig. 1) were sampled at three levels (0, 10 and 30 metres) whenever the waters were deep enough.

In each sampling station, the depth and temperature were recorded and water was collected for the analysis of chlorophylls and nutrients in each sampling level. The depth was measured with an echo sounder and the temperature with a reversible thermometer with an accuracy of $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. The samples of seawater were collected in a 3 litre Van Dorn bottle from which subsamples were obtained. For the chlorophyll analysis, 600ml were filtered using millipore filters with a diameter of 47mm and pore of 0.45μ , magnesium carbonate was added (Richard and Thompson, 1952) and then stored in a freezer until further analysis. The nutrient subsamples were fixed with mercury chloride and frozen until their analysis.

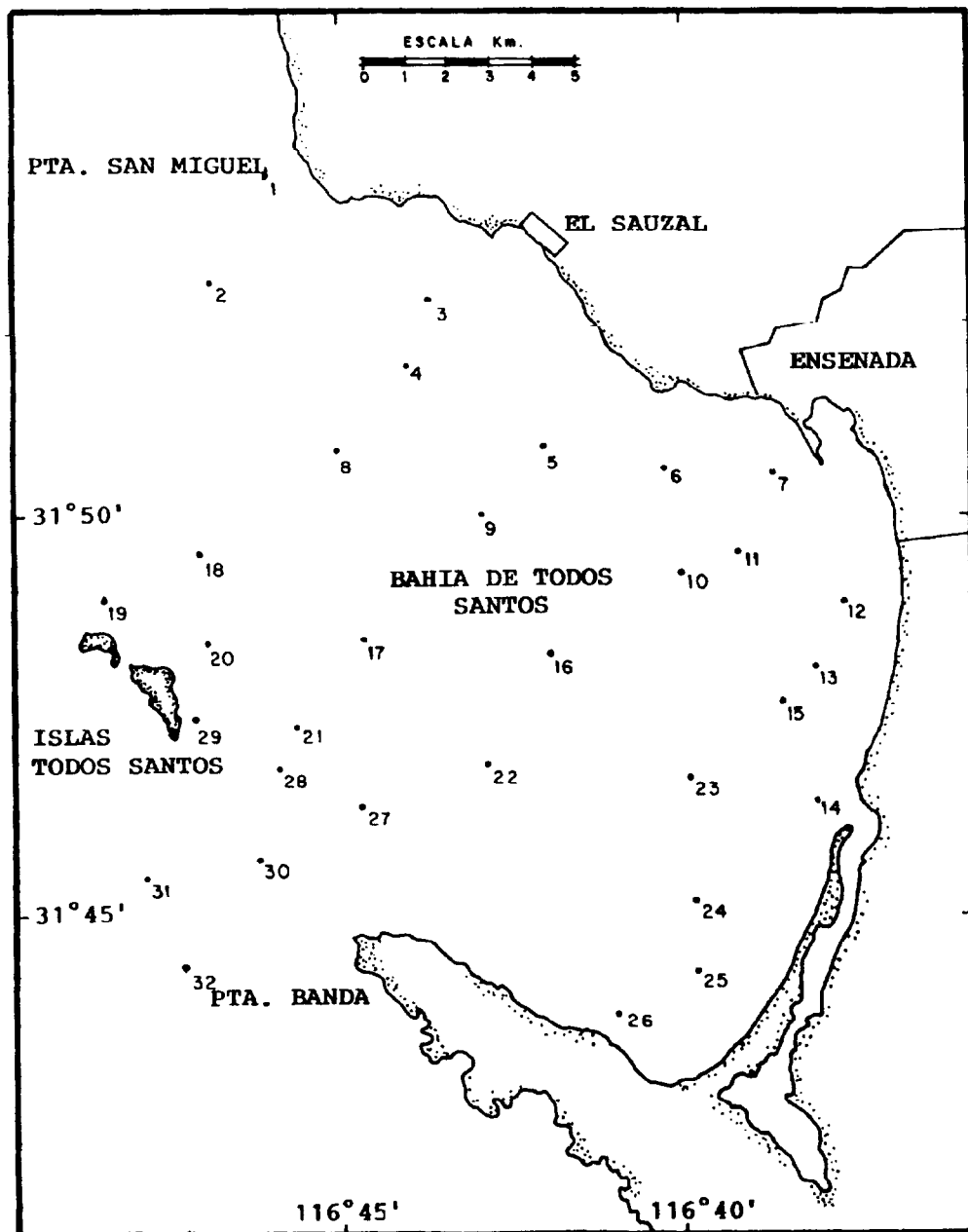


Figura 1. Localización del área de estudio y estaciones de muestreo.
Figure 1. Location of the study area and sampling stations.

El análisis de clorofila *a* y su feofitina se hizo con el método fluorimétrico (Yentsh y Menzel, 1963) en extractos de acetona al 90%, para la extracción, los filtros se maceraron utilizando un taladro con broca de vidrio y se les dió un tiempo de extracción de 10 minutos. Las lecturas de fluorescencia se hicieron en un fluorímetro marca Turner, modelo 111. El análisis de nutrientes (nitratos + nitritos, fosfatos y silicatos) se realizó en un autoanalizador Technicon II.

RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura en superficie, 10 y 30 metros de profundidad en la Bahía Todos Santos fue mayor cerca de la costa, decreciendo hacia el centro de la Bahía (Figs. 2, 3 y 4). La temperatura superficial varió entre 17°C y 22°C, a 10 metros de 16.5°C y 19°C y de 13.5°C a 18°C a 30 metros. Las temperaturas mínimas se encontraron en el centro y en el canal de la Bahía, teniendo una relación inversa a la profundidad, es decir en zonas someras se encontraron mayores temperaturas y en zonas profundas menores temperaturas. En todas las estaciones de muestreo la temperatura disminuyó con la profundidad encontrando un decremento promedio de 1°C por cada profundidad de muestreo. Cabrera-Muro (1974) y Morales-Zúñiga (1977) encontraron un patrón en la distribución de temperatura semejante durante el mes de junio de 1971 y 1972.

Las concentraciones de nitratos + nitritos (Figs. 5, 6 y Tabla I) muestran valores no detectables en la parte sur de la Bahía para todas las profundidades de muestreo, sin embargo, en la parte norte, en muestras superficiales se encontraron valores que decrecen hacia el centro de la Bahía en el intervalo de 8.9µM a 5.0µM. En muestras de 10 metros los valores máximos se localizaron también en la parte norte de la Bahía con concentraciones mayores de 8.0µM, en muestras de 30 metros las máximas concentraciones fueron junto a las islas decreciendo hacia el centro de la Bahía entre las concentraciones de 7.5 a 6.7µM.

Las concentraciones de fosfatos (Figs. 7, 8 y Tabla I) de la misma forma que para nitratos + nitritos, presentaron valores no

The analysis of chlorophyll *a* and its phaeophytin was done using the fluorometric method (Yentsh and Menzel, 1963) in extracts of 90% acetone. For the extraction, the filters were macerated using a drill with glass bit and were given an extraction time of 10 minutes. The fluorescence readings were carried out in a Turner fluorometer, model 111. The analysis of nutrients (nitrates + nitrites, phosphates and silicates) was done in a Technicon II auto-analyser.

RESULTS AND DISCUSSION

The temperature on the surface, 10 and 30 metres in depth in Todos Santos Bay was higher near the coast, decreasing towards the middle of the bay (Figs. 2, 3 and 4). The temperature varied between 17°C and 22°C on the surface, between 16.5°C and 19°C at 10 metres and from 13.5°C to 18°C at 30 metres. The minimum temperatures were found in the middle and in the channel of the bay, showing an inverse relation to the depth. That is, higher temperatures were found in shallow areas and lower temperatures in deep areas. In all the sampling stations, the temperature decreased with the depth, finding an average decrease of 1°C per each sampling depth. Cabrera-Muro (1974) and Morales-Zúñiga (1977) found a similar pattern in the temperature distribution during June of 1971 and 1972.

The concentrations of nitrates + nitrites (Figs. 5, 6 and Table I) show nondetectable values in the southern part of the bay for all the sampling depths. However, in the northern part, values were found in surface samples that decrease towards the middle of the bay in a range of 8.9µM to 5.0µM. In the 10 metre samples, the maximum values were also found in the northern part of the bay with concentrations higher than 8.0µM. In the 30 metre samples, the maximum concentrations were close to the islands, decreasing towards the middle of the bay between concentrations of 7.5 to 6.7µM.

The concentrations of phosphates (Figs. 7, 8 and Table I), in the same way as the nitrates + nitrites, presented nondetectable values in the southern part of the bay. In the

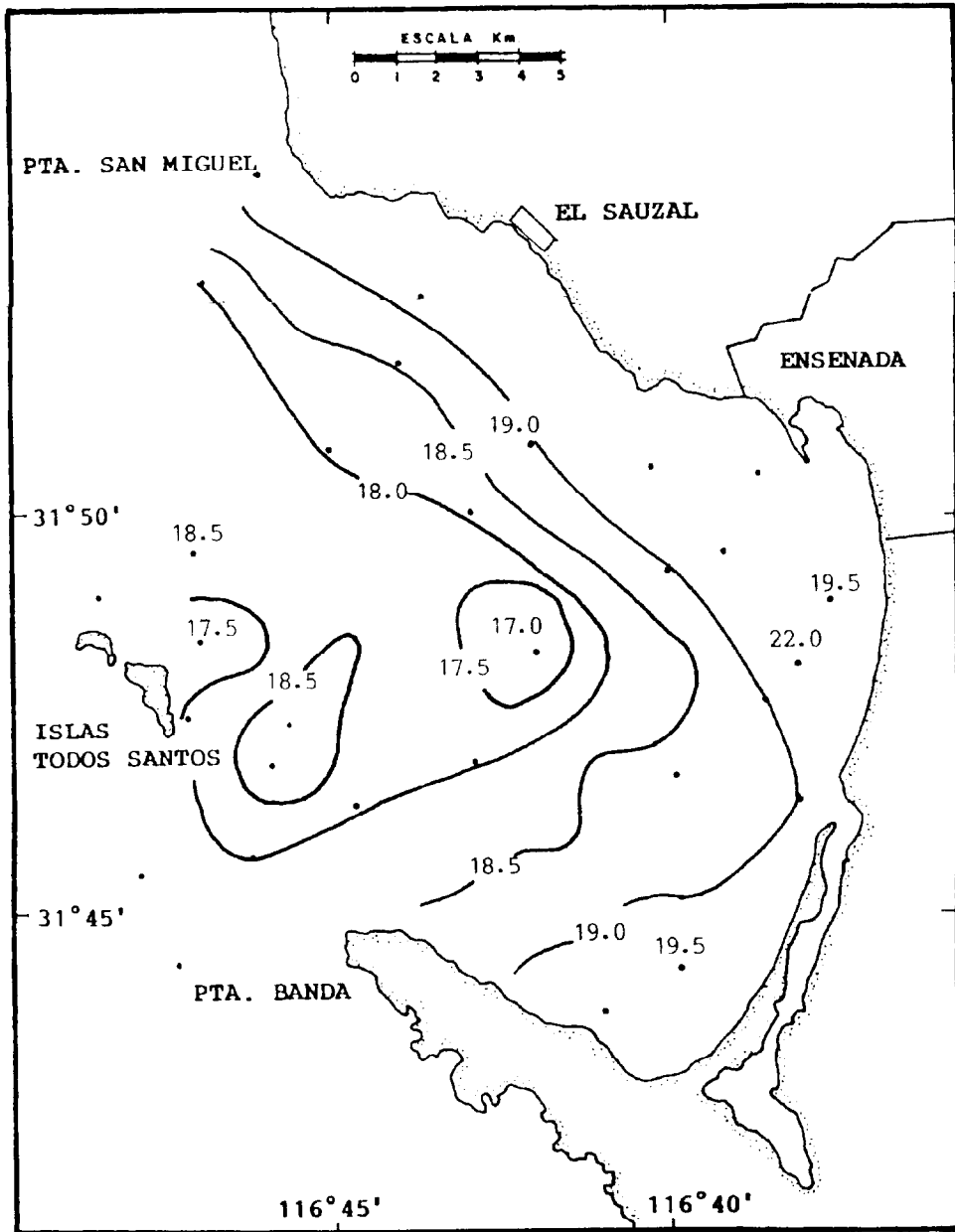


Figura 2. Distribución superficial de temperatura (°C).
Figure 2. Surface temperature distribution (°C).

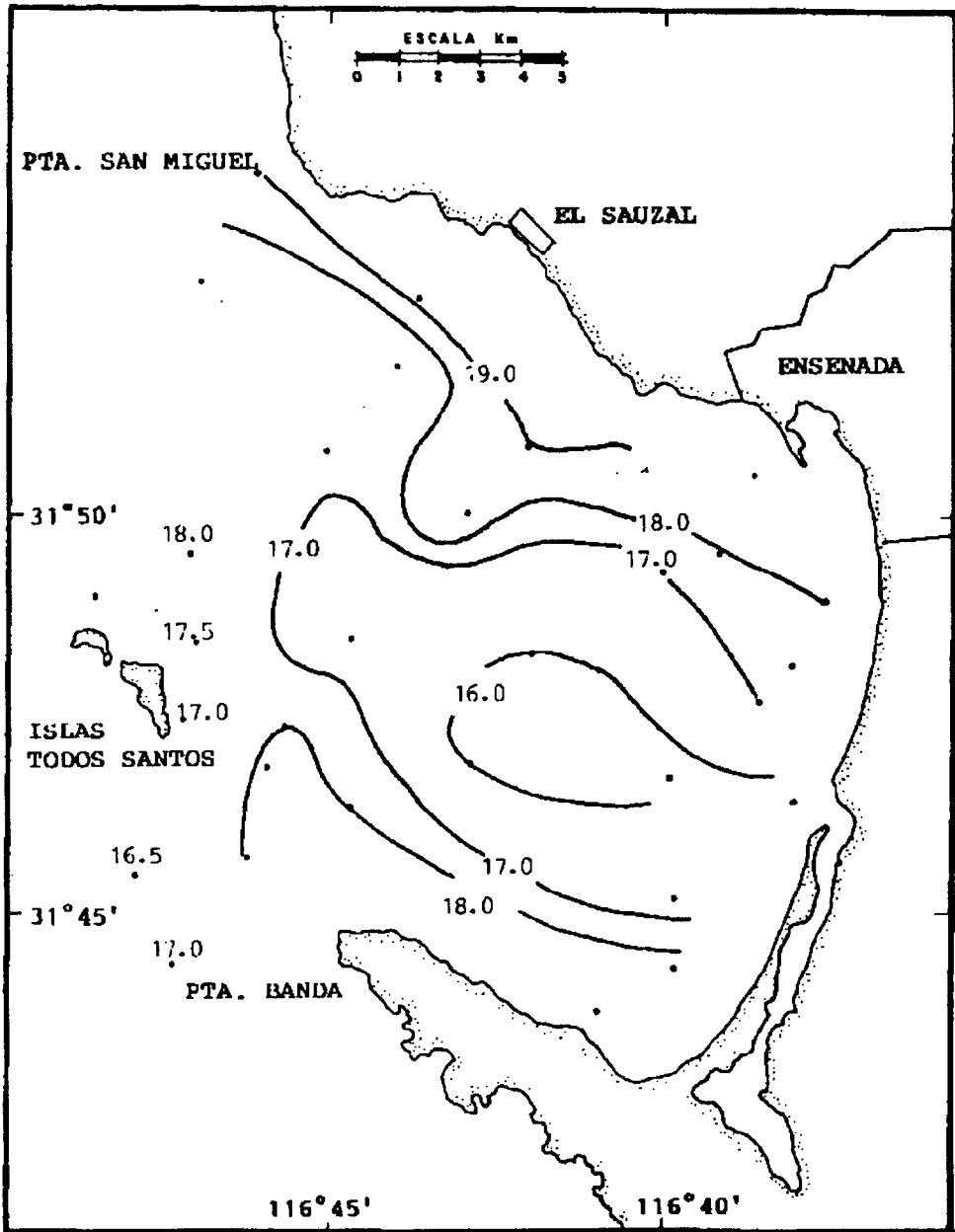


Figura 3. Distribución de temperatura a 10 metros de profundidad (°C).
Figure 3. Temperature distribution at a depth of 10 metres (°C).

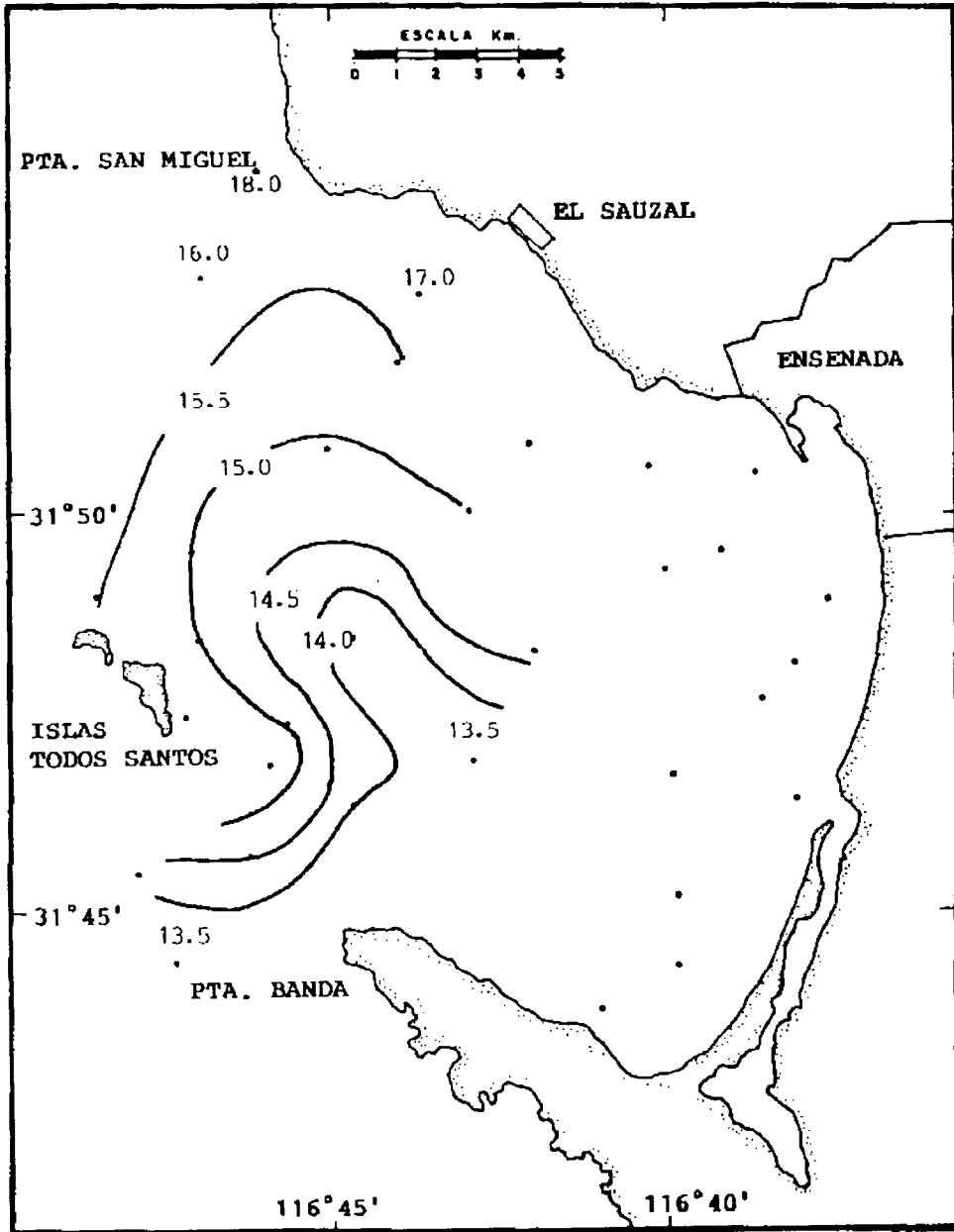


Figura 4. Distribución de temperatura a 30 metros de profundidad (°C)
Figure 4. Temperature distribution at a depth of 30 metres (°C).

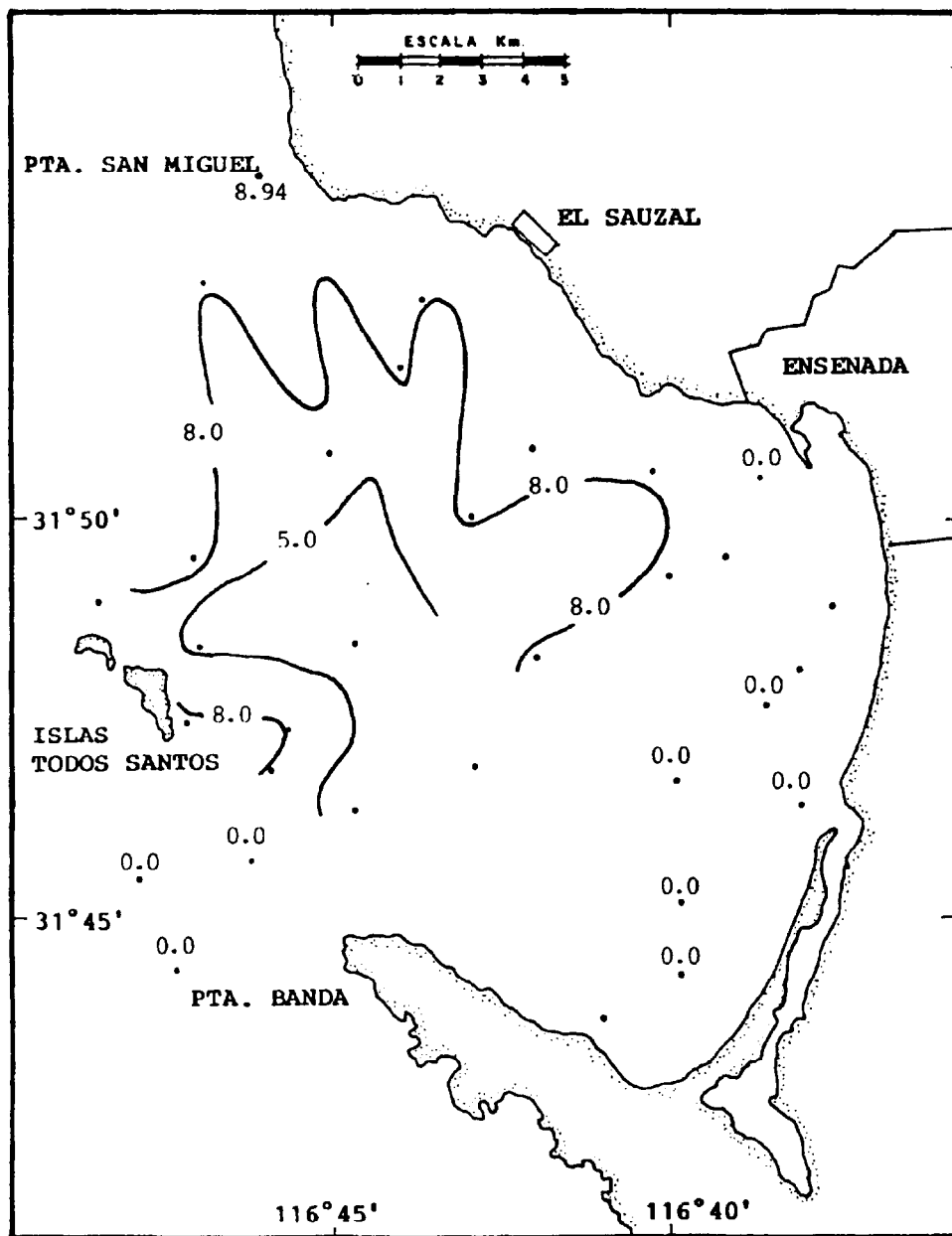


Figura 5. Distribución superficial de nitratos + nitritos (μM).
Figure 5. Surface distribution of nitrates + nitrites (μM).

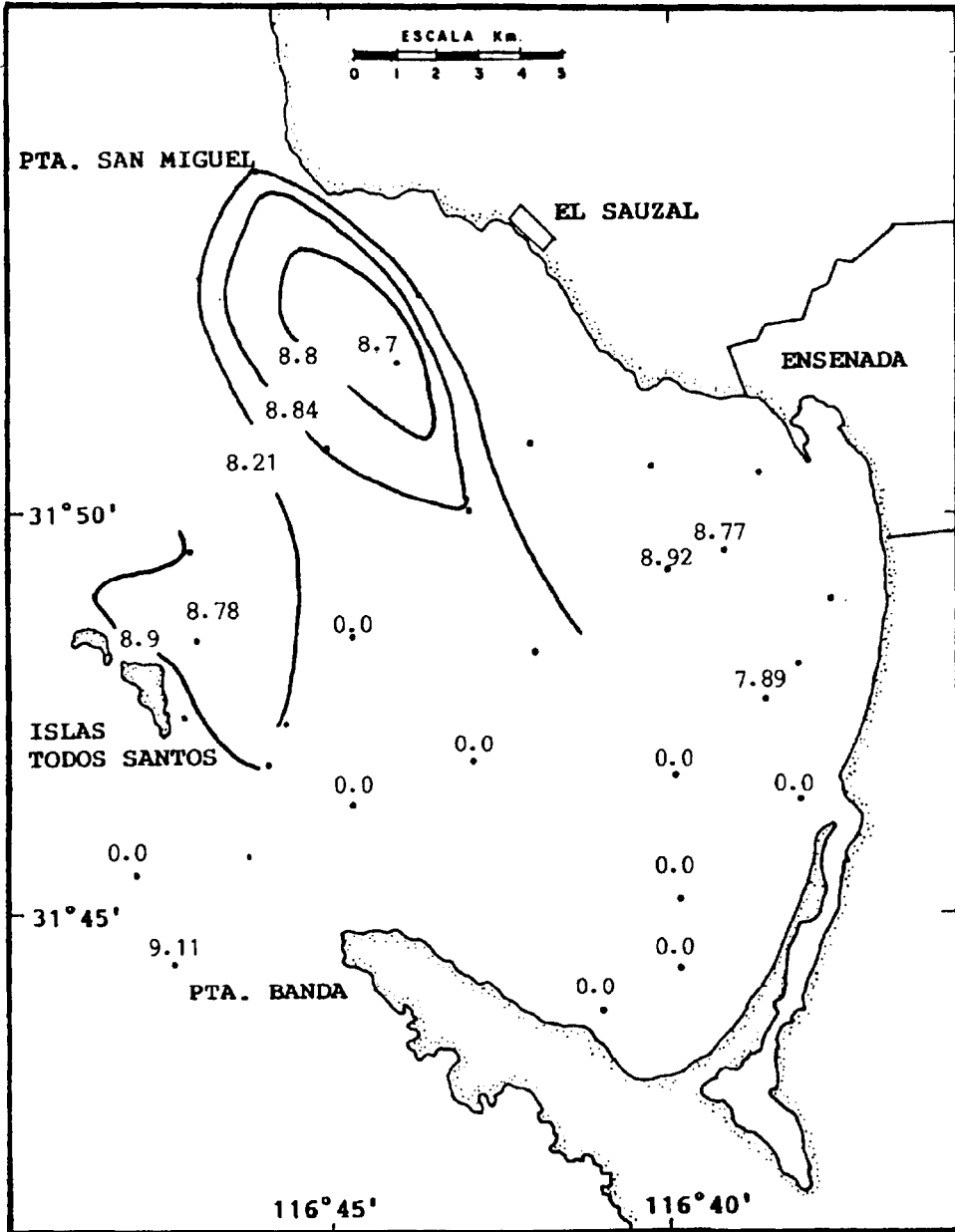


Figura 6. Distribución de nitratos + nitritos a 10 metros de profundidad.
Figure 6. Distribution of nitrates + nitrites at a depth of 10 metres.

Tabla I. Concentración de nutrientes en las estaciones de muestreo.
Table I. Concentration of nutrients at the sampling stations.

Est.	Prof. (m)	NO ₃ + NO ₂ (μMol)	PO ₄ (μMol)	SiO ₂ (μMol)	Est.	Prof. (m)	NO ₃ + NO ₂ (μMol)	PO ₄ (μMol)	SiO ₂ (μMol)
1	0	8.94	0.28	0.50	18	0	8.92	0.55	0.37
	10	8.85	0.24	0.40		10	8.92	0.16	0.37
	20	8.84	0.18	0.36		30	7.82	0.66	0.79
2	0	8.74	0.08	0.43	19	0	8.89	0.25	0.17
	10	8.85	0.24	0.40		10	8.90	0.18	0.16
	20	8.80	0.04	0.14		30	7.80	0.16	0.80
3	0	8.64	0.46	0.25	20	0	4.35	0.19	0.20
	10	8.85	0.50	0.24		10	8.78	0.00	0.11
4	0	8.83	0.52	0.46	21	0	8.89	0.14	0.13
	10	8.72	0.24	0.08		10	8.86	0.12	0.14
	25	8.78	0.38	0.16					
6	0	8.86	0.47	0.09	22	0	0.00	0.00	0.22
	10	--	--	--		10	0.00	0.00	0.29
	15	8.87	0.44	0.01					
7	0	0.00	1.87	--	23	0	0.00	0.00	0.25
	8	8.50	3.21	0.37		10	0.00	0.00	0.46
8	0	8.85	0.17	0.19	24	0	0.00	0.00	0.18
	10	8.85	0.23	0.24		10	0.00	0.00	0.42
	30	2.35	1.00	0.56					
9	0	8.84	0.09	0.13	25	0	0.00	0.42	0.50
	10	8.84	0.00	0.08		10	0.00	0.59	0.47
	30	6.42	1.54	0.94					
10	0	8.44	--	0.32	27	0	0.00	0.00	0.11
	10	8.92	0.31	0.10		10	0.00	0.00	0.11
	30	8.92	--	--		30	6.45	1.13	1.07
11	0	8.80	0.00	0.10	28	0	8.87	0.21	0.16
	10	8.77	0.00	0.10		10	8.88	0.22	0.08
14	0	0.00	0.00	0.12	29	10	8.95	0.74	0.76
	10	0.00	0.00	0.10		30	8.96	1.26	1.22
15	0	0.00	0.00	0.28	30	0	0.00	0.00	0.39
	10	7.89	0.00	0.27		10	0.00	0.00	0.30
16	0	8.84	0.00	0.11	31	0	0.00	0.00	0.28
	10	8.84	0.00	0.10		10	0.00	0.00	0.35
	30	6.73	1.80	0.80		30	7.04	7.04	1.11
17	0	0.00	0.00	0.21	32	0	0.00	0.00	0.31
	10	0.00	0.00	0.33		10	9.11	0.00	0.40
	30	6.21	0.86	1.62		30	6.90	0.56	1.37

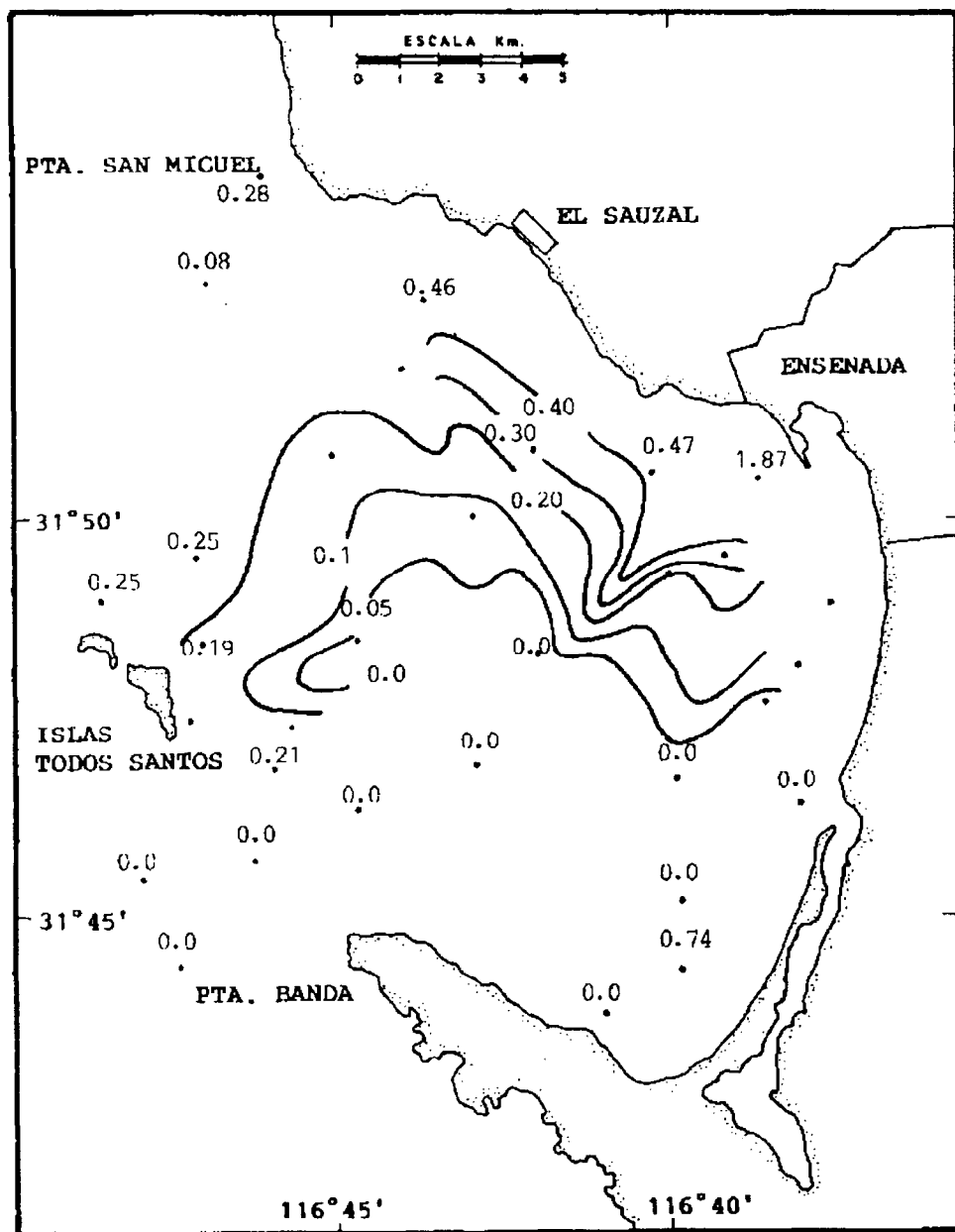


Figura 7. Distribución superficial de fosfatos (μM).
Figure 7. Surface distribution of phosphates (μM).

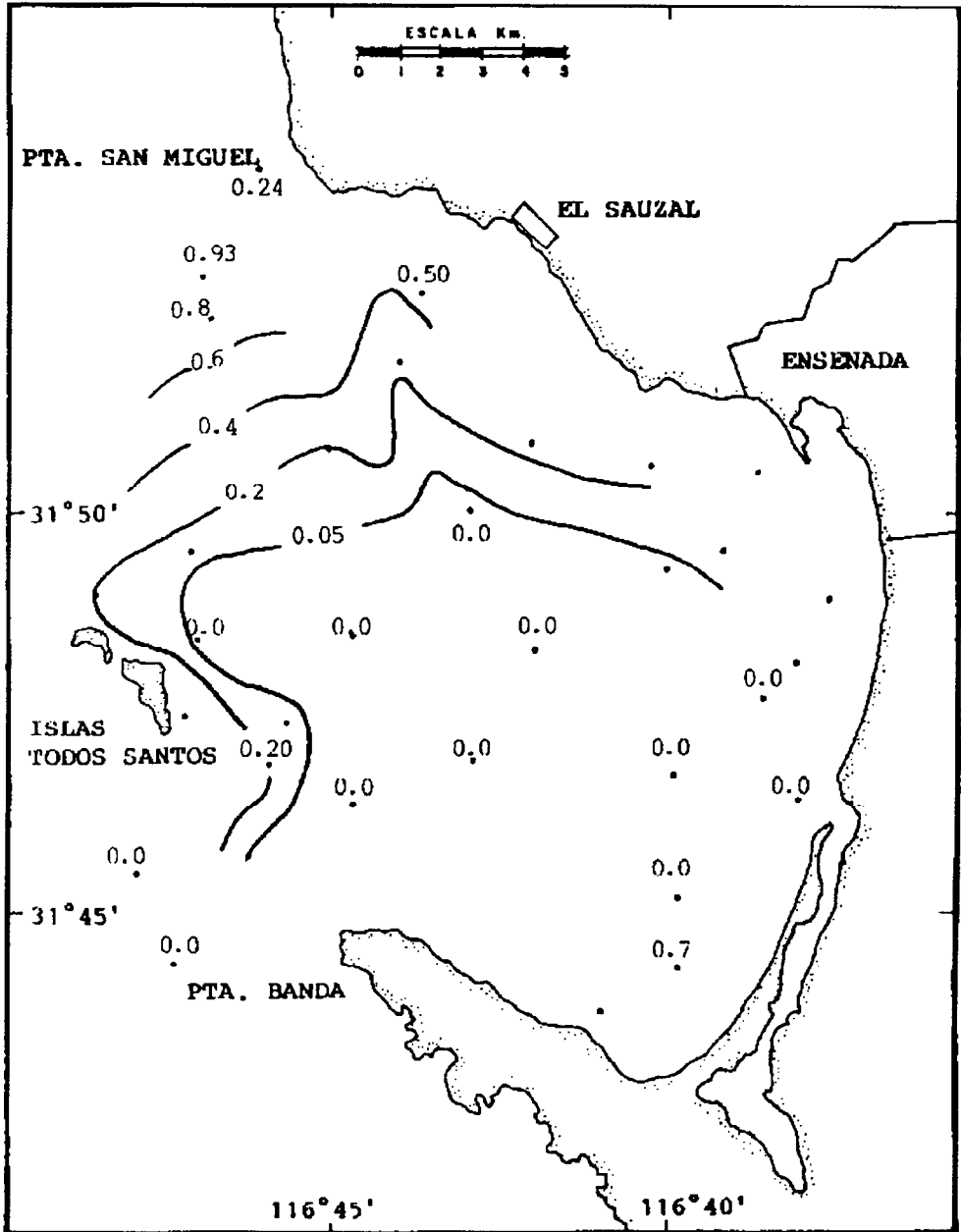


Figura 8. Distribución de fosfatos a 10 metro de profundidad (μM).
Figure 8. Distribution of phosphates at a depth of 10 metres (μM).

detectables en la parte sur de la Bahía. En muestras superficiales y a 10 metros las concentraciones en la parte norte de la Bahía variaron desde 0.0 a 0.4 μ M y 0.5 a 0.9 μ M respectivamente, aumentando hacia las Islas Todos Santos. A 30 metros de profundidad la concentración fue entre 0.6 y 1.8 μ M. Las concentraciones altas de nitratos + nitritos y fosfatos en la parte norte de la Bahía se deben posiblemente al espigón que está siendo construido en el puerto de Ensenada con material terrígeno, así como por las descargas de aguas residuales urbanas localizadas en la parte norte de la Bahía (Del Valle Villorín, 1985). Chávez de Ochoa (1975), encontró una concentración de 6.0 μ M de fosfatos en muestras de 30m de profundidad entre Punta Banda y las Islas de Todos Santos en períodos de no surgencia, siendo estas concentraciones similares a las de este trabajo.

Las concentraciones de silicatos en la Bahía de Todos Santos (Figs. 9, 10 y Tabla I) presentaron un patrón heterogéneo con intervalos en concentración de 0.1 a 0.7 μ M, 0.1 a 0.4 μ M y 0.5 a 1.6 μ M para superficie, 10 y 30 metros respectivamente, siendo estos valores menores a los reportados para la corriente de California (Thomas y Seibert, 1974). Se asume que la Bahía se encontraba en una etapa de sucesión fitoplanctónica, donde la baja concentración de sílice se debe a que las diatomeas estuvieron en abundancia antes del muestreo, agotando el sílice, ya que se reporta un porcentaje mayor de la abundancia de dinoflagelados para ese período de muestreo (Rivas Lozano, 1985).

La concentración de clorofila *a* (Figs. 11 y 12), fue mayor en la región sureste de la Bahía, con un intervalo de 0.6mg/m³ a 0.3mg/m³ en muestras superficiales decreciendo éstos hacia la costa, de la misma forma las muestras de 10 metros con un intervalo de concentraciones de 1.4 a 0.0mg/m³; a 30 metros la concentración fue entre 0.2 y 1.0mg/m³ con concentraciones mayores junto a las Islas Todos Santos. Se encontró un máximo subsuperficial de clorofila *a* a 10 metros, en la distribución vertical, en la Bahía Todos Santos.

surface and 10 metre samples, the concentrations in the northern part of the bay varied from 0.0 to 0.4 μ M and 0.5 to 0.9 μ M respectively, increasing towards the Todos Santos Islands. At a depth of 30 metres, the concentration was between 0.6 and 1.8 μ M. The high concentrations of nitrates + nitrites and phosphates in the northern part of the bay are possibly due to the breakwater being built with terrigenous material in the port of Ensenada, as well as to urban waste water discharges located in the northern part of the bay (Del Valle Villorín, 1985). Chávez de Ochoa (1975), found a phosphate concentration of 6.0 μ M in samples taken 30m in depth between Punta Banda and the Todos Santos Islands in periods of no upwelling. These concentrations are similar to those of this study.

The concentrations of silicates in the Todos Santos Bay (Figs. 9, 10 and Table I) presented a heterogeneous pattern with concentration ranges of 0.1 to 0.7 μ M, 0.1 to 0.4 μ M and 0.5 to 1.6 μ M for surface, 10 and 30 metres respectively. These values are lower than those reported for the California Current (Thomas and Seibert, 1974). Since a higher percentage of dinoflagellate abundance was reported for that sampling period, it is assumed that the bay was in a stage of phytoplanktonic succession, in which the low silica concentration is due to the fact that the diatoms were in abundance before the sampling, depleting the silica (Rivas Lozano, 1985).

The concentration of chlorophyll *a* (Figs. 11 y 12) was higher in the southeastern region of the bay, with a range of 0.6mg/m³ to 0.3mg/m³ in the surface samples, decreasing towards the coast in the same way as the 10 meter samples with a concentration range of 1.4 to 0.01mg/m³. At 30 metres the concentration was between 0.2 and 1.0mg/m³, with higher concentrations close to the Todos Santos Islands. A subsurface maximum of chlorophyll *a* was found at 10 metres, in the vertical distribution, in the Todos Santos Bay.

The maximum concentrations of chlorophyll *a* in the surface and at a depth of 10 metres, corresponded to nondetectable values

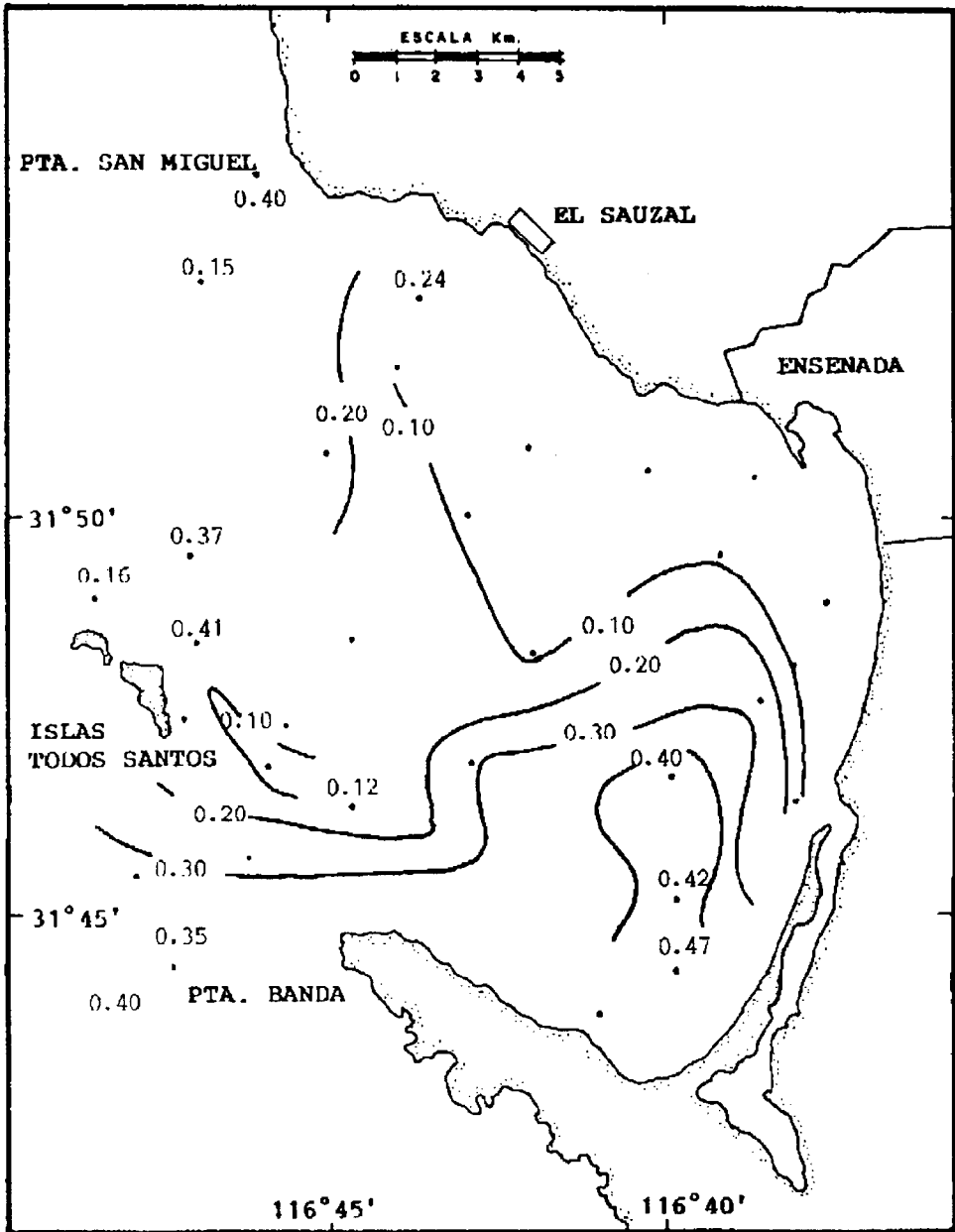


Figura 9. Distribución de silicatos a 10 metros de profundidad (μM).
Figure 9. Distribution of silicates at a depth of 10 metres (μM).

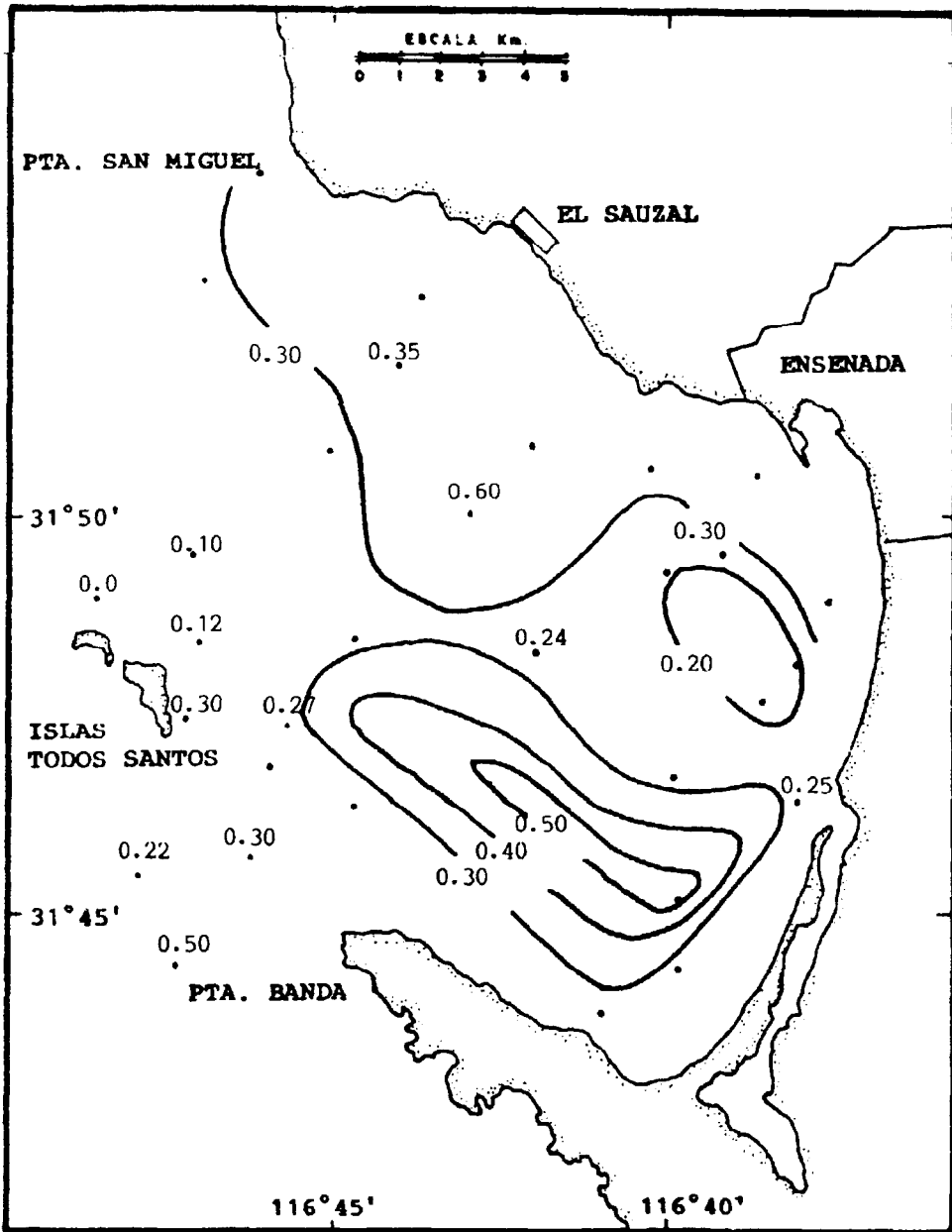


Figura 10. Distribución de clorofila *a* superficial (mg/m³).
Figure 10. Distribution of surface chlorophyll *a* (mg/m³).

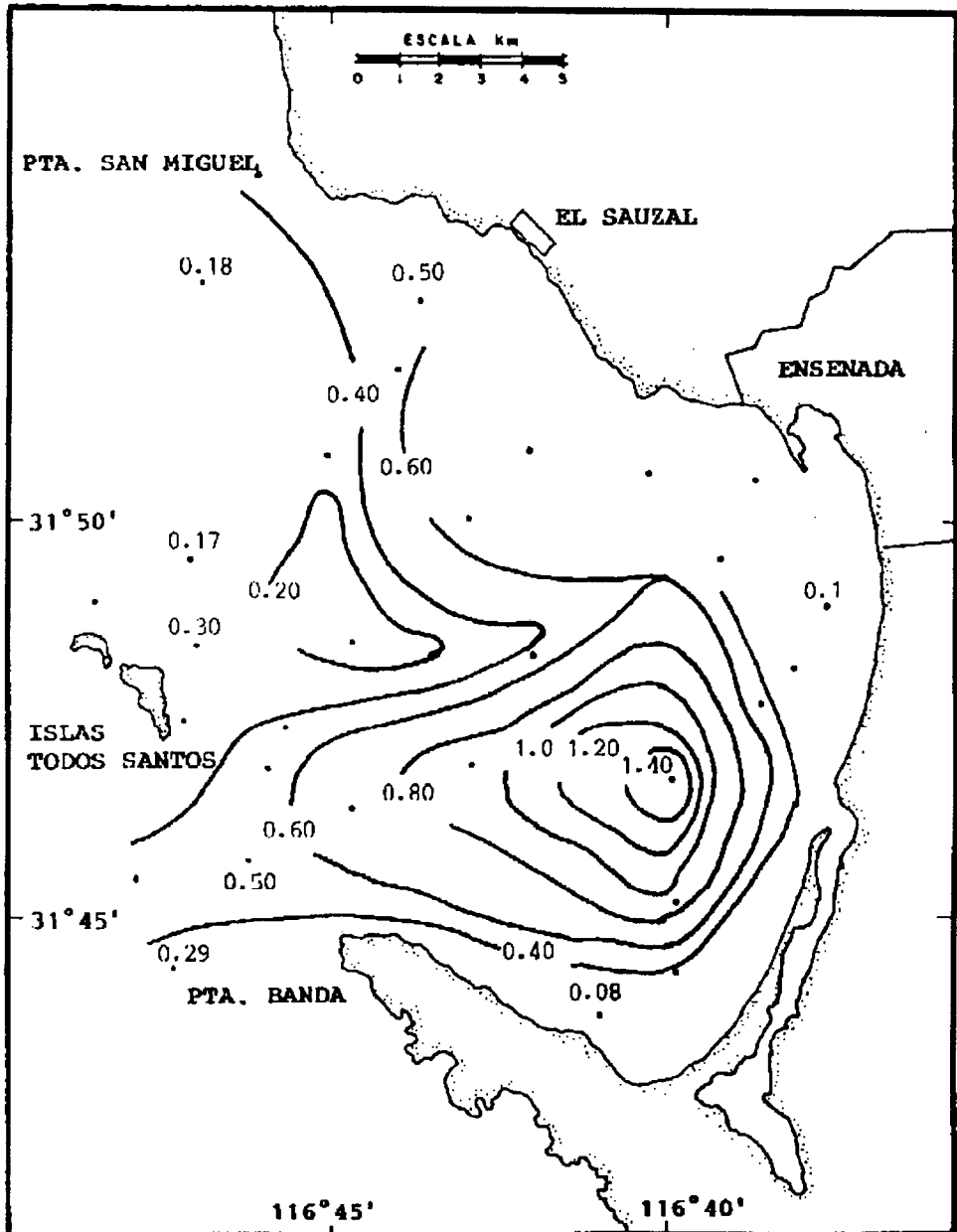


Figura 11. Distribución de clorofila *a* a 10 metros de profundidad (mg/m³).
Figure 11. Distribution of chlorophyll *a* at a depth of 10 metres (mg/m³).

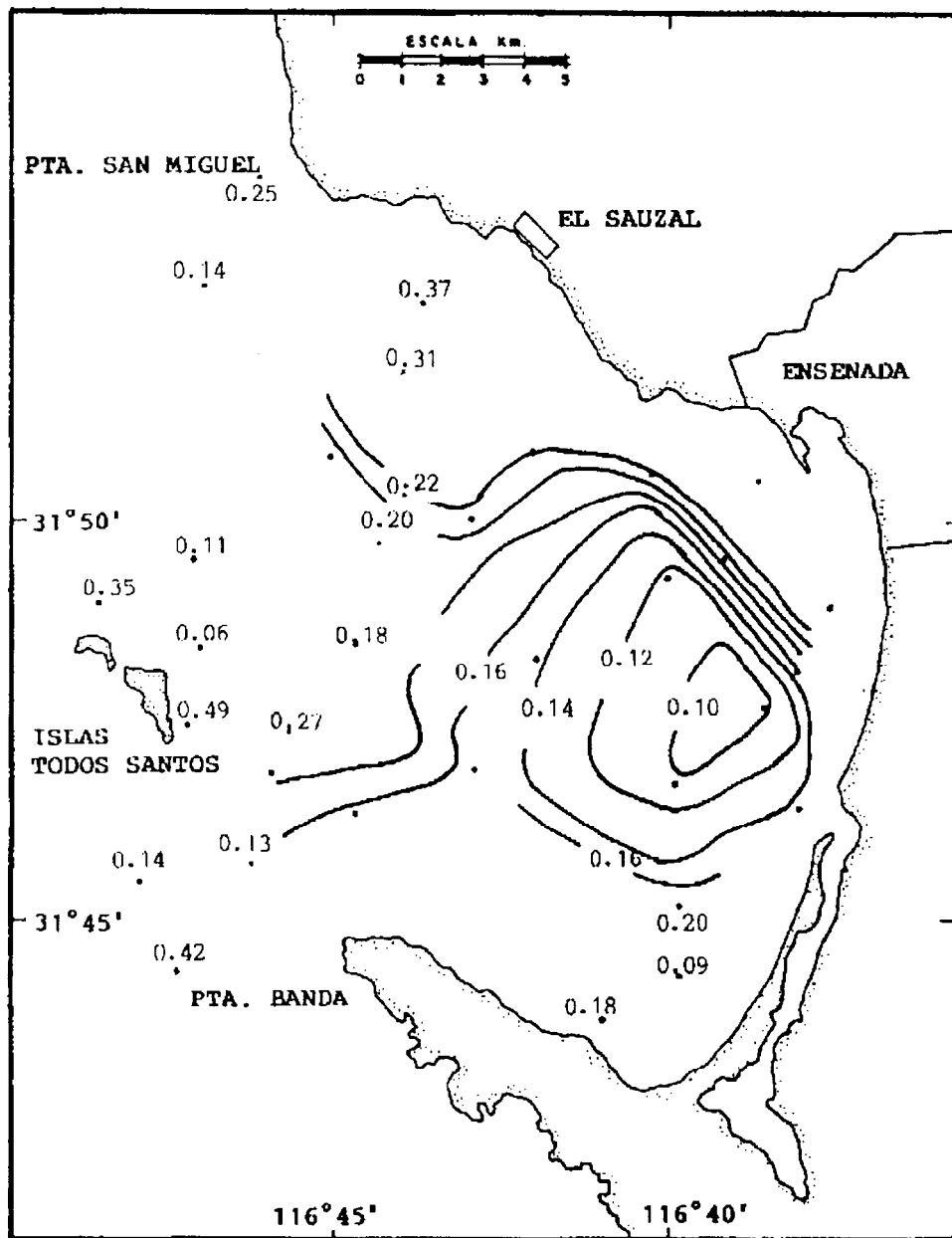


Figura 12. Distribución superficial de feofitina *a* (mg/m³).
Figure 12. Surface distribution of phaeophytin *a* (mg/m³).

Las concentraciones máximas de clorofila *a* en la superficie y a 10 metros de profundidad correspondieron con valores no detectables de nitratos + nitritos y fosfatos, pudiendo ser que las células fitoplanctónicas favorecidas por la temperatura (Goldman y Carpenter, 1974) aceleran la velocidad de incorporación de los nutrientes y sea igual al tiempo de regeneración de los mismos.

Las concentraciones de clorofila *a* en la Bahía Todos Santos reportadas en este trabajo son menores a los reportados por Lara-Lara y Alvarez-Borrego (1975) para la Bahía de San Quintín que dan valores de 5.0mg/m³ y 8.0mg/m³ en los meses de marzo y julio respectivamente; Millán-Núñez y Alvarez-Borrego (1978) reportan valores de clorofila *a* para el Estero de Punta Banda de 0.3 a 1.5mg/m³ y para San Quintín de 0.8 a 1.57mg/m³.

Las concentraciones mayores de clorofila *a* en la distribución vertical fueron subsuperficiales, siendo esto ya reportado por otros investigadores en otros lugares, en el Golfo de Maine (Holligan *et al.*, 1984) y en aguas del Pacífico Mexicano (Gaxiola-Castro y Alvarez-Borrego, 1986). Este máximo subsuperficial se puede deber a que las células fitoplanctónicas adaptadas a intensidades menores de luz contienen mayor concentración de clorofila por célula (Beardall y Morris, 1976). Las altas concentraciones de clorofila *a* obtenidas no corresponden con los máximos de abundancia de fitoplancton (Rivas Lozano, 1985) debido a que el aporte de clorofila *a* por organismos tan pequeños que no se pudieron contar en el invertoscopio (Raymont, 1980; Sakschaug, 1980). Sin embargo, dado que el filtro tiene 0.45 μ de diámetro de poro, casi la totalidad de los organismos quedan atrapados y éstos aportan concentraciones de clorofila.

Las concentraciones de feofitina *a* en superficie presentaron un patrón de distribución inverso al de la clorofila *a*, esto es incrementándose hacia la costa, posiblemente debido al pastoreo por organismos microzooplanctónicos, teniendo un intervalo de 0.10mg/m³ a 0.22mg/m³. A 10 y 30 metros no se encontró ningún patrón definido en su distribución; la concentración varió entre 0.04 y 1.36mg/m³ y 0.74 y 3.0mg/m³ respectiva-

of nitrates + nitrites and phosphates. It is possible that the phytoplanktonic cells favoured by the temperature (Goldman and Carpenter, 1974) accelerate the incorporation of the nutrients and equal the regeneration time of the same.

The concentrations of chlorophyll *a* in the Todos Santos Bay reported in this study are lower than the values reported by Lara-Lara and Alvarez-Borrego (1975) of 5.0mg/m³ and 8.0mg/m³ for the San Quintín Bay in the months of March and July respectively. Millán-Núñez and Alvarez-Borrego (1978) report values of chlorophyll *a* of 0.3 to 1.5mg/m³ for the Punta Banda Estuary and of 0.8 to 1.57mg/m³ for San Quintín.

The higher concentrations of chlorophyll *a* in the vertical distribution were found on the subsurface. This has already been reported in the Gulf of Maine (Holligan *et al.*, 1984) and in Mexican Pacific waters (Gaxiola-Castro and Alvarez-Borrego, 1986). This subsurface maximum can be due to the fact that phytoplanktonic cells adapted to lower light intensities contain a higher concentration of chlorophyll per cell (Beardall and Morris, 1976). The high concentrations of chlorophyll *a* obtained do not correspond to the phytoplankton abundance maxima (Rivas Lozano, 1985) due to the contribution of chlorophyll *a* by organisms so small that they could not be counted in the invertoscope (Raymont, 1980; Sakschaug, 1980). However, given that the filter has a pore diameter of 0.45 μ , nearly all the organisms are trapped and these contribute chlorophyll concentrations.

The concentrations of surface phaeophytin *a* presented an inverse distribution pattern to that of chlorophyll *a*. That is, increasing towards the coast, possibly due to the grazing by microzooplanktonic organisms, having a range of 0.10mg/m³ to 0.22mg/m³. No defined distribution pattern was found at 10 and 30 metres and the concentration varied between 0.04 and 1.36mg/m³ and 0.74 and 3.0mg/m³ respectively. In the vertical distribution the highest concentration was at 30 metres due to the fact that degraded material on the surface sinks and accumulates.

mente. En la distribución vertical la concentración mayor fue a 30 metros debido a que el material degradado en superficie se hunde y se acumula.

Torres-Moye y Alvarez-Borrego (1985) reportaron valores de nutrientes menores a los reportados anteriormente para la Bahía de San Quintín, esto debido a que durante 1983 el efecto de "El Niño" se presentó en toda la costa del Pacífico alcanzando hasta el Golfo de Alaska (Simpson, 1983). Con resultados de este trabajo se detectó el efecto de "El Niño" encontrándose concentraciones menores de nutrientes, clorofilas *a* en relación a otros años y a lo encontrado por Rivas Lozano (1985) con un incremento en la concentración de dinoflagelados en proporción a las diatomeas diferentes a las reportadas por Gaxiola-Castro y Alvarez-Borrego (1984) durante 1981 en la Bahía Todos Santos.

LITERATURA CITADA

- Aguirre Buenfil, L.A. (1983) Biomasa e índice pigmentario (D430/D665) en la Bahía Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C. 64pp.
- Beardall, J. y Morris, J. (1976) The Concept of Light Intensity Adaptation in Marine Phytoplankton: Some Experiments with *Phaeodactylum tricomutum*. Mar. Biol. 37, 377-387.
- Cabrera-Muro, H.R. (1974) Distribución de temperatura en la Bahía Todos Santos (junio-octubre, 1971). Ciencias Marinas, 1(1):65-77.
- Chávez de Ochoa, C. (1975) Algunas condiciones de surgencia durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, B.C. Ciencias Marinas, 2(2):111-124.
- Del Valle Villorín (1985) Efectos de la contaminación orgánica en la concentración de nutrientes en la zona costera de la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas.
- Torres-Moye and Alvarez-Borrego (1985) reported lower nutrient values than previously reported for the San Quintín Bay. This is due to the appearance during 1983 of the "El Niño" effect along the length of the Pacific coast up to the Gulf of Alaska (Simpson, 1983). The "El Niño" effect was detected from results obtained in this study. Lower concentrations of nutrients and chlorophyll *a* were found in relation to other years and to those found by Rivas Lozano (1985), with an increase in the concentration of dinoflagellata in proportion to the diatoms different to those reported by Gaxiola-Castro and Alvarez-Borrego (1984) during 1981 in the Todos Santos Bay.
- English translation by Christine Harris.
- Gaxiola-Castro, G. y Alvarez-Borrego, S. (1984) Relación fotosíntesis irradiancia en el fitoplancton de aguas costeras del Noroeste de Baja California. Ciencias Marinas, 10(2): 53-66.
- Gaxiola-Castro, G. y Alvarez-Borrego, S. (1986) Photosynthesis Irradiance Relationship for Winter Phytoplankton of Mexican Pacific Waters. Oceanología Acta, 9(4):497-500.
- Goldman, J.C. y Carpenter, E.J. (1974) A Kinetic Approach to the Effect of Temperature of Algal Growth. Oceanogr., Vol. 19(5).
- Holligan, P.M., Balch, W.M. y Yentsh, C.M. (1984) The Significance of Subsurface Chlorophyll, Nitrite and Ammonium in Relation to Nitrogen for Phytoplankton Growth in Stratified Waters of the Gulf of Maine. Journal of Marine Research, 42, 1051, 1073.
- Lara-Lara, J.R. y Alvarez-Borrego, S. (1975). Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, BC. Ciencias Marinas, 2(1):77-96.
- Margalef, R. (1974) Ecología. Ediciones Omega, Barcelona, 950pp.
- Millán-Núñez, R. y Alvarez-Borrego, S. (1978) Series de tiempo y de clorofilas y sus fcofitinas en las bocas de dos lagunas costeras. Ciencias Marinas, 5(2):41-52.

- Morales-Zúñiga, C. (1977) Variaciones estacionales de la temperatura en la Bahía Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*, 4(1):23-33.
- Platt, T.C., Gallegos, L. y Harrison, W.G. (1980) Photoinhibition of Photosynthesis in Natural Assemblages of Marine Phytoplankton. *J.M. Res.*, 38:687-701.
- Raymont, J.E.G. (1980) Plankton and Productivity in the Oceans. Vol. 1 Phytoplankton. 2nd ed. Pergamon Press. International Library.
- Richard, F.A. y Thompson, T.G. (1952) The Estimation and Characterization of Plankton Population by Pigment Analysis. II. A Spectrophotometric Method for the Estimation of Plankton Pigments. *J. Marine Research*, 11: 156-172.
- Rivas Lozano, A.M. (1985) Distribución y abundancia de fitoplancton en la Bahía de Todos Santos (Primavera 1983), Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, Baja California, 49pp.
- Sakschaug, E. (1980) Problems in the Methodology of Studying Phytoplankton. Ed. I. Morris, University of California Press, 95-128.
- Small, L.H., Carl, Jr. y Glooschenko, W.A. (1972) Estimates of Primary Production of Oregon Using an Improved Chlorophyll Light Technique. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 1261-1267.
- Simpson, J.J. (1983) Anomalous Thermal Structure in the California Current During the 1982-1983 El Niño. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter Special Issue. II. Update 1982-1983, Equatorial Pacific Warm Event No. 21:22.*
- Thomas, W.H. y Seibert, D.L. (1974) Distribution of Nitrate, Nitrite, Phosphate and Silicate in the California Current Region 1969. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation. Atlas No. 20, Charts. 2-97.
- Torres-Moye, G. y Alvarez-Borrego, S. (1985) Efectos de El Niño en los nutrientes y el fitoplancton de verano de 1983, en aguas costeras de Baja California Occidental. *Ciencias Marinas*, 11(2):107-113.
- Yentsh, C.S. y Menzel, D.W. (1963) A Method for the Determination of Phytoplankton Chlorophyll and Phaeophytin by Fluorescence. *Deep Sea Research*, Vol. 10: 221-231.
- Zertuche-González, J.A. y Alvarez-Borrego, S. (1978) Series de tiempo de variables físico-químicas en las bocas de dos antiestuarios de Baja California. *Ciencias Marinas*, 5(2): 91-103.