

## DISTRIBUCION DEL NITRITO EN LAS AGUAS COSTERAS ECUATORIANAS

Por:

ROCIO TREJOS DE SUESCUM (1)

TAIZO OKUDA (2)

### RESUMEN

Después de que Brandhorst (1959) observó un segundo máximo de nitrito en las capas inferiores de la termoclina asociado con la zona de concentración mínima de oxígeno (menor de 0.1 ml/l) en el área costera de América Central, varios investigadores observaron la acumulación del nitrito en la capa mínima de oxígeno en las Aguas Costeras Peruanas lo que fue atribuido a los procesos de desnitrificación (Codispoti y Packard, 1980). En base de los datos obtenidos en varios cruceros oceanográficos realizados por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador durante los años 1973 - 1980, se analizaron las distribuciones verticales y horizontales de nitrito para conocer la posible presencia de un segundo máximo de este ión en las aguas ecuatorianas. El primer máximo de nitrito se observó en la zona de termoclina, luego en las capas inferiores de esta se encontraron uno o más máximos de concentraciones de este elemento a pesar de que no se presentaron los valores elevados (menor de 0.68 ug. at/l). Las concentraciones de oxígeno correspondientes al segundo máximo de nitrito fueron observados de 0.25 a 2.73 ml/l. En las aguas de baja concentraciones de oxígeno menor de 0.15 ml/l, no se encontró alto contenido de nitrito siendo solamente menos de 0.09 ug. at/l. De acuerdo con nuestros datos en comparación con los resultados obtenidos por otros investigadores en lo referente al tema, hemos considerado que en las aguas superiores de 500 m de profundidad frente al Ecuador, probablemente no están en desarrollo los procesos de desnitrificación y los ligeramente altos valores de nitrito en las aguas intermedias fueron posiblemente originados por la oxidación de amonio.

### ABSTRACT

After Brandhorst had observed a second maximum of nitrite on the lower layer of the THERMOCLINE associated with the minimum concentration of dissolved oxygen zone (lower than 0.1 ml/l) on the coastal area of Central América, several scientists had observed the accumulation of nitrite on the minimum layer of dissolved oxygen on the Peruvian coastal sea waters which was attributed to the unnitrification process, (Codispoti and Packard, 1980).

Based on data obtained from several Oceanographic cruises performed by the Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador during 1973 - 1980, the nitrite vertical and horizontal distribution were analyzed in order to know the possible presence of a second maximum of this ion in Ecuadorian sea waters. The first maximum of nitrite was observed on the Thermocline zone, then on the lower layers of the thermocline were found one or more maximums of concentrations of this element in spite of they were not observed high values, (less than 0.68 ug. at ml/l). The concentrations of dissolved oxygen from 0.25 to 2.73 ml/l, corresponding to the second maximum of nitrite were observed.

In waters of low concentration of oxygen, less than 0.15 ml/l-there were not found low concentrations of nitrite - less than 0.09 ug. at/l.

According our data, in comparison with the results obtained by other scientists we have considered

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil-Ecuador.

(2) Instituto Oceanográfico Univ. de Oriente, Cumaná-Venezuela.

that in waters, upper 500 m, in front of Ecuador, it wasn't developed the unnitrification process and the slightly high values of nitrite in the intermediate waters were, probably originated by the ammonium oxidation.

## INTRODUCCION

A pesar de que el nitrito se presenta con relativamente baja concentración en las aguas oceánicas, se ha prestado atención a las distribuciones horizontales y verticales de este ión debido a que su estado de oxidación es intermedio entre amonio y nitrato ya que se puede presentar como indicador de la oxidación de amonio y la reducción de nitrato en el ciclo bioquímico del nitrógeno. En las capas superficiales de la mayor parte del Océano, se aprecia una capa máxima de nitrito asociada a la termoclina, esta acumulación de nitrito se ha considerado como la oxidación de amonio en los procesos de nitrificación bacteriana; además como una posible atribución de la liberación extracelular de nitrito por fitoplancton (Vaccaro y Ryther 1959).

La distribución de nitrito en el Océano Pacífico Oriental Tropical fue estudiada por varios investigadores, tales como: Brandhorst (1959), Wooster et al., (1965), Thomas (1966) y Zuta y Guillen (1970). Brandhorst (1959) demostró la presencia de un nitrito máximo (1.45 ug-at/1) asociado a la capa máxima de estabilidad vertical en la zona superior a los 100 metros de profundidad en la amplia región. En las aguas peruanas, Wooster et al., (1965) encontraron los valores más altos de nitrito (hasta 2.25 ug-at/1) en la zona un poco superior de la termoclina y altas concentraciones de este ión, mayor de 0.5 ug-at/1, en casi las mismas regiones de alto contenido de clorofila y zooplancton. Por otro lado, Brandhorst (1959) por primera vez reveló, la existencia de un segundo máximo de nitrito en las aguas más profundas de la termoclina donde se presenta una concentración de oxígeno extremadamente baja (menos de 0.1 ml/1). Posteriormente Wooster et al., (1965) y Thomas (1966) confirmaron la presencia de este segundo máximo de nitrito en esta área. Brandhorst sugirió que la acumulación de nitrito en la capa de segundo máximo se puede atribuir a la reducción de nitratos en los procesos de desnitrificación. Mientras tanto, Wooster et al., (1965), observaron que las altas concentraciones de nitrito encontradas al frente del Sur del Perú y Norte de Chile están relacionadas con la salinidad máxima de la Corriente Subsuperficial Peruano-Chilena. De acuerdo con la ilustración gráfica de Brandhorst (1959), en las columnas de aguas costeras del Ecuador no se presentan las concentraciones de oxígeno más bajas que 0.15 ml/1 las cuales fueron encontradas asociándose con el segundo máximo de nitrito en las capas inferiores de la termoclina.

Este trabajo fue realizado con el fin de analizar la distribución regional y vertical del nitrito máximo en relación con las características hidroquímicas y la posible existencia de un segundo máximo de nitrito en las aguas costeras del Ecuador, y está basado en los datos obtenidos a través de varios cruceros de investigación realizados por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR) durante los años comprendidos entre 1973 - 1980 (Fig. 1).

## FUENTE DE DATOS Y METODOS

Los datos utilizados en este trabajo fueron obtenidos en los siguientes cruceros oceanográficos, de los cuales la mayor parte de los muestreos cubren un área de hasta un máximo de 300 millas desde la costa ecuatoriana.

CRUCERO	FECHA	ESTACIONES
CO - I - 73	24 - 29 de Octubre - 1973	28
CO - III - 73	30 de Agosto - 11 de Septiembre - 1973	44
CO - I - 75	2 - 4 de Marzo - 1975	13
CO - II - 75	26 de Septiembre - 2 de Octubre - 1975	16
CO - I - 76	26 de Marzo - 8 de Abril - 1976	31
CO - II - 76	9 de Septiembre - 13 de Septiembre - 1976	12
CO - II - 78	17 de Noviembre - 25 de Noviembre - 1978	22 ( Galápagos)
CO - I - 80	6 - 8 de Marzo - 1980	14 ( Galápagos)

Los métodos analíticos empleados son los siguientes: Salinidad por conductividad eléctrica, utilizando salinómetro Beckman y Kahlsico; oxígeno disuelto por el método de Winkler; nitrito por el método de Bendschneider y Robinson descrito por Strickland y Parsons (1972).

### DISTRIBUCION VERTICAL DE LOS NITRITOS

La figura 2, muestra algunos patrones de las distribuciones verticales de nitrito conjuntamente con la temperatura, salinidad, y oxígeno. En general, la capa superficial presenta valores relativamente bajos de nitrito, luego un aumento brusco, alcanzando un máximo de este ión en la zona de termoclina. En la capa intermedia, se encuentran uno ó más máximos de nitrito, sin embargo la forma de la distribución vertical de este parámetro es muy variable, y no se presenta el mismo patrón para todas las estaciones.

De acuerdo a las distribuciones verticales de nitrito, se pueden agrupar en la siguiente forma:

- A. La capa superficial posee relativamente baja concentración y se forma el primero y segundo máximo en las capas inferiores, por ejemplo: Est. 32 y Est. 40 en el CO - III - 73; Est. 8 en el CO - I - 80.
- B. En la capa superficial se observa relativamente baja concentración y se forma el primer máximo, pero no se aprecia segundo máximo en la capa intermedia, por ejemplo: Est. 38 en el CO - III - 73; Est. 9 y Est. 12 en el CO - I - 75; Est. 5 y Est. 15 en el CO - I - 76.
- C. La capa superficial tiene relativamente baja concentración y se forma varios máximos en las capas intermedias, por ejemplo: Est. 14 en el CO - II - 78; Est. 3 y Est. 13 en el CO - I - 80.
- D. Las concentraciones de los nitritos aumentan gradualmente desde la superficie hasta las capas profundas, por ejemplo: Est. 28 en el CO - I - 78.
- E. En la capa superficial también se presenta relativamente alta concentración y no se distingue claramente el primer máximo, por ejemplo: Est. 35 en el CO - III - 73.
- F. No se detecta concentración apreciable en la columna de agua, por ejemplo: Est. 26 en el CO - I - 73.

En las figuras 2 y 3, se observa claramente que la presencia del primer máximo de nitrito está asociada con la zona de discontinuidad de los parámetros hidrográficos (termoclina, haloclina y oxiclina). Esto significa que la formación del nitrito fue causada por oxidación del amonio en los procesos activos de nitrificación bacteriana debido a la acumulación de detrito en la zona de discontinuidad.

La figura 4, presenta la distribución de la frecuencia de la aparición de las concentraciones de oxígeno correspondiente al primer máximo de nitrito. Se observa que elevadas frecuencias de esta aparición se encuentran en las concentraciones de oxígeno entre 4.0 - 2.0 ml/l y con mayor frecuencia entre 2.5 y 2 ml/l.

Aunque las concentraciones encontradas no son tan elevadas, se nota ocasionalmente la aparición de uno ó más máximos de nitrito en las capas más profundas de la zona de discontinuidad. Las características de este máximo serán revisados posteriormente.

### DISTRIBUCIONES HORIZONTALES DE LOS MAXIMOS DE NITRITO

Las concentraciones observadas en los primeros máximos de nitrito varían considerablemente entre los cruceros, e igualmente entre las estaciones. Los valores más elevados de nitrito encontrados son superiores a 1.0 ug-at/l, presentándose esta condición frecuentemente en casi todos los cruceros oceanográficos.

El más alto valor registrado fue 1.91  $\mu\text{g-at/l}$  en la Est. 1 del CO - II - 75.

En forma general, las concentraciones elevadas de los máximos de nitrito, se encuentran en el área Sur de este estudio, mientras que los valores bajos en las aguas del área central, (Fig. 5). Las altas concentraciones de este parámetro observadas en las zonas del área Sur, podrían estar relacionadas con el desarrollo de la convergencia, termoclina y haloclina asociadas al Frente Ecuatorial. En el crucero CO - I - 76, se detectaron elevados valores de nitrito máximo, en la zona Noroeste de Esmeraldas. Esto probablemente ocurrió debido a la formación de un intenso frente que se desarrolló en este período.

#### CAPAS DE LAS BAJAS CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTO

Generalmente, se presenta, la concentración más baja del oxígeno en la capa más profunda de cada estación. Debido a que en los cruceros oceanográficos del INOCAR, las muestras de agua son recolectadas desde la superficie hasta aproximadamente 500 m de profundidad, no podemos decir que este bajo contenido de oxígeno representa el valor mínimo de este parámetro en la columna de agua. Sin embargo, los valores mínimos encontrados en los cruceros probablemente corresponden a la capa mínima del oxígeno. Por consiguiente, en este trabajo se han analizado las características de las aguas que tienen concentraciones de oxígeno inferiores a 0.3 ml/l, las que supuestamente coincidirían con las de las capas mínimas de oxígeno en la columna de agua. (Fig. 6). Aproximadamente el 90% de las aguas poseen las concentraciones de este gas, entre 0.2 - 0.3 ml/l y el contenido inferior a 0.15 ml/l fue encontrado solamente en 6 muestras. Por otra parte, las concentraciones de nitrito en estas aguas fueron observadas muy bajas, es decir, un 95% de las muestras fueron inferiores a 0.2  $\mu\text{g-at/l}$  predominando el contenido de este ión con los valores menores a 0.1  $\mu\text{g-at/l}$ .

El valor máximo encontrado fue 0.48  $\mu\text{g-at/l}$ , en la profundidad de 490 m de la Est. 42 en el CO - III - 73. Las concentraciones menores de 0.3  $\mu\text{g-at/l}$  fueron observadas mayormente en las capas de 300 a 450 m de profundidad, con temperaturas de 8°C a 11°C, y salinidades de 34.6‰ - 35‰. En el crucero CO - III - 73, las aguas que poseen estas características, fueron encontradas en profundidades superiores, entre 205 y 240 m.

Brandhorst (1959) mostró que las concentraciones del oxígeno, inferiores a 0.15 ml/l, no se han encontrado en las aguas frente al Ecuador. En la revisión de los datos, hemos encontrado que las muestras que contienen oxígeno menor a 0.15 ml/l son solamente el 5% del número total de las muestras que poseen concentraciones de este gas inferiores a 0.3 ml/l. En las aguas de concentración del oxígeno inferior a 0.15 ml/l, se ha observado bajo contenido de nitrito; entre 0.00 - 0.09  $\mu\text{g-at/l}$ . Esto implica, probablemente, que no se está desarrollando el proceso de desnitrificación en estas aguas.

#### NITRITOS MAXIMOS EN LAS CAPAS INTERMEDIAS

Como hemos mencionado anteriormente, algunos investigadores, Brandhorst (1959), Wooster et al., (1965), Thomas (1966) y Zuta y Guillén (1970), observaron la presencia del segundo máximo de nitrito en las capas inferiores de la termoclina, lo cual está asociado con las aguas de oxígeno deficiente en el Pacífico Oriental Tropical.

Como se observa en las figuras 2 y 3, se encuentra ocasionalmente un aumento de la concentración de nitrito después de un mínimo ocurrido en las capas inferiores del primer máximo de nitrito, a pesar de que sus valores no son tan elevados como los que fueron observados en las aguas frente al Perú por Wooster et al., (1965) y Zuta y Guillén (1970).

Para conocer las características de las aguas del segundo máximo de nitrito, la figura 1 presenta la distribución de la frecuencia de aparición de algunos parámetros que se encuentran en las aguas de las capas del segundo máximo de nitrito (mayor a 0.10  $\mu\text{g-at/l}$ ). Las concentraciones del segundo máximo de nitrito se presentan en su mayoría con valores menores a 0.40  $\mu\text{g-at/l}$  y el 50% de las observaciones estu-

vieron en el rango comprendido entre 0.10 – 0.20  $\mu\text{g-at/l}$ . Los segundos máximos de nitrito fueron detectados entre 140 y 490 m, centralizándose en dos capas; es decir, entre 150 y 250 m y 350 y 400 m de profundidad, respectivamente. Estas aguas poseen temperaturas de 8.72°C – 15.28°C, pero la mayor parte de ellas se presentan entre 13.0°C – 14.0°C, las salinidades 34.65‰ – 35.26‰ centralizándose a 34.91‰ – 35.0‰; mientras tanto, las concentraciones de oxígeno varían considerablemente desde 1.18 ml/l hasta 2.73 ml/l con una mayor frecuencia encontrada en el contenido menor a 0.5 ml/l.

En algunas ocasiones se observan no solamente una, sino dos (ó más) veces la formación de nitrito máximo en las capas inferiores de la termoclina, en este trabajo se han incluido todos los casos, para ilustración, como el segundo máximo de nitrito.

En cuanto a la presencia del segundo máximo de nitrito, Wooster et al., (1965), y Zuta y Guillén (1970) consideraron que este fenómeno está interaccionado por dos flujos contrarios a través de un gran remolino ciclónico, con el flujo de las aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en el lado costero y las aguas Templadas Subantárticas en el lado oceánico.

Se aprecia en la figura 7, que el histograma de la profundidad y la temperatura muestra dos picos, es decir entre 151 y 250 m y entre 351 y 400 m de profundidad con 9.0°C – 10°C de temperatura se ubican principalmente en las capas de 350 y 400 m de profundidad, y poseen salinidades de 34.7‰ – 34.8‰. Estas características de las aguas corresponden a las Aguas Ecuatoriales Profundas. Por otro lado las aguas de 13.0°C – 14.0°C, fueron encontradas especialmente en las capas de 150 y 250 m de profundidad. Estas aguas presentan salinidades de 34.9‰ – 35.1‰ y concentraciones de oxígeno de 1.0 – 1.5 ml/l. Estas aguas probablemente corresponden a las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. El contenido de oxígeno correspondiente a las concentraciones de nitrito mayor de 0.3  $\mu\text{g-at/l}$  varía considerablemente desde 0.25 ml/l a 2.73 ml/l sin mostrar una forma de centralización.

Debido al hecho de que una reducción de nitrato en la capa coincide con el nitrito máximo, Thomas (1966) interpretó que la acumulación de nitrito en la capa mínima de oxígeno en el Océano Pacífico Tropical Nororiental fue causada por los procesos de la desnitrificación. En cuanto a las concentraciones de oxígeno correspondientes a los segundos máximos de nitrito, Brandhorst (1959) resumió valores aproximadamente inferiores a 1 ml/l, mientras que Wooster et al. (1965), Fiadero y Strickland (1968) y Codispoti y Packard (1980) sugirieron valores menores a 0.2 ml/l. Mediante el estudio de la medición de las tasas de desnitrificación por el método de  $^{15}\text{N}$  en las aguas recolectadas frente a México, Goering (1968) indicó que la desnitrificación no fue detectada en cinco localidades en donde se presentaron bajas concentraciones de nitrito (0.1  $\mu\text{g-at/l}$ ) en las capas de oxígeno deficiente (0.25 ml/l). Para este resultado obtenido, él sugirió que los organismos desnitrificantes no son omnipresentes en aguas profundas oceánicas. Codispoti y Packard (1980) consideraron que la zona de desnitrificación posee concentraciones mayores a 0.5  $\mu\text{g-at/l}$  de nitrito y menores a 0.2 ml/l de oxígeno. Como hemos mencionado anteriormente, nuestros datos muestran que valores mayores a 0.4  $\mu\text{g-at/l}$  de nitrito fueron encontrados solamente ocho ejemplares (0.40 – 0.68  $\mu\text{g-at/l}$ ) en las aguas que poseen las concentraciones de oxígeno con intervalo de 0.25 y 2.73 ml/l. Tomando en consideración las observaciones hechas por varios investigadores podemos suponer que en las aguas superiores a 500 m de profundidad del área frente al Ecuador probablemente no se está desarrollando activamente el proceso de la desnitrificación, y un ligero aumento de nitrito encontrado podría ser causado por la oxidación de amonio.

Sin embargo, Wyrcki (1967) ilustró gráficamente las distribuciones horizontales y verticales de la profundidad y el espesor de la capa mínima del oxígeno en el Océano Pacífico Tropical Oriental; En donde se aprecia la profundidad de la capa inferior del oxígeno mínimo entre 300 y 400 m y el espesor entre 400 y 800 m en las aguas frente del Ecuador. Por lo tanto, si se muestrearan las aguas desde las capas más profundas (probablemente hasta 1000 m de profundidad), podríamos confirmar la ausencia ó la presencia del desarrollo de la desnitrificación en las aguas frente del Ecuador.

#### **AGRADECIMIENTO**

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a los Señores Directores del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, cuyo decidido apoyo hizo posible la realización del presente trabajo.

Al Sr. Francisco Arce, Dibujante Técnico del INOCAR, por su valiosa colaboración en la elaboración de los diversos mapas y gráficos.

**BIBLIOGRAFIA**

- Brandhorst, W. 1959.** Nitrification and denitrification in the eastern tropical north pacific. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 25 (1), 3 - 20. pps.
- Códispoti, L. A. and T. T. packard, 1980.** Denitrification rates in the eastern tropical South Pacific. *J. Mar. Res.*, 38 (3), 453 - 477. pps.
- Fiadero, M. and J. D. H. Strickland, 1968.** Nitrate reduction and the occurrence of a deep nitrite maximum in the ocean off the west coast of South America. *J. Mar. Res.*, 26 (3), 187 - 201.
- Goering, J. J., 1968.** Denitrification in the oxygen minimum layer of the eastern tropical Pacific Ocean. *Deep - Sea Res.*, 15, 157 - 164. pp.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons, 1972.** A practical handbook of seawater analysis, *Bull. Fisheries Res. Board Can.*, 167, 310 p.
- Thomas, W. H., 1966.** On denitrification in the north-eastern tropical Pacific Ocean. *Deep-Sea Res.*, 13, 1109 - 1114. pp.
- Vaccaro, R. Tr. and J. H. Ryther, 1960.** Marine phytoplankton and the distribution of nitrite in the sea. *J. Cons. Perm. int. Export. Mer.*, 25, 260 - 271. pps.
- Wooster, W. S., T. J. Chow and I. Barrett, 1965.** Nitrite distribution in Perú Current Waters. *J. Mar. Res.*, 23, 210 - 221. pps.
- Wyrski, K., 1967.** Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific. Ocean. *Int. J. Oceanol Limnol.*, 1 (2), 117 - 147. pps.
- Zuta, S. y O. Guillén, 1970.** Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Peru.*, 2 (5), 157 - 324. pps.

## UBICACION DE ESTACIONES EN DIFERENTES CRUCEROS OCEANOGRAFICOS 1973 - 1980

CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.	CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.
CO - 1 - 73	1	3° 10.6 ' S	80° 17.0 ' O	CO - 3 - 73	3	3° 15.0 ' S	83° 46.0 ' O
	2	3° 09.0 ' S	80° 22.0 ' O		4	3° 19.0 ' S	85° 01.0 ' O
	3	3° 06.0 ' S	80° 45.0 ' O		5	2° 43.0 ' S	82° 02.0 ' O
	4	3° 04.0 ' S	80° 59.0 ' O		6	2° 08.0 ' S	85° 03.0 ' O
	5	3° 00.0 ' S	81° 15.0 ' O		7	1° 28.0 ' S	85° 04.0 ' O
	6	3° 01.0 ' S	81° 24.0 ' O		8	0° 49.0 ' S	85° 02.0 ' O
	7	2° 59.0 ' S	81° 38.0 ' O		9	0° 18.0 ' S	85° 03.0 ' O
	8	2° 33.0 ' S	81° 21.3 ' O		10	0° 11.0 ' S	85° 05.0 ' O
	9	2° 06.0 ' S	80° 52.0 ' O		11	0° 13.0 ' S	83° 46.0 ' O
	10	2° 06.6 ' S	81° 00.42' O		12	0° 23.0 ' S	83° 41.0 ' O
	11	2° 06.0 ' S	81° 09.0 ' O		13	0° 41.0 ' S	83° 39.0 ' O
	12	2° 06.0 ' S	81° 19.0 ' O		14	0° 59.0 ' S	83° 36.0 ' O
	13	2° 06.0 ' S	81° 29.42' O		15	1° 18.0 ' S	83° 34.0 ' O
	14	1° 16.0 ' S	81° 16.0 ' O		16	1° 45.0 ' S	83° 40.0 ' O
	15	0° 53.0 ' S	80° 41.0 ' O		17	2° 02.0 ' S	83° 45.0 ' O
	16	0° 49.0 ' S	80° 48.0 ' O		18	2° 16.0 ' S	83° 48.0 ' O
	17	0° 45.0 ' S	80° 55.0 ' O		19	2° 31.0 ' S	83° 52.0 ' O
	18	0° 40.30' S	81° 03.3 ' O		20	2° 22.0 ' S	83° 00.0 ' O
	19	0° 37.0 ' S	81° 11.0 ' O		21	2° 08.0 ' S	82° 39.0 ' O
	20	0° 32.12' S	81° 20.0 ' O		22	1° 50.0 ' S	82° 16.0 ' O
	21	0° 06.0 ' S	80° 41.0 ' O		23	1° 34.0 ' S	81° 52.0 ' O
	22	0° 05.0 ' S	80° 13.0 ' O		24	1° 19.0 ' S	81° 31.0 ' O
	23	0° 08.0 ' S	80° 20.2 ' O		25	0° 07.0 ' S	81° 03.0 ' O
	24	0° 13.0 ' N	80° 27.0 ' O		26	0° 13.0 ' S	81° 31.0 ' O
	25	0° 18.30' N	80° 37.30' O		27	0° 17.0 ' N	82° 42.0 ' O
	26	0° 24.0 ' N	80° 47.0 ' O		28	0° 16.0 ' S	82° 44.0 ' O
	27	0° 45.0 ' N	80° 32.0 ' O		29	0° 35.0 ' S	82° 45.0 ' O
	28	1° 18.0 ' N	80° 19.0 ' O		30	0° 54.0 ' S	82° 45.0 ' O
CO - 3 - 73	1	3° 11.0 ' S	81° 43.0 ' O	31	1° 11.0 ' S	82° 46.0 ' O	
	2	3° 20.0 ' S	82° 40.0 ' O	32	1° 30.0 ' S	82° 47.0 ' O	

Continúa.....



Continuación

CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.	CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.		
CO - 3 - 73	33	1° 46.0 ' S	82° 47.0 ' O	CO - 2 - 75	6	2° 25.0 ' S	82° 33.0 ' O		
	34	2° 02.0 ' S	82° 48.0 ' O		7	2° 20.0 ' S	81° 30.0 ' O		
	35	2° 17.0 ' S	82° 49.0 ' O		8	2° 20.0 ' S	81° 00.0 ' O		
	36	2° 34.0 ' S	82° 49.0 ' O		9	1° 00.0 ' S	80° 56.0 ' O		
	37	2° 50.0 ' S	82° 50.0 ' O		10	1° 20.0 ' S	81° 19.0 ' O		
	38	2° 54.0 ' S	82° 41.0 ' O		11	1° 20.0 ' S	82° 18.0 ' O		
	39	2° 49.0 ' S	82° 22.0 ' O		12	1° 20.0 ' S	83° 39.0 ' O		
	40	2° 52.0 ' S	82° 03.0 ' O		13	0° 28.0 ' S	83° 39.0 ' O		
	41	2° 56.0 ' S	81° 42.0 ' O		14	0° 28.0 ' S	82° 40.0 ' O		
	42	2° 59.0 ' S	81° 23.0 ' O		15	0° 28.0 ' S	81° 39.0 ' O		
	43	3° 04.0 ' S	81° 04.0 ' O		16	0° 20.0 ' S	80° 34.4 ' O		
	44	3° 07.0 ' S	80° 43.0 ' O		CO - 1 - 76	1	3° 21.0 ' S	80° 38.3 ' O	
	CO - 1 - 75	1	2° 47.5 ' S			80° 34.5 ' O	2	3° 19.0 ' S	81° 18.4 ' O
		2	2° 55.5 ' S			80° 54.4 ' O	3	3° 18.0 ' S	82° 30.0 ' O
3		3° 07.0 ' S	81° 23.0 ' O	4		3° 21.0 ' S	83° 48.0 ' O		
4		3° 11.0 ' S	81° 34.0 ' O	5		3° 17.5 ' S	85° 00.2 ' O		
5		2° 25.5 ' S	81° 39.0 ' O	6		3° 00.0 ' S	85° 03.0 ' O		
6		2° 00.0 ' S	81° 42.0 ' O	7		1° 56.0 ' S	85° 01.0 ' O		
7		1° 32.5 ' S	81° 45.0 ' O	8		0° 50.5 ' S	85° 07.0 ' O		
8		1° 03.5 ' S	81° 48.5 ' O	9		0° 11.0 ' N	85° 17.0 ' O		
9		0° 28.5 ' S	81° 32.0 ' O	10		1° 30.0 ' N	85° 30.0 ' O		
10		0° 02.5 ' N	81° 50.5 ' O	11		1° 30.0 ' N	84° 30.0 ' O		
11		0° 51.0 ' N	81° 21.5 ' O	12		0° 00.0 ' S	83° 46.0 ' O		
12		1° 15.0 ' N	81° 43.5 ' O	13		1° 00.0 ' S	83° 48.0 ' O		
13		1° 27.0 ' N	82° 07.5 ' O	14	2° 00.0 ' S	83° 46.0 ' O			
CO - 2 - 75	1	3° 20.0 ' S	80° 30.0 ' O	15	2° 55.0 ' S	83° 51.0 ' O			
	2	3° 18.2 ' S	81° 20.0 ' O	16	3° 05.0 ' S	82° 30.0 ' O			
	3	3° 18.2 ' S	82° 29.0 ' O	17	1° 49.0 ' S	82° 28.0 ' O			
	4	3° 20.0 ' S	83° 45.0 ' O	18	0° 45.0 ' S	82° 27.0 ' O			
	5	2° 25.0 ' S	83° 50.5 ' O						

Continúa.....

## Continuación

CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.	CRUCERO	EST.	LAT.	LONG.
CO - 1 - 76	19	0° 31.0' N	82° 27.0' O	CO - 2 - 78	17	1° 00.0' S	91° 40.0' O
	20	1° 00.0' S	82° 27.0' O		18	0° 38.0' S	91° 43.0' O
	21	1° 30.0' N	82° 30.0' O		19	0° 30.0' S	91° 14.8' O
	22	1° 34.0' N	81° 27.0' O		20	0° 30.2' S	91° 18.5' O
	23	1° 38.0' N	80° 30.0' O		21	0° 30.5' S	91° 23.4' O
	24	1° 30.0' N	79° 30.0' O		22	0° 17.3' S	91° 23.5' O
	25	1° 15.0' N	80° 09.0' O		23	0° 16.7' S	91° 22.3' O
	26	1° 00.0' N	80° 47.0' O		24	0° 15.3' S	91° 38.3' O
	27	0° 00.0	81° 04.0' O		25	0° 10.6' S	91° 38.6' O
	28	0° 00.0' S	81° 18.0' O		26	0° 4.0' S	91° 37.4' O
	29	1° 41.0' S	81° 19.0' O		27	0° 35.0' N	91° 41.0' O
30	2° 25.0' S	81° 19.0' O	28	1° 04.2' N	91° 28.1' O		
31	2° 50.0' S	80° 35.2' O	29	1° 07.8' N	89° 42.5' O		
CO - 2 - 76	1	3° 00.0' S	82° 30.0' O	30	0° 39.5' N	89° 45.5' O	
	2	2° 00.0' S	82° 38.0' O	31	0° 9.0' S	89° 46.4' O	
	3	1° 00.0' S	82° 30.0' O	CO - 1 - 80	1	3° 1.0' S	82° 29.0' O
	4	0° 00.0	82° 30.0' O		2	1° 59.0' S	82° 31.2' O
	5	1° 00.14' N	82° 30.0' O		3	1° 0.0' S	82° 30.0' O
	6	1° 30.0' N	82° 30.0' O		4	0° 00.0'	80° 30.0' O
	7	1° 27.0' N	81° 30.0' O		5	1° 00.0' N	82° 30.0' O
	8	1° 25.0' N	80° 21.0' O		6	1° 2.2' S	91° 35.7' O
	9	1° 30.0' N	79° 30.0' O		7	0° 46.6' S	91° 46.5' O
	10	1° 14.0' N	80° 09.0' O		8	0° 32.0' S	91° 53.0' O
	11	1° 00.0' N	80° 45.0' O		9	0° 40.1' S	91° 40.5' O
	12	0° 00.0' N	81° 03.0' O		10	0° 38.4' S	91° 22.4' O
CO - 2 - 78	10	0° 45.0' S	90° 00.0' O		11	0° 35.5' S	91° 12.5' O
	11	1° 32.0' S	90° 00.0' O		12	0° 17.6' S	91° 23.0' O
	12	2° 00.0' S	90° 00.0' O	13	0° 8.0' S	91° 29.5' O	
	14	2° 00.0' S	91° 40.0' O	14	0° 1.4' N	91° 39.6' O	
	16	1° 25.0' S	91° 40.0' O				

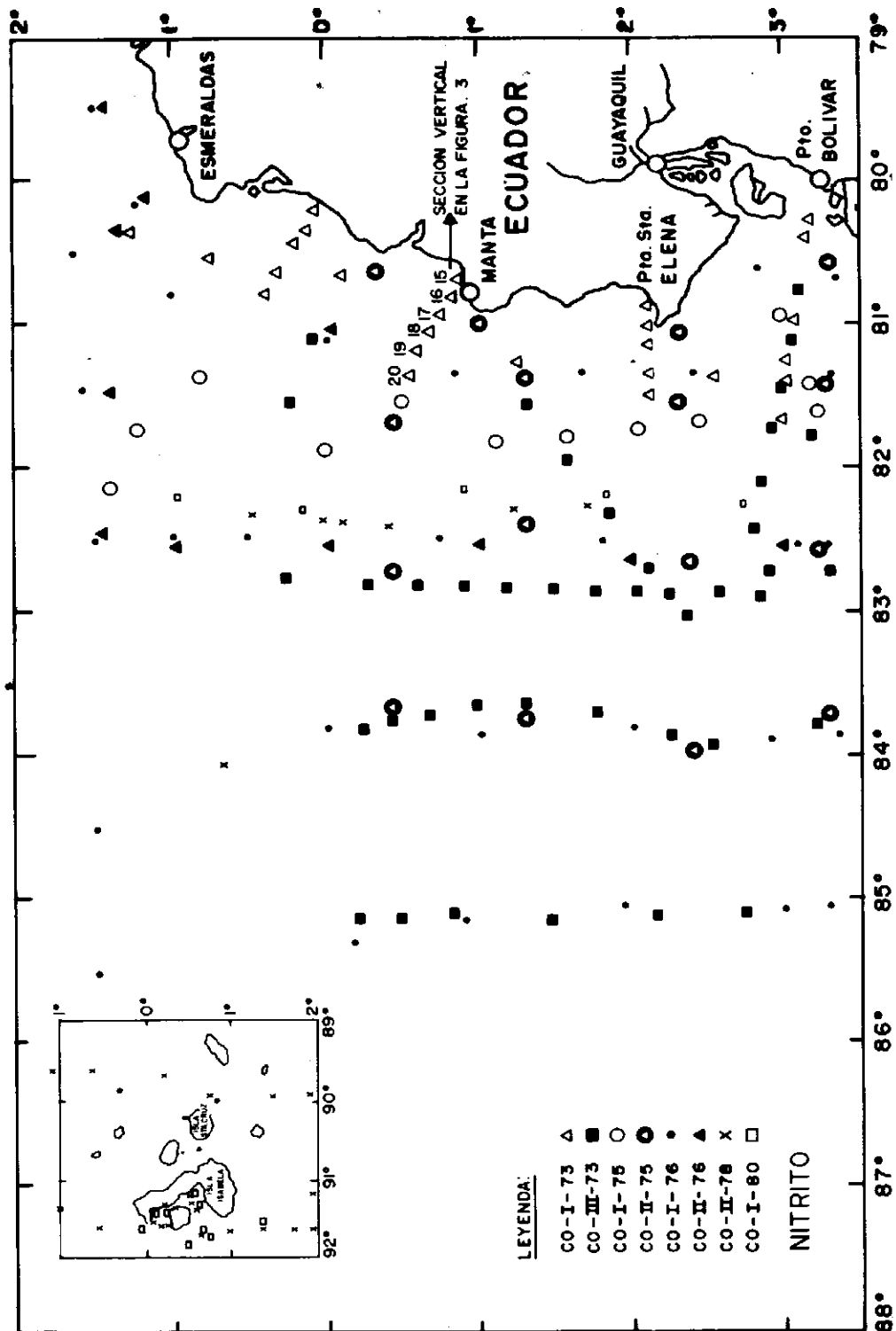


Fig. 1. Estaciones oceanográficas en los cruceros durante los años 1973 - 1980