



informe progresivo

nº
64

Agosto
1997

Condiciones oceanográficas frente a la costa norte y centro del Perú. 22 de octubre al 10 de noviembre de 1996. (Operación MOPFEN 9610-11)

*Luis Pizarro, Patricia Ayón, Margarita Girón,
Elcira Delgado, Juana Solis* 3

Notas sobre cultivo de los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes* en ambiente controlado

*Mónica Chinchayán, Giovanna Vera, Rosario Cisneros,
Lili Carrera* 34

DGIO - 30
DGIRH - 44

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. El INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

Edición:
Oficina de Asesoría Científica

**CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA NORTE Y CENTRO
DEL PERÚ. 22 DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE 1996.
(OPERACIÓN MOPFEN 9610-11)**

Luis Pizarro

Dirección de Oceanografía Física
DGIO. IMARPE.

Patricia Ayón

Area de Zooplancton y Producción
Secundaria. DOB. DGIO. IMARPE.

Margarita Girón

Area de Zooplancton y Producción
Secundaria. DOB. DGIO. IMARPE.

Elcira Delgado

Area de Fitoplancton y Producción
Primaria. DOB. DGIO. IMARPE.

Juana Solis

Area de Hidroquímica y Producción
DOQ. DGIO. IMARPE.

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Material y métodos	5
2.1 Análisis cualitativo del fitoplancton	5
2.2 Análisis del zooplancton	5
3. Resultados	6
3.1 Condiciones oceanográficas superficiales	6
3.2 Masas de aguas	6
3.3 Isotherma de 15 °C	7
3.4 Distribución del oxígeno disuelto en la superficie del mar	7
3.5 Distribución del contenido de nutrientes en la superficie del mar	8
3.6 Aspectos meteorológicos superficiales	8
3.7 Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes	9
3.8 Distribución de los organismos del plancton indicadores de masas de agua	12
4. Conclusiones	13
5. Referencias	14
Tablas	15
Figuras	25

RESUMEN

Durante octubre y noviembre de 1996 continuaron las condiciones frías o Anti El Niño ("La Niña") registradas en meses anteriores. Durante octubre hubo una variación $-3,1\text{ °C}$ a $+0,6\text{ °C}$, con predominio de anomalías negativas y con valores más altos ubicados al norte de los 7° S . En noviembre, la variación fue de $-1,7\text{ °C}$ a $+0,8\text{ °C}$, con un predominio también de las anomalías negativas, indicador de que las condiciones oceanográficas frías se mantuvieron durante ese mes con una tendencia hacia su normalidad, como producto de la intensificación y persistencia de los vientos superficiales.

Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de $35,1\text{ ‰}$ y temperaturas entre 18 °C - 19 °C . se presentaron desde Punta Falsa hasta Pisco, fuera de

las 60 mn y con una fuerte advección hacia la zona costera entre Chicama y Callao ($S > 35,2 ‰$), estas aguas tuvieron espesor aproximado de 60 m de profundidad frente a Chicama y hasta 100 m de profundidad frente a Chimbote. Las zonas de afloramiento se presentaron, dentro de las 20 mn de la costa y se ubicaron entre Paita-Pimentel y de Salaverry hasta Pisco, los centros de afloramiento tuvieron temperaturas de 16 °C y salinidades menores 35,1 ‰.

La estructura vertical durante este período mostró una termoclina superficial, ubicada entre 30-40 m de profundidad. La sección Puerto Pizarro mostró la presencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta los 30 m de profundidad y cerca de la zona costera. Las secciones Chicama, Chimbote y Callao, se caracterizaron por presentar Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en su estructura vertical, observándose una advección hacia las zonas costeras de estas masas de agua.

Los indicadores de plancton de aguas costeras frías (ACF) se localizaron dentro de la franja costera (0-30 millas) desde Puerto Pizarro hasta Pisco. En relación a los indicadores de Aguas Subtropicales Superficiales, estos se encontraron entre Chimbote y Pisco. En general, los indicadores del plancton estuvieron relacionados directamente con la distribución de las variables ambientales (temperatura y salinidad) encontradas durante este monitoreo.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos meses de 1996, la información proveniente de la Red de Estaciones Costeras Fijas del IMARPE y la de cruceros y otras prospecciones en el mar, indican una disminución de las anomalías térmicas negativas de la superficie del mar observadas a partir de setiembre del presente año (Boletín Semanal de TSM 1996, PIZARRO *et al.* 1997, VÁSQUEZ 1997).

A nivel de macro escala, estas condiciones ambientales fueron consistentes con la evolución de los indicadores oceánicos y atmosféricos en el Océano Pacífico Tropical registrando tanto en el Pacífico Ecuatorial y Occidental un retorno de las TSM a valores normales. No obstante que los modelos estadísticos y acoplados de entidades internacionales sugieren la continuación de condiciones muy próximas a lo normal en el Pacífico Central y Oriental, no se descarta la posibilidad que a nivel local y por cortos períodos de tiempo, ocurran incursiones de aguas cálidas principalmente en el norte del país, lo cual es propio del período de transición de la primavera al verano y que según su intensidad podrían repercutir en la distribución y concentración de los recursos vivos del mar.

La Operación MOPFEN 9610-11, se ejecutó del 22 de octubre al 10 de noviembre de 1996, a bordo del BAP Carrasco. Tuvo la finalidad de obtener información oceanográfica que nos permitiera conocer la variación que han tenido los parámetros ambientales durante la primavera de 1996 y tener así elementos de juicio, para conocer la tendencia de las condiciones del mar peruano hacia el mes de diciembre de 1996 e inicio del verano de 1997.

Para cumplir estos objetivos la Operación MOPFEN 9610-11, cubrió las zonas marítimas desde la costa hasta las 150 millas náuticas, realizando perfiles oceanográficos frente a Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La Operación MOPFEN 9610-11 se inició el 22 de octubre a las 16:00 horas con el zarpe del BAP Carrasco de la Bahía del Callao. Durante toda la prospección se ejecutaron siete secciones oceanográficas, con estaciones hidrográficas y lanzamiento de CTD hasta la profundidad de 500 m, ubicadas frente a Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco.

Participaron en el trabajo de campo: Ing. LUIS PIZARRO P. (Jefe de la Operación), Bach. LUIS BELTRÁN B., Bach. CÉSAR FERNÁNDEZ O., Bach. NOEL DOMÍNGUEZ O., Téc. JULIO HURTADO J. y Téc. CARLOS ROBLES C.

En todo el monitoreo se realizaron 94 estaciones oceanográficas (Fig. 1). De ellas, 54 estaciones fueron hidrográficas, hasta 500 m de profundidad, en donde se tomaron muestras de agua de mar con el uso de botellas Niskin para los análisis de oxígeno disuelto, nutrientes y salinidad; además se realizaron lanzamientos de CTD hasta la profundidad de 500 m; asimismo, se tomaron muestras superficiales de plancton para los análisis de indicadores biológicos. En todas las estaciones oceanográficas se hicieron observaciones meteorológicas y oceanográficas superficiales. Los análisis de salinidad se realizaron utilizando un salinómetro de inducción portátil Kahlsico Modelo RS-10 y los valores obtenidos han sido calibrados de acuerdo a UNESCO (1981) y LEWIS (1978). Los datos tomados durante el crucero se aprecian en la Tabla 1.

La colección de muestras para la determinación de nutrientes se hizo en botellas de polietileno de 250 ml de capacidad y preservadas a bordo por congelamiento, hasta su análisis en la sede central del IMARPE. Los análisis se realizaron siguiendo la metodología descrita por STRICKLAND y PARSONS (1968). El oxígeno disuelto fue analizado a bordo por el método WINKLER, modificado por CARRITY CARPENTER 1966.

2.1 Análisis cualitativo del fitoplancton

Se colectaron 54 muestras tomadas con red estándar de fitoplancton de 75 micras de abertura de malla, mediante arrastres superficiales por 5 minutos y una velocidad mínima de 3 nudos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada hasta una concentración final de 2%.

Para los análisis se tiene en consideración la abundancia relativa de fitoplancton y zooplancton; asimismo se determina la abundancia relativa de las especies.

2.2 Análisis del zooplancton

Se colectaron 54 muestras de zooplancton con una red estándar provista de una malla de 330 micras de diámetro, operada en jales horizontales a nivel superficial, a una velocidad de 3 nudos y por espacio de 5 minutos. Las muestras fueron fijadas con formol al 2%.

El análisis se realizó en el laboratorio donde se separó el ictioplancton de las muestras, se tomaron posteriormente los volúmenes de las muestras por

el método por desplazamiento de volumen. Los componentes del zooplancton e ictioplancton se trataron de determinar hasta nivel de especie.

El zooplancton se cuantificó de la siguiente manera: los organismos poco abundantes se contaron en toda la muestra y los más numerosos en una alícuota, utilizando una pipeta STEMPERL. La abundancia de los organismos se expresa en número de individuos por m^2 .

3. RESULTADOS

3.1 Condiciones oceanográficas superficiales

La temperatura superficial más baja del mar fue de $14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, en la zona costera frente a Huarmey; y la más alta fue de $22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, registrado a 30 mn frente a Puerto Pizarro. La zona costera desde Pisco a Paita, y dentro de las 20 mn, se caracterizó por presentar temperatura bajas con valores menores de $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Fig. 2). La distribución de las isotermas fue paralela a la costa, con un fuerte gradiente térmico al norte de Cabo Blanco y Puerto Pizarro, como producto de la influencia del Frente Ecuatorial en esas zonas.

La distribución de la TSM durante los meses de octubre y noviembre de 1996 fue muy similar a la distribución promedio citada por LAGOS *et al.* (1991), apreciándose que durante octubre la zona costera dentro de las 60 mn fue ligeramente más fría que la distribución promedio. Durante el mes de octubre e inicio de noviembre de 1996, la región del Pacífico Ecuatorial Central y Occidental se caracterizó por tener TSM ligeramente más frías que el promedio patrón lo cual coincidió con los valores de TSM observados durante este crucero (BAC N° 72, 73, 1996).

La distribución de las anomalías térmicas obtenidas en base al promedio patrón de ZUTA y URQUIZO (1972), mostró en octubre 1996 (Fig. 3) una fluctuación de $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un predominio de anomalías negativas con sus valores más altos ubicados al norte de los 7° S . Durante noviembre de 1996 (Fig. 4) las anomalías térmicas fluctuaron de $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un predominio también de las anomalías negativas, indicador de que las condiciones oceanográficas frías se mantienen durante noviembre de 1996 con una tendencia hacia su normalidad.

La salinidad superficial del agua de mar (SSM) varió de 34,17 a 35,41 ‰. Las salinidades más bajas se registraron a 20 mn frente Puerto Pizarro, con valores de 34,17 a 34,37 ‰, propias de las aguas ecuatoriales superficiales ubicados en esas zonas. La mayor salinidad se registró a 150 mn frente a Chimbote (Fig. 5).

3.2 Masas de agua

Frente ecuatorial

De acuerdo a la distribución de la salinidad superficial y de TSM se pudo ubicar al frente ecuatorial en la zona costera al norte de los $04^{\circ}00'\text{ S}$, con un gradiente térmico horizontal de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un gradiente halino de 34,2-34,9 ‰

conformado por aguas ecuatoriales superficiales (Figs. 2 y 5), con un núcleo de alta temperatura muy pegado a la costa entre la frontera norte y Puerto Pizarro. La estructura térmica y halina en la sección Puerto Pizarro (Fig. 14), muestra en esta zona la influencia de las AES y del frente ecuatorial.

Aguas ecuatoriales superficiales

Estas aguas se registraron desde la sección Puerto Pizarro hasta los 4° S; y desde la superficie hasta una profundidad de 20 m, con tendencia a una progresión hacia el sur conforme incrementa la TSM, por el cambio estacional, y se retorne a condiciones térmicas normales (Figs. 2, 5 y 14).

Aguas subtropicales superficiales

Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de 35,1 ‰ y temperatura entre 18 °C - 19 °C. se presentaron desde Punta Falsa hasta Pisco, con una fuerte advección hacia la zona costera entre Chicama y Callao ($S > 35,2$ ‰), con un espesor aproximado de 60 m de profundidad frente a Chicama hasta 100 m de profundidad frente a Chimbote (Figs. 2, 5, 20 y 22).

Afloramiento costero

Las zonas características con afloramiento costero se presentaron dentro de las 20 mn de la costa y estuvieron ubicadas entre Paita-Pimentel y de Salaverry hasta Pisco. Los centros de afloramiento tuvieron temperaturas y salinidades menores de 16 °C y 35,1 ‰. La persistencia de los vientos en superficie, con dirección S y SE y velocidades de hasta 10 m/s favorecieron los afloramientos costeros en estas zonas, así como la intensidad y persistencia de las anomalías térmicas negativas.

Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC)

La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell identificada a través de la capa homotérmica de 15 °C a 13 °C se presentó débil y sólo pudo ser observada en la sección Puerto Pizarro, con una profundidad promedio entre los 80 a 150 m de profundidad y por fuera de las 100 mn de la costa.

3.3 Isoterma de 15 °C

La distribución topográfica de la isoterma de 15 °C mostró profundidades entre 50-70 m, con un flujo predominante del sureste paralelo a la línea costera, propia de la corriente costera, apreciándose meandros característicos de los procesos de mezcla entre Huarmey y Chimbote (Fig. 6).

3.4 Oxígeno disuelto en la superficie del mar

El oxígeno superficial contenido en el agua de mar se presentó con valores de 2,09 - 6,10 ml/L. Las áreas con concentraciones mayores de 5,0 ml/L se encontraron fuera de las 60 mn de la costa, en promedio, en toda el área prospectada, asociadas a las ASS, con temperatura de 18 °C y salinidades

de 35,2 ‰. Los valores más bajos se registraron en las zonas de afloramiento costero frente a Callao y frente a Punta Falsa (Fig. 7).

Los valores de 5,5 ml/L estuvieron asociados a ASS con temperaturas y salinidades de 18 °C y 35,2 ‰ respectivamente, teniendo esta característica el área de estudio entre Pimentel y Chimbote y fuera de las 40 mn de la costa (Fig. 7).

3.5 Nutrientes en la superficie del mar

Los nutrientes en superficie presentaron las siguientes amplitudes: fosfatos, 0,26-2,14 $\mu\text{g-at/L}$; silicatos, 1,44-24,65 $\mu\text{g-at/L}$; nitratos, 0,62-20,58 $\mu\text{g-at/L}$ y nitritos de 0,02-2,11 $\mu\text{g-at/L}$ (Figs. 8, 9, 10 y 11).

Frente a Puerto Pizarro los fosfatos llegaron a 0,5 $\mu\text{g-at/L}$, silicatos y nitratos de 5,0 $\mu\text{g-at/L}$ como consecuencia de la influencia en la zona de las AES que se caracterizan por ser pobres en el contenido de nutrientes (Fig. 8). En Paita los fosfatos mostraron valores de 0,5 $\mu\text{g-at/L}$ a 15 mn de la costa, silicatos y nitratos de 5,0 $\mu\text{g-at/L}$.

Frente a Punta Falsa los nutrientes mostraron un incremento, influenciados por la presencia de las ACF. Los fosfatos con valores de 1,5 $\mu\text{g-at/L}$; los nitratos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ y los silicatos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$. En el Callao se observaron fosfatos de 1,0 $\mu\text{g-at/L}$; silicatos 5,0 $\mu\text{g-at/L}$ y nitratos de 5,0 $\mu\text{g-at/L}$. Entre Punta Falsa y Chicama se encontraron las más altas concentraciones de silicatos: 20,0 $\mu\text{g-at/L}$. En la zona del Callao y Pisco se hallaron pequeños núcleos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 9).

Los nitratos tuvieron valores de 5,0 a 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ en las zonas costeras entre Puerto Pizarro-Punta Falsa y Chimbote-Supe; en el Callao, fueron < 5,0 $\mu\text{g-at/L}$. En la zona sur entre Pucusana-Pisco, los nitratos variaron de 5,0-10,0 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 10).

En toda el área de estudio los nitritos mostraron concentraciones en forma dispersa, valores de 0,5 $\mu\text{g-at/L}$ se registraron muy cerca a la costa de Paita- Pimentel, Chicama-Callao; la máxima concentración de 1,0-1,5 $\mu\text{g-at/L}$ de nitritos se observó en Chicama (Fig. 11).

3.6 Aspectos meteorológicos superficiales

Temperatura del aire (°C)

La más alta temperatura del aire se registró en la zona costera frente a Puerto Pizarro y a 150 mn frente a Punta Falsa, muy relacionados a la distribución de la TSM que tuvo también valores altos en esas mismas zonas. Las temperaturas más bajas se registraron en las zonas costeras, especialmente frente a Huarmey y Pisco con 15,7 °C. Las isotermas presentaron una distribución irregular con meandros pronunciados y núcleos de calentamientos, los cuales pueden haberse debido a la variación diaria de la temperatura del aire (Fig. 12).

Viento superficial

El viento superficial tuvo una velocidad que fluctuó de 0,6 m/s (a 20 mn frente a Puerto Pizarro) a 9,7 m/s (a 20 mn frente a Paita); la dirección predominante del viento fue de sur a sureste. Durante todo el tiempo que duró la prospección, el viento superficial fue persistente tanto en intensidad como en dirección, alcanzando sus velocidades más altas frente a la sección Paita, y no se registró persistencia en vientos con velocidades bajas o próximas a calma (Fig. 13). La zona costera también se caracterizó por altas velocidades de viento, comparada con los vientos registrados en áreas alejadas de la costa, lo que motivó que el afloramiento costero fuera intenso.

3.7 Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes

Sección Puerto Pizarro

La distribución vertical de temperatura en la sección Puerto Pizarro (Fig. 14a), presentó una termoclina ubicada entre los 15 a 30 m de profundidad, y conformada por 6 isotermas (15°C - 22°C); la capa de mezcla se ubicó por encima de los 20 m.

La distribución vertical de salinidad (Fig.14b) mostró aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidades menores de 34.8 ‰, por encima de los 30 m de profundidad en la zona costera de la sección y aguas costeras frías fuera de las 50 mn y hasta una profundidad de 50 m.

La oxiclina estuvo conformada por las iso-oxígenas de 3-5 mL/L que ocuparon la capa superficial de 0-30 m; por debajo de ésta se encontró valores menores de 2 mL/L. La capa mínima de oxígeno estuvo por debajo de 300 m (Fig. 14c).

En puerto Pizarro los nutrientes mostraron concentraciones características de agua de mezcla por sobre los 20 m de profundidad: silicatos > 10,0 µg-at/L, nitratos > 10,0 µg-at/L dentro de las 40 mn; fuera de las 50 millas de la costa se aprecia la influencia de las ACF; debajo de los 100 m de profundidad predominaron concentraciones de silicatos y nitratos > 15,0 µg-at/L y nitritos de 0,5 µg-at/L incrementándose conforme se profundizan (Fig. 15).

Sección Paita

La sección Paita (Fig. 16a), presentó una termoclina semi-superficial, con una profundidad promedio de 30 m, la napa se presentó fuera de la 50 mn de la costa con una profundización de 10 m.

La distribución halina vertical (Fig. 16b) presentó a las aguas costeras frías (ACF) que cubrían toda la sección hasta una profundidad de 120 m.

La oxiclina se ubicó entre los 10-60 m, conformada por las isolíneas de 2-5 mL/L, valores de 5,0 mL/L se hallaron fuera de la 100 mn y por encima de los 40 m de profundidad, la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 250 m de profundidad (Fig.16c).

En la capa de 0-50 m donde se realiza la mayor actividad fotosintética, los nutrientes tuvieron una distribución homogénea dentro de las 10 mn con valores de silicatos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$, nitratos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ y nitritos de 0,5 $\mu\text{g-at/L}$, los que corresponden a la influencia de las aguas costeras frías que se extendieron en toda la zona hasta los 120 m de profundidad (Fig. 17).

Sección Punta Falsa

La sección Punta Falsa presentó una termoclina ligeramente más profunda y conformada por 3 isotermas (15 °C - 17 °C), ubicada en promedio entre 0-40 m, la capa de mezcla se ubicó por encima de 30 m de profundidad y fuera de las 50 mn de la costa (Fig. 18a).

La distribución de salinidad en esta sección mostró un predominio de las ACF en toda la sección hasta los 200 m de profundidad (Fig. 18b).

Las concentraciones de oxígeno presentaron a la oxiclina desde la superficie hasta los 40 m de profundidad, formada por la iso-oxígenas de 1-4 mL/L, la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 160 m de profundidad (Fig.18c).

En esta sección, la distribución de nutrientes fue propia de zonas de afloramiento; la capa de 0-20 m con concentraciones de silicatos de 5,0 $\mu\text{g-at/L}$; nitratos de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ y nitritos de 0,5 $\mu\text{g-at/L}$; valores característicos de las aguas costeras frías. El afloramiento estuvo restringido hasta las 50 mn de la costa (Fig. 19).

Sección Chicama

Frente a Chicama la distribución térmica (Fig. 20a) presentó una termoclina relajada, formada por tres isotermas (15 °C - 16 °C) y ubicada en promedio entre los 10 a 50 m de profundidad, presentando una mayor pendiente (afloramiento) que la sección Punta Falsa.

La estructura halina mostró salinidades mayores de 35,1 ‰ en casi toda la sección, propias de las ASS (Fig.20b).

El oxígeno tuvo una distribución muy similar a la temperatura. La oxiclina se ubicó desde la superficie hasta los 60 m de profundidad y estuvo formada por las iso oxígenas de 1-4 mL/L localizándose hasta los 60 m de profundidad y la capa mínima de oxígeno estuvo por debajo de los 100 m de profundidad, los valores de 5,0 mL/L se ubicaron en la capa de 0-50 m y fuera de las 70 mn de la costa (Fig.20c).

Los nutrientes presentaron una distribución característica de la zonas de afloramiento así en la capa de 0-50 m, con silicatos de 10 $\mu\text{g-at/L}$, nitratos de 10,0 $\mu\text{g-at/L}$ y nitritos de 0,5 $\mu\text{g-at/L}$ en la zona costera de Chicama se observaron silicatos de 20 $\mu\text{g-at/L}$; en esta zona los nutrientes se incrementaron debido a la influencia de las ASS y las ACF (Fig. 21).

Sección Chimbote

En la sección Chimbote (Fig.22a), la estructura térmica vertical mostró una termoclina ligeramente más intensa que frente a Chicama, con un gradiente vertical de 1 °C/7 m. La capa de mezcla se le ubicó fuera de las 70m y hasta una profundidad de 20 m.

La estructura halina (Fig.22b) se caracterizó por un predominio de las ASS desde la superficie hasta los 140 m de profundidad. El oxígeno disuelto en agua de mar frente a Chimbote presentó concentraciones de 5,5 mL/L entre los 0-40 m fuera de los 100 mn, la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 60 m de profundidad(Fig.22c).

En Chimbote los nutrientes presentaron valores propios de la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales desde la superficie hasta los 140 m de profundidad; concentraciones de silicatos de 5,0 µg-at/L; nitratos 5,0 µg-at/L y nitritos de 0,5 µg-at/L se observaron en la superficie, aumentando su concentración conforme se profundizó; la capa de mezcla se localizó fuera de las 70 mn hasta una profundidad de 140 m (Fig. 23).

Sección Callao

Frente al Callao la distribución vertical de temperatura tuvo termoclina ubicada entre los 10 a 100 m de profundidad con una gradiente vertical de 1 °C/23 m, conformada por isotermas de 14 °C - 16 °C; la napa se ubicó fuera de las 50 mn de la costa y con una profundidad de 40 m (Fig.24a).

La distribución vertical de salinidades mostró a las ASS fuera de las 80 mn y hasta una profundidad de 80 m (Fig.24b).

El oxígeno presentó una distribución vertical característica de zonas con fuerte afloramiento costero, ya que muestra una fuerte pendiente en la zona costera. Valores de 5,0 mL/L se localizaron fuera de las 50 mn, mientras que la mínima de oxígeno de 0,5 mL/L se ubicó debajo de los 20 m de profundidad en la zona costera y fuera de las 100 mn.

La distribución de nutrientes se caracterizó por presentar concentraciones de silicatos de 5,0 µg-at/L y nitritos de 0,5 µg-at/L en la capa de 0-50 m de profundidad, estos valores se ven influenciados por la incursión de las ASS que se caracterizan por ser pobres en nutrientes (Fig. 25).

Sección Pisco

Frente a Pisco también se apreció un fuerte afloramiento costero conformado por la isotermas de 14 °C - 15 °C, abarcando hasta las 60 mn de la costa (Fig.26a), la capa de mezcla se presentó muy superficial y fuera de las 60 mn de la costa.

La distribución vertical de la salinidad en esta sección mostró un proceso de mezcla entre las ACF y las ASS ubicado fuera de las 60 mn y desde la superficie hasta los 60 m de profundidad.

La zona costera se caracterizó por presencia de aguas costeras frías (Fig.26b). La distribución vertical del contenido de oxígeno muestra un fuerte afloramiento en la zona costera y una oxiclina bien definida. La capa mínima de oxígeno se ubicó a 20 m de profundidad en la zona costera y por debajo de los 200 m de profundidad fuera de las 100 mn de la costa (Fig. 26c).

En la capa de 0-50 de profundidad los valores de nutrientes son característicos de procesos de aguas de mezcla (ACF y ASS) silicatos $>10,0 \mu\text{g-at/L}$, nitratos $>5,0 \mu\text{g-at/L}$ y nitritos $>1,0 \mu\text{g-at/L}$ los que se incrementan conforme se profundizan. En la zona costera los nitratos muestran valores entre 5,0 y $10,0 \mu\text{g-at/L}$, esta zona muestra una fuerte advención de las aguas subtropicales superficiales (Fig. 27).

En general, las concentraciones de nutrientes registradas durante esta operación presentaron valores similares a los obtenidos durante el monitoreo de 1995 coincidiendo con el promedio estacional de primavera (CALIENES *et al.* 1985). Los fosfatos fueron la excepción, ya que presentaron valores $< 1,0 \mu\text{g-at/L}$, no haciéndose presente la isolínea de $1,5 \mu\text{g-at/L}$ característica de la estación de primavera. Comparativamente la distribución superficial de nutrientes en octubre-noviembre de 1996 presentó características similares a los del año 95 (PIZARRO *et al.* 1996).

3.8 Distribución de los organismos del plancton indicadores de masas de agua (Fig. 28)

Entre el 22 de octubre y 10 de noviembre de 1996, en el área comprendida entre Puerto Pizarro y Pisco, las especies del plancton que constituyen indicadores biológicos de masas de agua presentaron la siguiente distribución:

Los indicadores de Aguas Costeras Frías (ACF) se localizaron dentro de la franja costera (0-30 mn). El dinoflagelado *Protoperdinium obtusum*, desde Puerto Pizarro y el copépodo *Eucalanus inermis* desde Punta Falsa, llegando ambos hasta Pisco. Las especies del fitoplancton, frente a Puerto Pizarro y Callao, se encontraron a 35 y 40 millas respectivamente; y las del zooplancton, frente a Chimbote hasta 70 millas y frente al Callao hasta 40 millas.

Indicadores de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), se identificaron a las especies fitoplactónicas *Ceratium breve* y *Omethocercus steinii* frente a Puerto Pizarro; y las especies del zooplancton *Centropages furcatus* y *Rhinocalanus nasutus*, entre Puerto Pizarro y Punta Falsa, alcanzando el fitoplancton hasta las 30 millas de la costa y hasta las 120 frente a Puerto Pizarro y Paita; en Punta Falsa se les encontró a 20 mn y por fuera de las 120 mn de la costa.

Los indicadores de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), se encontraron entre Chimbote y Pisco. *Ceratium incisum*, del fitoplancton se encontró a 150 mn frente a Pisco; *Calocalanus pavo* y *Mecinocera clausii*, del zooplancton, fueron localizados a 40 y 150 mn frente a Chimbote y a 60 mn de la costa frente al Callao.

Los indicadores biológicos de Aguas Cálidas (AC) (*Ceratium gibberum* f. *subaequale*, *Ceratium massitiense*, *Goniodoma polyedricum*, *Ceratocorys*

torrida) se presentaron desde Puerto Pizarro hasta Pisco, por fuera de las 40 mn entre Puerto Pizarro y Callao; y dentro de las 30 mn en Pisco.

4. CONCLUSIONES

- a. La temperatura superficial mostró la continuación de un período frío o Anti-El Niño, durante el cual las anomalías térmicas mostraron en octubre 1996 una variación de $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, con predominio de anomalías negativas más altas al norte de los 7° S , debido a la intensificación y persistencia de los vientos superficiales. Durante noviembre 1996 también se observó un predominio de las anomalías térmicas negativas del agua de mar.
- b. La salinidad superficial del agua de mar tuvo una variación de 34,17 a 35,41 ‰. Valores más bajos, propios de las aguas ecuatoriales superficiales, de 34,17 a 34,37 ‰, se registraron a 20 mn frente Puerto Pizarro, y los más altos, a 150 mn frente a Chimbote.
- c. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de 35,1 ‰ y temperatura entre $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $19\text{ }^{\circ}\text{C}$. se presentaron desde Punta Falsa hasta Pisco, fuera de las 60 mn, con una fuerte advección hacia la zona costera entre Chicama y Callao ($S > 35,2\text{ }^{\circ}$), y con un espesor aproximado de 60 m frente a Chicama hasta 100 m de profundidad frente a Chimbote.
- d. Las zonas características con afloramiento costero se presentaron dentro de las 20 mn de la costa y estuvieron ubicadas entre Paita-Pimentel y de Salaverry hasta Pisco. Los centros de afloramiento tuvieron temperaturas $< 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y salinidades $< 35,1\text{ }^{\circ}$.
- e. La estructura vertical mostró una termoclina superficial, ubicada entre 30 a 40 m de profundidad. La sección Puerto Pizarro mostró presencia de AES hasta los 30 m de profundidad y cerca de la zona costera. Las secciones Chicama, Chimbote y Callao, se caracterizaron por presentar ASS en su estructura vertical, observándose una advección de estas masas de agua hacia las zonas costeras.
- f. El viento superficial tuvo una velocidad de 0,6 m/s (a 20 mn frente a Puerto Pizarro) a 9,7 m/s (a 20 mn frente a Paita); la dirección predominante del viento fue del sur a sureste. La zona costera también se caracterizó por vientos de velocidades altas, comparada con los vientos registrados en áreas alejadas de la costa, lo que motivó que el afloramiento costero fuera intenso.
- g. La distribución de oxígeno superficial contenido en el agua de mar tuvo valores entre 2,30-6,10 mL/L. Las áreas con concentraciones mayores de 5,0 mL/L se encontraron fuera de las 60 mn de la costa en promedio en toda el área prospectada. Los valores más bajos se ubicaron en las zonas de afloramiento costero frente a Callao y frente a Punta Falsa.
- h. Los nutrientes presentaron una distribución relacionada a las masas de agua correspondiente a la primavera. Al norte de Paita se observó la presencia de AES y ACF con la mayor concentración de nutrientes, observándose al sur la incursión de las ASS.

- i. En cuanto a los nutrientes, la zona sur estuvo influenciada, en toda su extensión, por la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales.
- j. En general, las especies del zooplancton y fitoplancton indicadoras de masas de agua estuvieron relacionados directamente con las variables ambientales (temperatura y salinidad) encontradas durante este monitoreo. Sin embargo, la presencia de indicadores de ACF frente a Puerto Pizarro estaría asociada a una mezcla de masas de agua.

5. Referencias

- BAC (Boletín de Alerta Climático) N° 72. 1996. CPPS.
- BAC (Boletín de Alerta Climático) N° 73. 1996. CPPS.
- BOLETIN SEMANAL DE TSM 1996. Nos. 1-48. IMARPE.
- CALienes, R., O. GUILLÉN Y N. LOSTAUNAU. 1985. Variabilidad espacio temporal de la clorofila "a", Producción Primaria y Nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 10(1).
- CARRIT, D. Y J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24:286-318.
- LAGOS, P., D.HANSEN, A.HERMAN. 1991. Climatological Atlas of the subsurface thermal structure of the Eastern Tropical South Pacific Ocean. NOAA Technical Report ERL444 -AOML34. NOAA/USA.
- LEWIS, E. L. 1980. The Practical Salinity Scale 1978 and its Antecedents. IEEE Journal of Oceanic Engineering Vol. OE-5(1). January 1980 p. 7.
- PIZARRO, L., G. FLORES, J. SOLÍS. 1997. Condiciones oceanográficas frente a la costa norte-centro del Perú durante el invierno de 1996. Crucero BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú 123:47-66.
- PIZARRO, L., S. SÁNCHEZ, G. FLORES, P. AYÓN, F. CHANG, M. GIRÓN, J. SOLÍS, E. DELGADO, P. VILLANUEVA, C. ROBLES. 1996. Condiciones bio-oceanográficas frente a la costa norte y centro del Perú durante octubre y noviembre 1995 (OPERACION MOPFEN 9510-11). Inf. Prog. Inst. Mar Perú 32:1-66.
- STRICKLAND, J. Y T. PARSONS. 1968. Manual of sea water analysis Bul. Bd. Canada N° 125.
- UNESCO. 1981. International Oceanographic Tables UNESCO, Place de Fontenoy París7e, France.
- VÁSQUEZ, L. 1997. Aspectos oceanográficos sobre la plataforma continental peruana en invierno de 1996. Crucero BIC SNP-1 9707-08. Inf. Inst. Mar Perú 124:34-50.
- ZUTA, S. Y W. URQUIZO. 1972. Temperaturas promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, período 1928-1969. Bol.Inst. Mar Perú. 2(8).

MONITOREO OCEANOGRÁFICO PARA LA PREDICCIÓN DEL FENÓMENO EL NIÑO 9610-11
 TABLA N° 1 INFORMACIÓN BÁSICA DE PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS Y METEOROLÓGICOS
 OPERACIÓN MOPFEN 9610-11 (Del 22 de octubre al 10 noviembre 1996)

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)
1	96-10-22	16:30	11°57,0	77°15,7	76	15.5	35.097	2.85	1012.0	140	3.0	17.1		St	8	6	2	1
2	96-10-22	18:50	11°40,2	77°25,8	85	16.2	35.053	6.00	1013.5	150	1.8	17.1	16.0	Sc	6	4	2	1
3	96-10-22	20:53	11°23,1	77°37,1	65	15.2	35.078	4.84	1014.5			16.6	15.7	Sc	6	4	2	1
4	96-10-22	23:40	10°56,8	77°51,2	108	15.1	35.041	4.13	1014.8	166	3.7	16.1	15.1	St	8	6	2	1
5	96-10-23	02:42	10°29,3	78°05,0	116	14.9	35.117	3.35	1014.9	155	5.8	15.7	15.3	St	8	7	2	1
6	96-10-23	05:30	10°02,9	78°18,0	105	14.8	35.051	4.06						Sc	6	7	2	1
7	96-10-23	08:18	09°34,3	78°28,7	97	14.7	35.118	3.95	1015.0	165	5.1	16.7	16.2	Sc	8	8	2	1
8	96-10-23	11:30	09°09,1	78°42,8	0	15.9	35.060	3.20	1014.2	165	7.4	17.3	15.8	St	7	6	1	1
					10	14.7	35.107	2.56										
					24	13.7	35.099	0.39										
					48	13.6	35.066	0.34										
9	96-10-23	13:42	09°16,8	78°55,9	0	16.4	35.269	5.32	1011.2	240	7.2	18.5	16.1	Sc	8	8	2	3
					8	16.0	35.170	5.21										
					20	15.3	35.095	4.85										
					41	13.9	35.132	1.23										
					61	13.7	35.084	0.34										
					82	13.5	35.096	0.24										
10	96-10-23	16:25	09°24,8	79°14,6	0	16.9	35.163	5.68	1009.9	155	5.7	17.6	16.1	Sc	8	7	2	4
					8	16.6	35.159	5.50										
					20	15.8	35.118	4.60										
					41	14.3	35.146	0.34										
					61	13.8	35.145	0.29										
					82	13.5	35.126	0.24										
					130	12.9	35.042	0.24										
11	96-10-23	19:25	09°35,0	79°32,0	0	16.3	35.163	4.90	1011.3	140	7.5	17.5	15.9	Sc	8	4	2	4
					10	17.1	35.220	4.56										
					24	14.9	35.159	2.08										
					48	13.9	35.149	0.53										
					72	13.5	35.157	0.34										
					96	13.2	35.075	0.29										
					145	12.7	35.067	0.24										
					193	12.4	35.046	0.20										
12	96-10-23	23:15	09°48,0	79°58,5	0	17.0	35.188	6.02	1014.0	131	6.6	17.6	16.2	Sc	8	5	2	3
					8	17.3	35.158	5.88										
					20	17.3	35.042	5.72										
					41	15.8	35.147	1.70										
					61	14.0	35.087	0.63										
					82	13.7	35.087	0.53										
					136	13.2	35.142	0.34										
					181	12.7	35.047	0.25										
					272	11.7	35.081	0.24										
					362	10.3	34.963	0.24										
13	96-10-24	04:04	10°03,3	80°26,0	0	16.9	35.167	5.58	1013.8	180	5.2	17.3	15.7	Sc	8	6	2	2
					9	17.3	35.149	5.50										
					23	16.7	35.173	5.47										
					47	14.8	35.115	0.48										
					70	14.0	35.107	0.39										
					94	13.5	35.111	0.29										
					123	13.1	35.087	0.24										
					164	12.8	35.059	0.24										
					245	11.9	35.022	0.19										
					327	10.8	34.963	0.19										
					409	9.2	34.838	0.19										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)
14	96-10-24	07:35	10°15.0	80°50.0	0	17.6	35.250	5.63	1015.0	150	3.7	16.9	15.3	Sc	8	8	2	2
					9	17.5	35.257	5.60										
					23	17.5	35.238	5.52										
					47		35.251	3.97										
					70		35.059	0.34										
					94		35.096	0.29										
					140		35.157	0.24										
					188		35.135	0.20										
					282		35.053	0.19										
					375		34.921	0.19										
15	96-10-24	11:37	09°52.1	81°08.2	>2500	18.8	35.413	5.56	1015.7	156	7.8	19.3	16.7	St	8	10	2	1
					9	18.9	35.394	5.46										
					23	18.8	35.304	5.52										
					45	18.8	35.350	5.43										
					68	16.4	35.170	0.87										
					91	14.2	35.123	0.68										
					136	13.3	35.167	0.44										
					181	12.8	35.159	0.34										
					271	11.7	35.045	0.29										
					362	10.4	34.988	0.29										
16	96-10-24	14:20	09°27.3	81°24.0	>2500	18.8	35.275	5.52	1015.2	160	5.6	19.2	16.3	Sc	8	8	1	2
					9	18.9	35.394	5.46										
					23	18.8	35.304	5.52										
					45	18.8	35.350	5.43										
					68	16.4	35.170	0.87										
					91	14.2	35.123	0.68										
					136	13.3	35.167	0.44										
					181	12.8	35.159	0.34										
					271	11.7	35.045	0.29										
					362	10.4	34.988	0.29										
17	96-10-24	17:23	09°01.5	81°41.0	0	19.2	35.308	5.34	1012.8	200	3.0	18.9	16.7	Cu	7	8	1	3
					9	18.9	35.394	5.46										
					23	18.8	35.304	5.52										
					45	18.8	35.350	5.43										
					68	16.4	35.170	0.87										
					91	14.2	35.123	0.68										
					136	13.3	35.167	0.44										
					181	12.8	35.159	0.34										
					271	11.7	35.045	0.29										
					362	10.4	34.988	0.29										
18	96-10-24	22:10	08°45.5	81°13.7	0	18.3	35.314	5.34	1015.0	112	8.0	18.5	16.7	Al	8	4	2	3
					8	18.2	35.273	5.50										
					20	18.2	35.218	5.47										
					41	18.1	35.276	5.43										
					61	16.9	35.221	1.55										
					82	14.8	35.102	0.68										
					123	13.8	35.157	0.34										
					164	13.1	35.072	0.29										
					246	11.9	34.984	0.29										
					328	10.2	34.921	0.19										
19	96-10-25	02:25	08°30.8	80°47.9	0	17.4	35.173	5.24	1013.5	154	7.0	17.5	16.0	St	8	6	2	2
					9	17.1	35.159	5.27										
					23	17.1	35.169	4.55										
					45	15.7	35.139	1.45										
					68	14.6	35.127	0.63										
					91	14.2	35.104	0.63										
					114	13.8	35.093	0.44										
					153	13.5	35.072	0.39										
					229	12.6	35.023	0.29										
					306	11.3	34.879	0.29										
20	96-10-25	07:15	08°16.0	80°22.0	0	16.9	35.196	4.95	1014.5	177	5.6	17.5	16.3	Sc	8	8	2	2
					10	16.6	35.141	4.94										
					25	16.4	35.139	4.85										
					49	15.9	35.187	3.54										
					74	14.9	35.138	1.94										
					98	14.7	35.151	0.34										
					150	13.4	35.080	0.34										
					200	12.8	35.056	0.25										
					300	10.9	34.930	0.19										
					400	9.0	34.874	0.19										
500	7.8	34.754	0.19															

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														T	C	VIS	TP	MAR
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(%)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)						
21	96-10-25	16:45	08°06,3	80°03,8	0	17.5	35.215	4.81	1015.3	197	6.7	19.0	16.6	As	8	8	2	1
					10	16.5	35.119	4.32										
					24	16.3	35.115	3.92										
					49	15.4	35.111	2.62										
					74	14.5	35.106	0.73										
					98	13.8	35.054	0.43										
22	96-10-25	13:17	07°55,9	79°46,0	149	13.3	35.046	0.29	1014.0	190	4.8	17.5	16.1	As	5	9	1	1
					0	16.8	35.151	3.98										
					9	15.7	35.118	3.61										
					23	14.7	35.113	1.11										
					47	14.3	35.149	0.48										
					70	14.0	35.127	0.34										
23	96-10-25	14:55	07°50,2	81°39,0	94	13.8	35.172	0.19	1013.0	193	4.5	17.2	15.9	Cu	5	8	1	1
					0	17.0	35.098	4.47										
					10	15.1	35.107	3.65										
					24	14.6	35.119	0.58										
					48	14.0	35.099	0.19										
					72	13.8	35.068	0.24										
24	96-10-25	16:10	07°43,0	79°36,0	0	15.6	35.111	3.11	1012.5	175	7.7	16.7	15.6	Sc	8	8	2	1
					9	15.2	35.102	2.99										
					23	14.7	35.085	1.79										
					45	14.5	35.097	0.97										
					68	13.9	35.066	0.34										
					83	16.3	35.094	4.57										
25	96-10-25	19:00	07°24,0	79°58,6	83	16.3	35.094	4.57	1014.0	140	6.7	16.9	16.0	Sc	6	4	2	1
26	96-10-25	21:43	07°05,3	80°21,4	73	16.2	35.103	5.71	1015.5	176	7.6	17.1	15.9	St	8	6	2	1
27	96-10-26	00:15	06°45,0	80°44,0	91	16.3	35.080	5.22						Sc	8	4	2	1
28	96-10-26	02:46	06°23,9	81°02,3	386	15.7	35.123	3.54						Sc	8	5	2	1
29	96-10-26	05:28	05°55,5	81°14,4	971	14.7	35.143	2.34	1014.5	130	4.2	16.7	15.9	St	8	5	2	1
30	96-10-26	08:15	05°20,3	81°14,5	116	16.0	35.113	5.60	1015.2	144	2.6	16.6	15.6	St	8	6	2	1
31	96-10-28	07:51	05°00,0	81°07,9	0	15.7	35.121	4.71	1013.8	152	4.0	18.5	16.4	Cu	7	8	0	1
					9		35.123	3.99										
					23		35.090	1.84										
32	96-10-28	09:13	05°00,5	81°17,6	0	16.0	35.121	3.25	1013.9	146	2.1	17.8	16.1			8	0	1
					10	15.3	35.155	2.85										
					25	14.6	35.056	1.55										
					50	14.5	35.030	1.26										
					75	14.5	35.037	1.16										
					91	14.4	35.037	1.16										
33	96-10-28	10:40	05°00,0	81°28,2	0	16.4	35.179	3.74	1013.8	171	9.7	18.5	16.4			8	0	2
					10	15.6	35.080	3.56										
					24	15.0	35.028	2.76										
					49	14.4	35.019	1.31										
					74	14.2	35.037	1.30										
					99	14.2	35.024	1.26										
					146	14.0	35.018	0.87										
					194	13.2	34.975	0.69										
					292	11.3	34.862	0.44										
					389	10.2	34.795	0.29										
					486	9.1	34.752	0.19										
					0	17.8	35.053	4.37										
34	96-10-28	13:42	04°58,3	81°46,2	9	16.0	35.082	4.18	1011.3	214	5.5	17.6	16.5			8	0	2
					24	15.2	35.034	3.39										
					47	14.3	35.030	1.31										
					71	14.2	35.025	1.26										
					95	14.1	35.010	1.16										
					143	13.8	35.004	0.82										
					190	13.5	34.974	0.64										
					285	11.2	34.850	0.34										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES						
														EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(‰)
35	96-10-28	16:31	05°00,0	82°07,0	380	9.7	34.758	0.29	1010.2	130	5.6	18.4	16.6	8	0	2				
					475	8.8	34.704	0.19												
					0	18.1	35.071	5.05												
					10	16.0	35.054	4.51												
					25	15.1	35.045	2.57												
					50	14.3	35.037	1.45												
					75	14.2	35.019	1.31												
					100	14.0	35.030	1.16												
					150	13.7	35.002	0.87												
					200	13.4	34.974	0.74												
36	96-10-28	19:52	05°00,0	82°36,1	0	17.5	35.025	6.10	1011.0	124	3.7	18.2	17.1	4	0	1				
					8	16.7	35.009	5.98												
					21	16.4	35.015	5.28												
					43	15.1	35.005	1.89												
					64	14.2	35.003	1.55												
					85	14.1	34.993	1.35												
					149	13.9	35.011	1.12												
					199	13.6	34.971	0.84												
					299	11.3	34.889	0.39												
					399	9.7	34.773	0.29												
37	96-10-28	23:11	05°00,0	83°05,6	0	17.6	34.921	5.15	1013.0	104	6.7	18.0	17.3	Cu	6	8	1	1		
					10	17.0	34.897	4.98												
					25	15.3	34.945	4.60												
					50	14.7	35.020	2.04												
					75	14.2	35.021	1.60												
					100	14.1	35.014	1.45												
					150	13.9	35.005	1.21												
					200	12.9	34.864	0.74												
					300	11.3	34.865	0.63												
					400	9.6	34.770	0.34												
38	96-10-29	02:33	04°57,4	83°31,3	0	18.0	34.922	5.24	1013.0	185	3.4	18.2	17.2	Cu	6	4	1	1		
					10	17.8	34.934	5.27												
					25	17.6	34.867	5.14												
					50	15.9	34.900	4.36												
					75	14.6	35.015	2.32												
					99	14.1	35.015	1.74												
					148	13.7	35.028	1.26												
					197	13.3	34.999	0.74												
					296	11.3	34.874	0.49												
					395	10.2	34.791	0.44												
39	96-10-29	06:08	04°30,0	83°21,1	>1500	18.3	34.857	5.24	1013.5	164	7.6	19.0	17.4	Cu	8	7	2	1		
					40	18.3	34.848	5.13												
					41	18.5	34.929	5.00												
					9	17.8	34.829	4.94												
					23	17.8	34.878	4.89												
					46	16.1	35.090	1.65												
					69	14.8	35.075	1.40												
					92	14.4	35.028	1.35												
					150	13.9	35.021	1.12												
					200	13.5	34.988	0.98												
40	96-10-29	08:50	04°00,0	83°11,1	>2000	18.3	34.848	5.13	1014.0	174	5.2	19.8	17.8	Cu	8	8	2	1		
					41	18.5	34.929	5.00												
41	96-10-29	11:43	03°20,1	83°00,0	0	18.5	34.929	5.00	1012.5	181	5.2	19.6	17.6	Cu	7	8	0	1		
					9	17.8	34.829	4.94												
					23	17.8	34.878	4.89												
					46	16.1	35.090	1.65												
					69	14.8	35.075	1.40												
					92	14.4	35.028	1.35												
					150	13.9	35.021	1.12												
					200	13.5	34.988	0.98												
					300	10.8	34.903	0.44												

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES																			
														T	C	VIS	TP	MAR															
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(‰)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)																					
42	96-10-29	15:02	03°30,3	82°30,1	400	9.2	34.730	0.39	1010.0	221	4.2	18.0	16.5																				
					500	8.3	34.689	0.39																									
					0	17.6	34.914	4.22																									
					9	16.6	34.913	3.89																									
					25	16.0	35.008	2.71																									
					49	14.7	35.065	2.13																									
					75	14.6	35.040	2.03																									
					99	14.4	35.069	1.40																									
					149	13.7	35.007	1.31																									
					199	13.2	35.002	1.08																									
43	96-10-29	18:45	03°30,2	82°00,0	0	17.3	34.950	4.37	1010.1	195	3.5	17.3	16.4																				
					10	16.0	34.934	3.18																									
					25	14.9	35.101	2.18																									
					50	14.7	35.089	2.04																									
					75	14.4	35.068	2.03																									
					100	14.2	35.057	1.83																									
					150	13.8	35.014	1.80																									
					200	13.1	34.976	1.08																									
					300	11.4	34.874	0.59																									
					400	10.2	34.773	0.48																									
44	96-10-29	22:31	03°30,1	81°30,2	500	8.8	34.700	0.39	1012.0	206	5.7	16.9	16.4	Cu	8	5	2	1															
					0	16.9	34.900	3.98																									
					9	16.8	34.891	3.46																									
					23	14.5	35.284	1.45																									
					46	14.5	35.051	1.45																									
					69	14.5	35.064	1.36																									
					92	14.4	35.032	1.06																									
					128	13.9	35.037	1.02																									
					170	13.5	35.002	0.98																									
					255	12.3	34.957	0.73																									
45	96-10-30	01:25	03°30,4	81°10,5	341	11.1	34.870	0.48	1012.0	190	3.0	18.6	17.8	Cu	8	4	2	1															
					426	9.7	34.797	0.39																									
					0	19.7	34.472	4.86																									
					10	16.3	34.866	2.75																									
					25	14.7	35.019	1.70																									
					50	14.7	35.076	1.70																									
					75	14.2	35.065	1.70																									
					100	13.8	35.025	1.26																									
					46	96-10-30	03:13	03°29,9											80°59,0	0	20.6	34.268	5.05	1011.8	213	6.7	18.7	17.7	Cu	8	6	2	3
																				8	20.5	34.232	4.89										
17	16.4	34.761	3.05																														
42	14.4	35.021	1.64																														
64	14.0	35.000	1.16																														
85	13.9	34.986	1.06																														
146	13.5	34.996	1.06																														
194	13.3	34.969	0.93																														
47	96-10-30	05:15	03°30,0	80°47,2					292	12.7	34.935	0.73	1012.0	104	2.7	19.5	18.2	Cu		8	6	2	1										
									0	21.8	34.167	5.10																					
					9	20.0	34.832	3.94																									
					25	15.6	34.967	2.03																									
					50	14.3	34.999	1.36																									
48	96-10-30	07:05	03°41,2	80°56,0	133	22.1	34.074	5.29	1012.5	166	0.6	20.1	18.9	Cu	5	8	1	1															
49	96-10-30	08:46	03°57,7	81°09,5	364	20.6	34.354	5.31	1013.5	151	2.5	20.1	18.6	Cu	1	8	0	1															
50	96-10-30	10:40	04°15,1	81°21,9	1000	16.3	34.920	3.34	1013.0	127	4.7	17.7	16.3	Cu	1	8	0	1															

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														T	C	VIS	TP	MAR
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(%)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)						
51	96-10-30	13:02	04°40.1	81°24.8	108	16.9	35.037	6.29		145	5.7	18.5	16.3	Cu	8	7	2	1
52	96-11-02	10:24	05°31.4	81°12.6	121	17.1	35.080	6.26	1013.0	188	3.2	17.7	16.7	As	4	8	1	1
53	96-11-02	12:00	05°54.5	81°12.0	0	16.0	35.091	2.77	1011.8	204	3.7	18.4	17.7			8	0	3
					10	15.7	35.047	2.37										
					24	15.3	35.052	2.13										
					48	14.3	35.030	1.07										
					73	14.1	35.020	0.82										
					97	13.9	35.033	0.63										
					146	13.6	35.024	0.39										
54	96-11-02	13:49	05°59.7	81°21.2	0	17.4	35.085	3.06	1011.0	184	3.6	18.1	16.9	As	3	8	1	2
					9	15.2	35.058	1.80										
					23	14.6	35.043	1.07										
					46	14.1	35.030	0.82										
					69	14.1	35.033	0.73										
					92	14.0	35.019	0.63										
					146	13.5	35.010	0.34										
					194	13.1	34.981	0.34										
					291	11.6	34.899	0.29										
					389	9.9	34.777	0.24										
					486	8.9	34.797	0.24										
55	96-11-02	15:41	06°04.8	81°29.3	0	17.3	35.059	3.98	1009.9	150	7.5	18.3	16.9	St	8	8	2	2
					10	15.7	35.051	2.89										
					25	15.3	35.066	2.28										
					50	14.5	35.062	0.92										
					75	14.3	35.064	0.82										
					99	14.1	35.044	0.82										
					142	13.9	35.024	0.78										
					190	13.8	35.007	0.39										
					285	12.1	34.920	0.19										
					380	10.5	34.894	0.19										
					475	8.9	34.732	0.15										
56	96-11-02	18:23	06°14.0	81°45.9	0	17.7	35.077	4.61	1010.0	159	5.1	18.4	16.8	Cu	7	8	2	2
					10	17.3	35.048	4.37										
					25	16.8	34.998	3.97										
					50	15.0	35.057	1.11										
					75	14.1	35.032	0.97										
					99	14.0	35.044	0.77										
					146	13.7	35.042	0.63										
					194	13.4	35.045	0.34										
					291	12.2	34.951	0.29										
					389	10.4	34.786	0.24										
					486	8.8	34.706	0.20										
57	96-11-02	21:07	06°24.3	82°02.5	0	18.1	35.073	5.88	1011.5	152	4.6	17.9	16.9	Cu	8	4	2	3
					10	17.9	35.100	5.31										
					25	17.5	35.082	4.00										
					50	15.9	35.086	1.16										
					75	14.4	35.071	0.87										
					99	14.0	35.051	0.72										
					149	13.6	35.004	0.72										
					199	13.3	35.027	0.39										
					299	11.8	34.935	0.29										
					398	9.9	34.830	0.24										
					498	8.3	34.787	0.20										
58	96-11-03	00:53	06°39.2	82°28.5	0	18.1	35.106	5.34	1011.2	186	3.7	18.3	17.2	Cu	6	5	1	2
					10	18.0	35.066	5.41										
					24	17.6	35.044	5.01										
					48	16.3	35.030	3.15										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														T	C	VIS	TP MAR	
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(%)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)						
					73	14.6	35.072	1.11										
					97	14.1	35.051	0.97										
					128	13.8	35.049	0.82										
					170	13.5	35.015	0.39										
					256	12.5	34.976	0.39										
					341	11.2	34.895	0.29										
					426	9.2	34.765	0.20										
59	96-11-03	04:31	06°53,5	82°55,0	0	18.2	35.079	5.58	1011.2	138	4.5	18.4	17.0	Cu	8	6	2	1
					9	18.2	35.082	5.65										
					23	18.2	35.048	5.49										
					46	18.1	35.047	5.33										
					69	15.2	35.057	0.63										
					92	14.2	35.023	0.53										
					148	13.4	34.999	0.44										
					197	13.0	34.975	0.34										
					296	11.6	34.898	0.29										
					395	10.1	34.810	0.24										
					494	8.1	34.728	0.24										
60	96-11-03	08:08	07°09,9	83°20,7	0	18.8	35.011	5.20	1013.5	115	3.5	18.9	16.7	Ac	6	8	1	3
					10	18.7	34.994	5.22										
					25	18.4	35.019	4.34										
					50	14.9	35.101	0.78										
					75	14.4	35.084	0.48										
					99	13.7	35.055	0.43										
					149	13.3	35.048	0.34										
					199	12.9	34.993	0.29										
					299	11.3	34.966	0.24										
					399	9.5	34.854	0.19										
					498	8.2	34.780	0.19										
61	96-11-03	11:53	07°23,2	82°55,1	2500	18.9	35.094	5.35	1040.0	190	4.5	19.7	17.1	Cu	7	7	2	2
62	96-11-03	14:41	07°35,3	82°27,2	230	19.6	35.233	5.49	1010.0	171	3.6	20.1	18.6	Cu	8	7	2	2
63	96-11-03	17:35	07°46,7	81°58,6	2550	19.5	35.200	5.35	1011.1	181	4.2	18.8	16.8	Cu	7	8	2	2
64	96-11-03	20:15	07°56,5	81°30,6	2800	18.5	35.264	5.63		177	5.0	18.6	12.6	Sc	1	5	1	2
65	96-11-03	23:00	08°11,1	81°03,5	2300	18.5	35.091	5.69	1013.0	201	2.1	17.9	16.8	St	1	5	1	2
66	96-11-04	01:31	08°26,5	80°38,8	1000	17.9	35.068	5.54	1012.9	198	3.6	18.5	17.3	St	3	3	1	2
67	96-11-04	04:00	08°41,9	80°14,1	600	17.9	35.207	5.08	1012.0	169	3.8	18.3	16.9	St	2	4	1	2
68	96-11-04	06:50	08°54,0	79°48,0	122	18.4	35.211	5.24	1013.5	180	1.1	18.2	16.7	Sc	8	7	1	1
69	96-11-04	10:00	09°13,1	79°19,7	140	17.7	35.132	5.22	1014.2	138	6.7	18.1	16.7	Cu	8	8	2	1
70	96-11-04	14:27	09°44,0	78°46,0	149	17.5	35.101	5.09	1011.3	180	3.0	18.6	16.7			8	0	2
71	96-11-04	17:00	10°09,0	78°33,0	167	17.4	35.057	5.58	1010.1	177	3.1	18.4	16.7	Cu	2	9	2	1
72	96-11-04	20:02	10°36,2	78°18,2	246	17.0	35.084	5.15	1012.9	170	4.0	17.3	16.3	Cu	8	5	2	1
73	96-11-04	23:00	11°03,6	78°02,7	230	16.5	35.089	5.63	1012.5	170	4.5	17.1	16.6	Sc	8	4	2	3
74	96-11-05	01:45	11°27,9	77°44,1	90	16.4	35.066	5.92	1012.0	160	3.0	16.6	15.7	Sc	8	4	2	3
75	96-11-05	05:06	11°50,5	77°24,4	104	15.8	35.155	4.51		180	1.0	16.8	15.8	Sc	8	6	2	1
76	96-11-06	21:49	12°02,4	77°16,0	0	14.5	35.061	2.09	1012.5	180	5.0	15.9	15.8	Sc	8	6	2	2
					10	14.4	34.997	1.71										
					24	13.7	35.025	0.34										
					49	13.4	34.997	0.29										
					74	13.3	35.008	0.1										
77	96-11-06	23:08	12°06,0	77°24,8	0	15.5	35.028	3.45	1012.0	163	1.5	16.8	16.4	Sc	8	4	2	3
					10	14.0	35.002	2.1										
					25	13.6	35.021	0.39										
					50	13.5	35.014	0.29										
					75	13.3	35.039	0.19										
					99	13.3	35.020	0.19										
78	96-11-07	00:30	12°10,8	77°33,3	0	16.1	35.070	4.61	1012.9	150	1.1	17.2	16.4	Sc	8	4	2	2
					10	15.9	35.054	4.32										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)
79	96-11-07	03:10	12°20,8	77°49,1	25	14.4	35.045	1.69	1011.2	170	4.8	17	16.3	Sc	8	4	2	4
					50	13.7	35.012	0.73										
					75	13.4	35.023	0.34										
					100	13.0	35.004	0.24										
					149	12.9	35.071	0.24										
					0	16.9	35.122	5.68										
					10	16.8	35.084	5.31										
					24	16.6	35.064	4.82										
					49	15.0	35.033	2.28										
					74	13.7	35.059	0.44										
80	96-11-07	06:07	12°30,8	78°06,5	98	13.3	35.053	0.39	1012.8	150	5.8	17.9	16.7	Cu	8	6	2	3
					115	13.1	35.014	0.29										
					153	12.7	35.028	0.25										
					230	11.8	34.938	0.19										
					306	10.7	34.862	0.15										
					383	9.8	34.796	0.1										
					0	17.9	35.130	5.05										
					9	17.8	35.118	5.36										
					23	17.4	35.131	5.3										
					47	15.9	35.103	4.55										
81	96-11-07	09:43	12°44,8	78°32,6	70	14.6	35.053	0.44	1014.8	163	4.2	18.5	17.5	Sc	8	8	2	3
					94	13.6	35.040	0.29										
					115	13.3	35.025	0.29										
					153	12.7	34.990	0.25										
					230	11.7	34.960	0.19										
					306	10.7	34.913	0.19										
					383	9.4	34.785	0.14										
					0	18.5	35.239	5.2										
					10	18.3	35.215	4.51										
					25	18.3	35.208	4.53										
82	96-11-07	13:35	12°58,7	78°58,2	50	17.8	35.279	4.12	1013.0	210	5.1	19.1	17.2	Cu	8	6	2	3
					74	15.3	35.098	1.79										
					99	13.9	35.004	0.39										
					145	13.1	35.036	0.29										
					193	12.3	34.989	0.29										
					289	11.0	34.876	0.24										
					386	9.5	34.778	0.19										
					482	8.0	34.738	0.29										
					0	18.8	35.243	5.49										
					9	18.3	35.266	5.5										
83	96-11-07	17:25	13°15,6	79°27,5	24	18.2	35.248	5.49	1012.0	190	7.7	18.1	16.7	Sc	8	8	2	3
					48	17.5	35.244	5.3										
					72	16.0	35.099	4.79										
					96	13.8	34.893	2.32										
					145	13.2	35.036	0.49										
					193	12.6	35.040	0.34										
					289	11.0	34.907	0.29										
					386	9.4	34.840	0.29										
					482	8.0	34.713	0.24										
					0	18.5	35.237	5.83										
					10	18.2	35.161	5.5										
					24	17.8	35.225	5.49										
					49	17.6	35.194	4.6										
					74	16.5	35.253	3.39										
					98	14.1	35.049	3.14										
					129	13.5	35.006	0.44										
					173	12.9	35.045	0.34										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														T	C	VIS	TP	MAR
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(‰)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)						
					259	11.6	34.931	0.24										
					346	10.1	34.847	0.24										
					433	8.8	34.756	0.19										
84	96-11-07	21:12	13°42,1	79°14,1	1000	17.8	35.294	6.07	1013.8	150	4.7	18.3	16.8	Sc	8	4	2	3
85	96-11-08	00:18	14°09,0	79°02,5	4200	17.8	35.306	5.61	1013.3			18.1	16.5	Sc	8	4	2	3
86	96-11-08	03:10	14°34,4	78°50,2	4294	17.9	35.313	5.71	1012.0	170	5.1	17.8	15.7	Sc	8	4	2	3
87	96-11-08	06:17	14°59,5	78°38,0	0	18.1	35.300	5.05	1013.0	140	6.8	17.9	16.1	Cu	8	7	2	4
					9	18.0	35.292	5.13										
					23	18.0	35.277	5.45										
					45	17.7	35.292	5.28										
					68	17.7	35.269	4.84										
					91	16.2	34.841	4.25										
					130	13.3	34.778	1.65										
					173	12.7	34.958	0.39										
					260	11.1	34.907	0.29										
					346	9.8	34.781	0.29										
					433	8.3	34.685	0.19										
88	96-11-08	09:58	14°44,8	78°10,1	0	18.2	35.143	5.05	1014.0	180	5.1	17.7	16.5	Cu	1	8	4	4
					9	17.7	35.074	5.5										
					24	17.4	35.063	5.35										
					48	16.8	35.051	5.04										
					72	16.3	35.002	4.55										
					96	15.2	34.828	4.01										
					115	13.3	34.726	3.4										
					153	12.6	34.833	1.13										
					229	11.0	34.788	0.78										
					306	10.0	34.779	0.39										
					383	8.7	34.717	0.24										
89	96-11-08	14:00	14°30,1	77°43,5	0	18.5	35.211	4.18	1012.5	285	1.4	18.4	16.5	Cu	4	8	1	3
					8	18.0	35.128	4.98										
					20	17.8	35.103	5.3										
					41	17.4	35.274	5.14										
					61	16.8	35.225	4.84										
					82	14.7	34.747	4.15										
					115	12.8	34.738	1.8										
					153	12.7	34.934	0.44										
					230	11.4	34.887	0.34										
					306	10.3	34.804	0.29										
					383	8.9	34.722	0.24										
90	96-11-08	17:43	14°15,5	77°17,4	0	18.2	35.146	5.58	1011.2	280	1.4	17.9	16.7	Cu	2	8	0	4
					9	18.0	35.130	5.69										
					23	18.0	35.126	5.49										
					45	16.8	35.103	5.04										
					68	14.8	34.965	4.21										
					91	13.0	34.921	0.87										
					115	12.8	34.906	0.44										
					153	12.5	34.981	0.34										
					230	11.6	34.925	0.34										
					306	10.5	34.883	0.29										
					383	9.0	34.784	0.24										
91	96-11-08	20:32	14°04,7	77°59,6	0	16.8	34.998	4.95	1012.2	300	1.2	17.1	16.4	Sc	8	4	2	3
					8	16.6	34.993	5.41										
					20	16.5	34.991	4.92										
					41	15.2	34.899	3.88										
					61	13.2	34.789	1.74										
					82	13.4	34.974	0.39										
					106	13.2	34.973	0.34										

Continuación TABLA N° 1

N°	FECHA	HORA	LAT.	LONG.	PROF	TSM	SSM	O ₂	PRESION	DIR.	VEL.	T-S	T-H	NUBES				
														T	C	VIS	TP	MAR
EST. (aammdd)	Local	(S)	(W)	(m)	(°C)	(‰)	(mL/L)	ATMOSF.	VIENTO	VIENTO	(°C)	(°C)						
92	96-11-09	00:56	13°55,5	76°42,7	141	12.8	34.984	0.29	1011.1	140	7.5	16.1	15.5	Sc	8	4	2	3
					212	12.0	34.941	0.29										
					283	10.9	34.894	0.19										
					353	10.1	34.831	0.19										
					0	15.7	35.021	4.42										
					8	15.4	35.015	3.89										
					19	14.8	35.006	3.18										
					38	13.5	35.020	0.48										
					57	13.1	35.010	0.39										
					77	13.1	34.999	0.29										
					106	12.9	35.002	0.34										
					141	12.7	35.013	0.25										
					212	12.3	34.988	0.25										
					282	11.5	34.925	0.19										
93	96-11-09	03:52	13°50,4	76°34,6	353	10.3	34.832	0.19	1010.0	160	7.5	15.5	15.1	Sc	8	4	2	1
					0	16.0	35.032	3.79										
					9	14.4	35.023	3.32										
					22	13.5	35.014	0.72										
					43	13.0	35.018	0.44										
					65	12.9	35.001	0.34										
					87	12.8	35.004	0.29										
94	96-11-09	05:53	13°42,8	76°26,9	130	12.8	34.980	0.24	1010.8	180	6.0	16.1	15.4	Sc	6	6	2	2
					173	12.7	34.994	0.24										
					0	16.5	35.029	4.61										
					9	13.5	35.025	0.99										
					24	13.3	35.014	0.58										
					48	13.2	35.017	0.48										
					72	13.2	35.005	0.39										

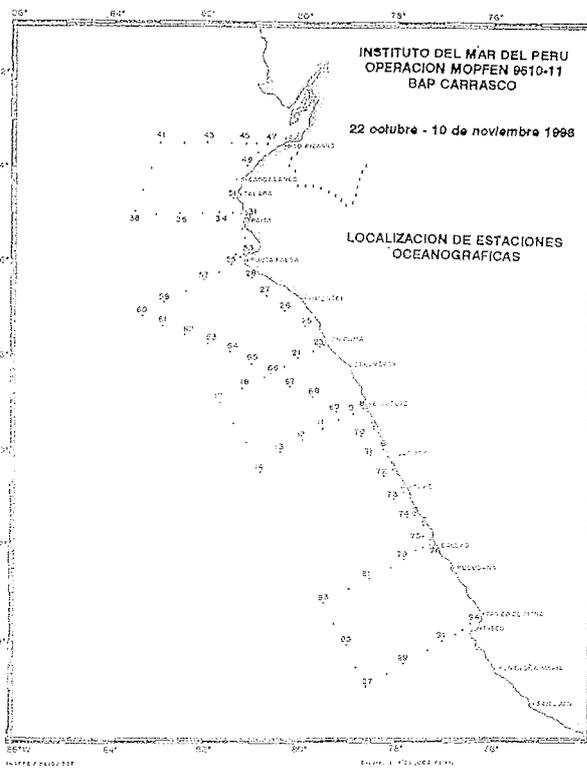


FIGURA 1.- Carta de localización de estaciones oceanográficas. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

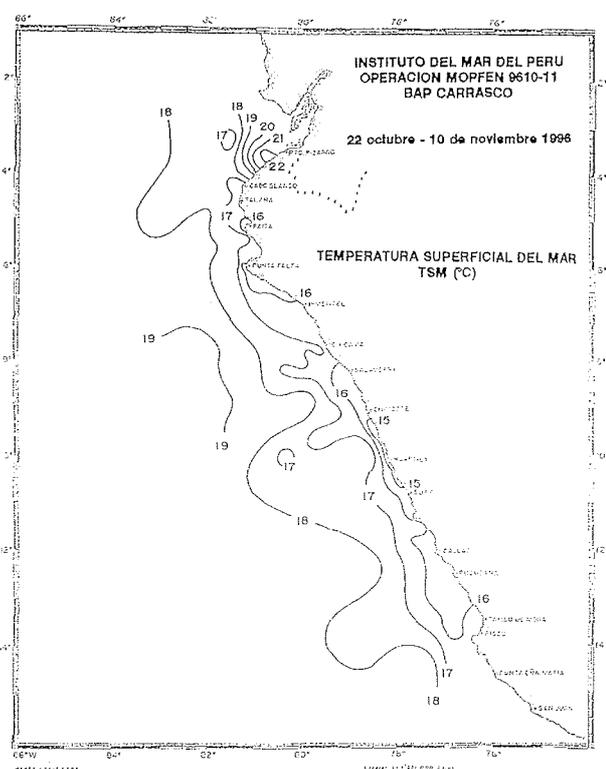


FIGURA 2.- Distribución superficial de la temperatura del agua de mar TSM (°C). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

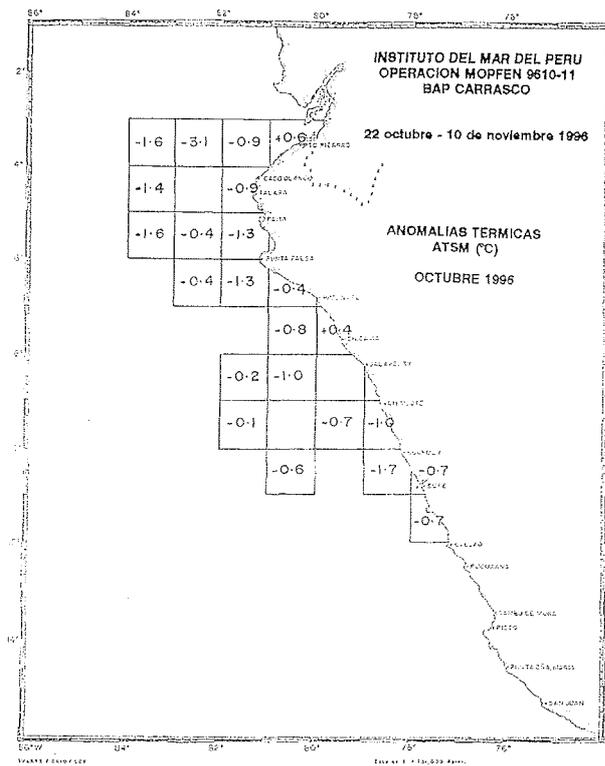


FIGURA 3.- Distribución de las anomalías térmicas ATSM (°C). Octubre 1996. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

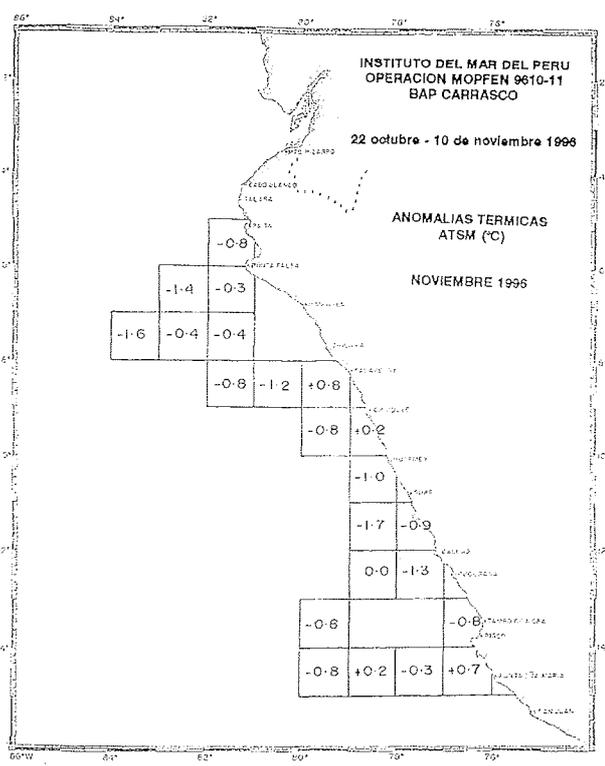


FIGURA 4.- Distribución de las anomalías térmicas ATSM (°C). Noviembre 1996. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

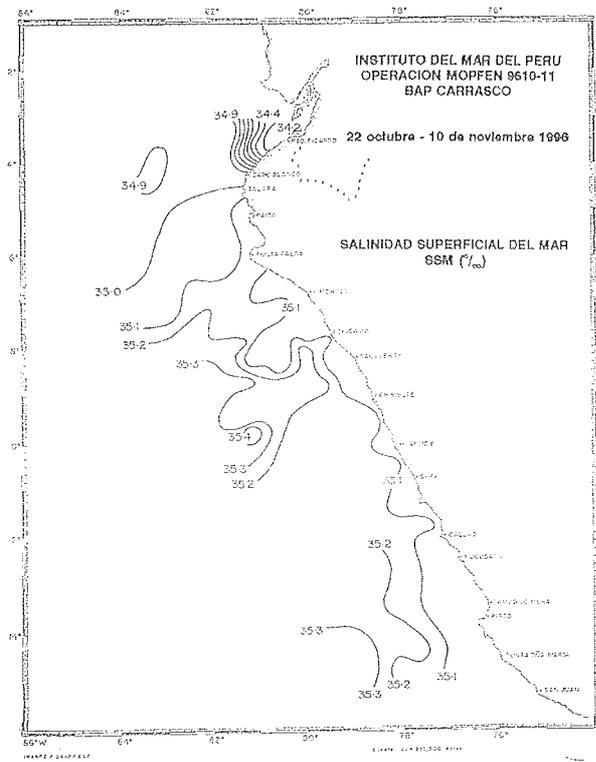


FIGURA 5.- Distribución de la salinidad superficial del agua de mar SSM (‰). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

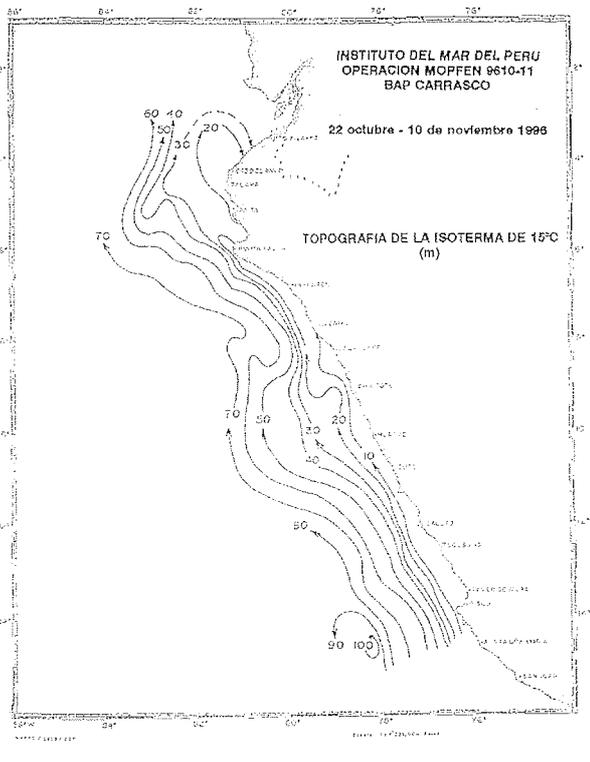


FIGURA 6.- Topografía de la isoterma de 15 °C. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

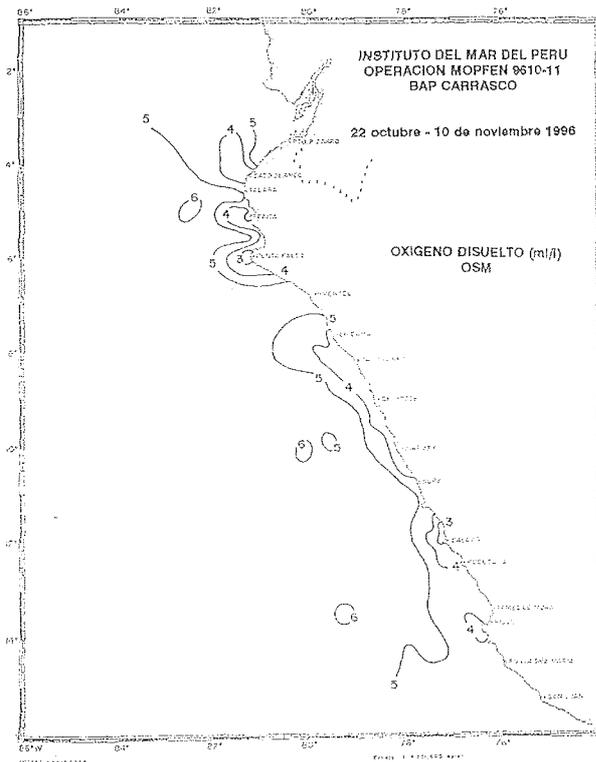


FIGURA 7.- Distribución superficial del contenido de oxígeno disuelto en agua de mar (mg/L). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

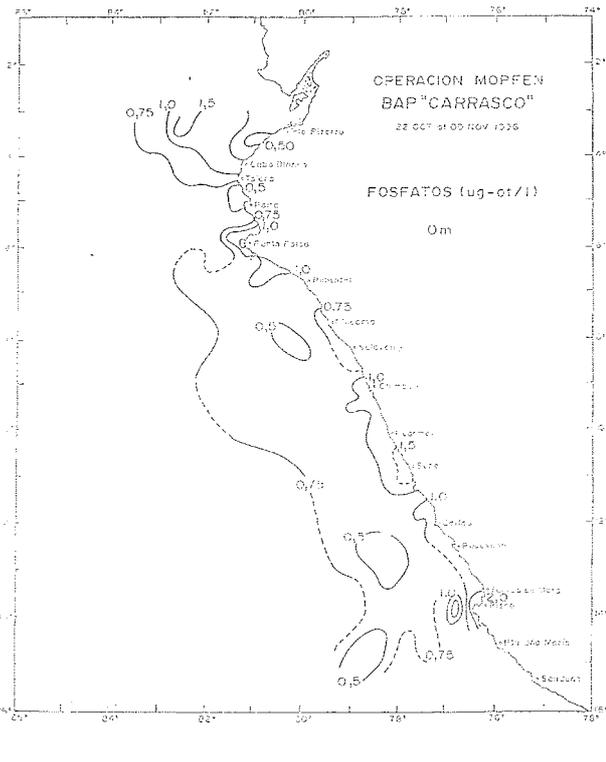


FIGURA 8.- Distribución superficial del contenido de fosfatos en agua de mar (µg-at/L). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

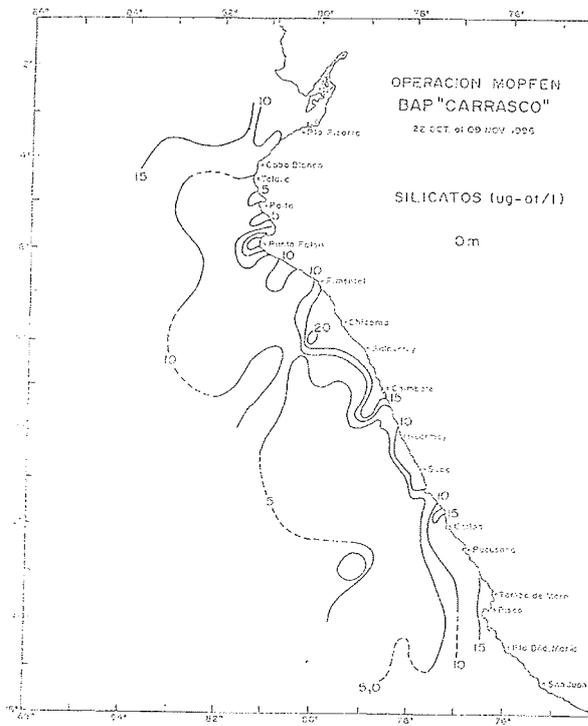


FIGURA 9.- Distribución superficial del contenido de silicatos en agua de mar (ug-at/L). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

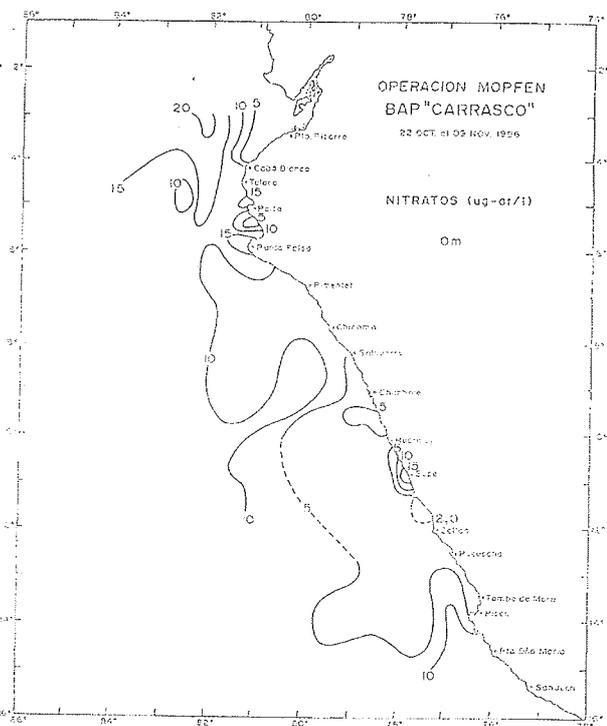


FIGURA 10.- Distribución superficial del contenido de nitratos en agua de mar (ug-at/L). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

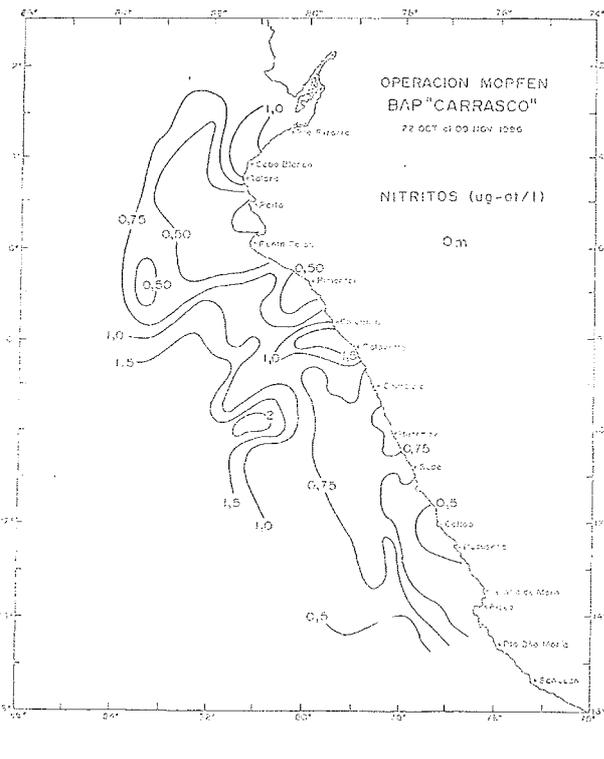


FIGURA 11.- Distribución superficial del contenido de nitritos en agua de mar (ug-at/L). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

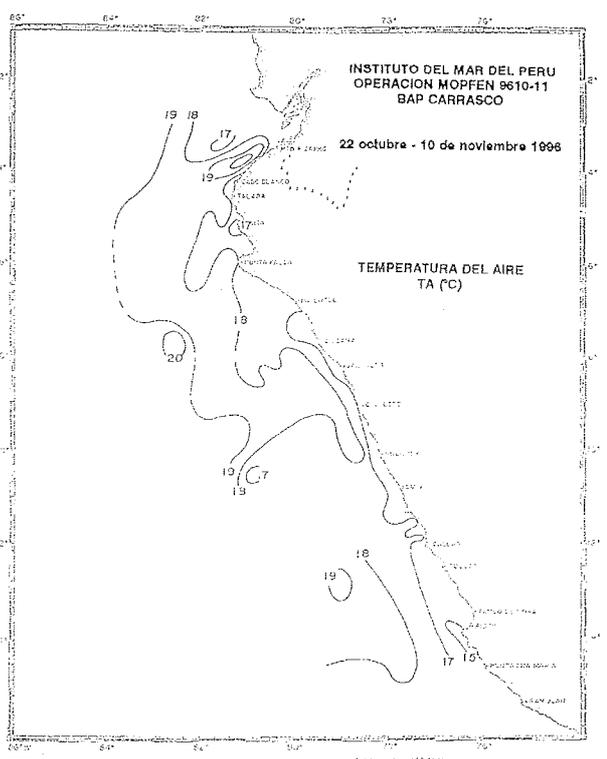


FIGURA 12.- Distribución de la temperatura del aire (°C). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

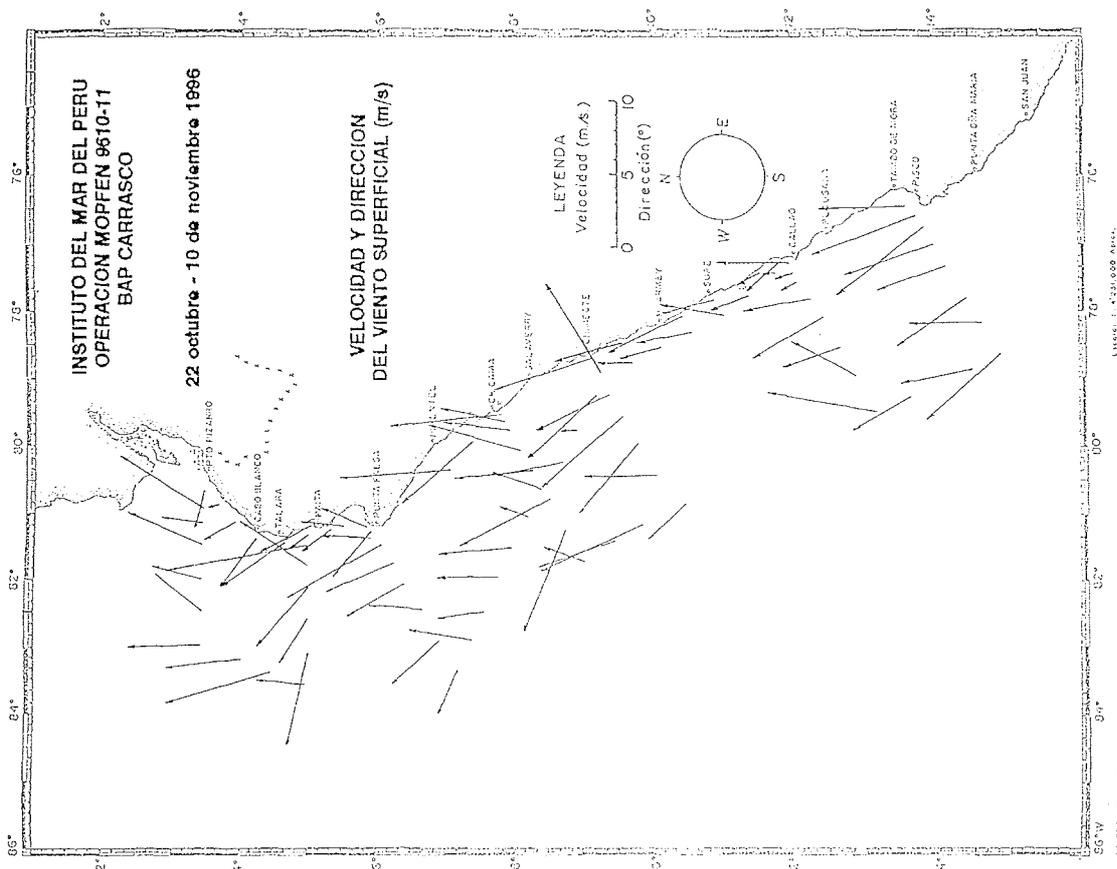


FIGURA 13.- Velocidad y dirección del viento superficial (m/s). Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

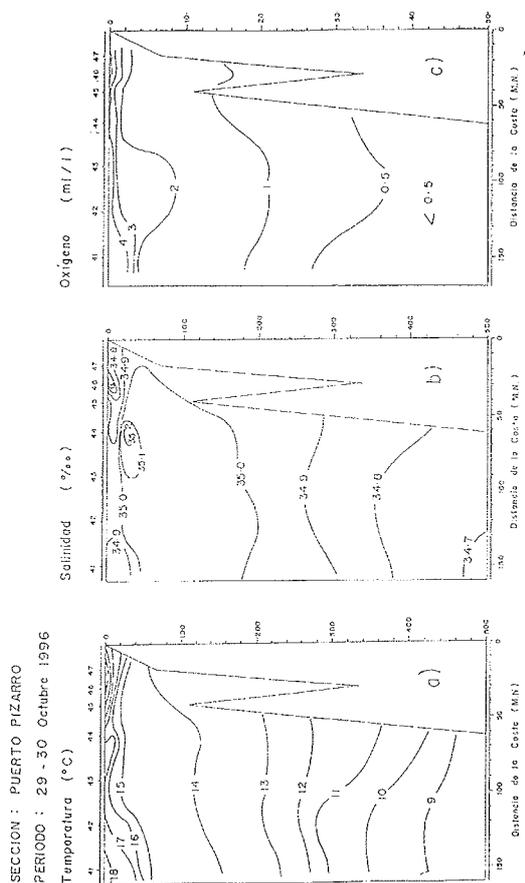


FIGURA 14.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (ml/l). Sección Puerto Pizarro. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

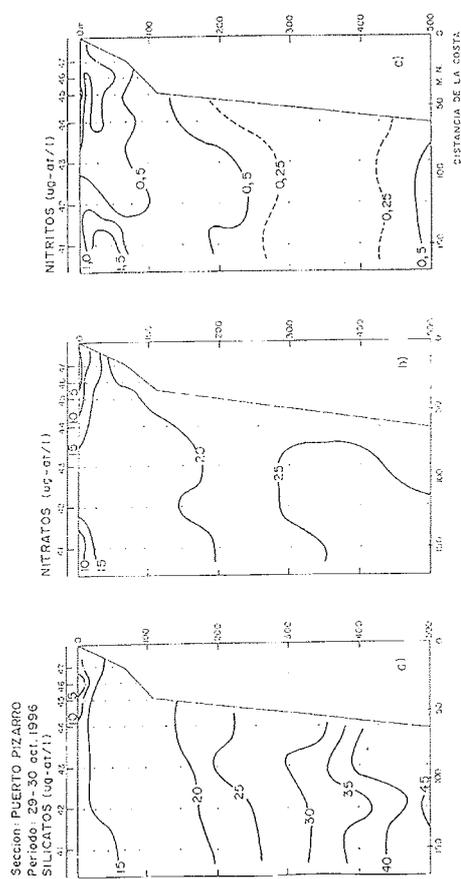


FIGURA 15.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/l): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Puerto Pizarro. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

SECCION : PAITA
 PERIODO : 28 - 29 Octubre , 1996
 Temperatura °C

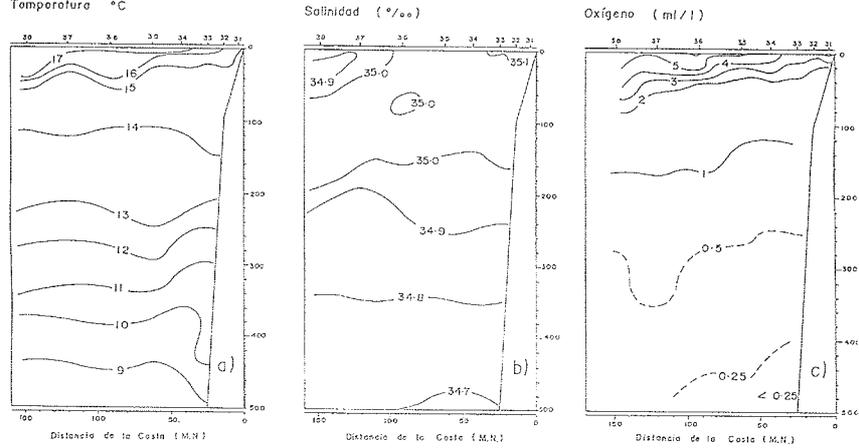


FIGURA 16.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L).
 Sección Paita. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

Seccion : PAITA
 Período : 28 - 29 oct. 1996
 SILICATOS (ug-at/l)

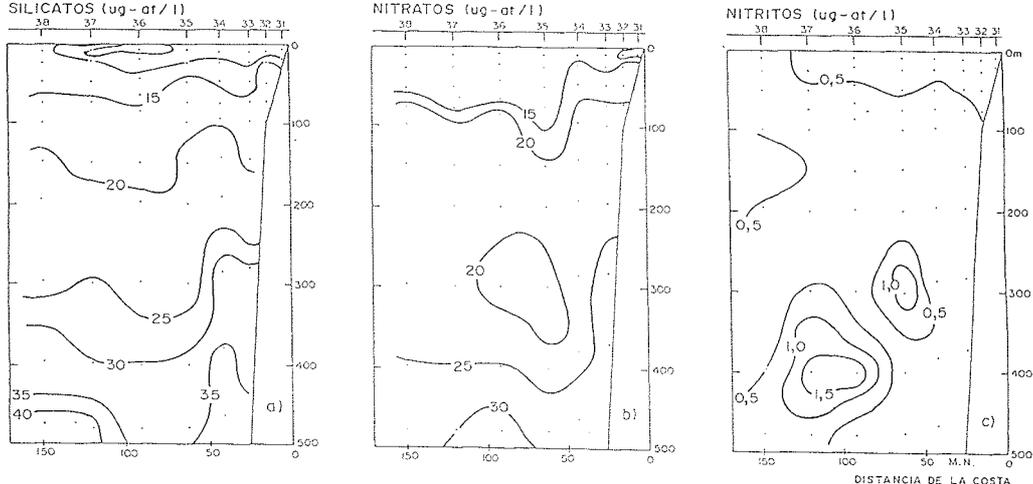


FIGURA 17.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Paita.
 Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

SECCION : PUNTA FALSA
 PERIODO : 02 - 03 Nov. 1996

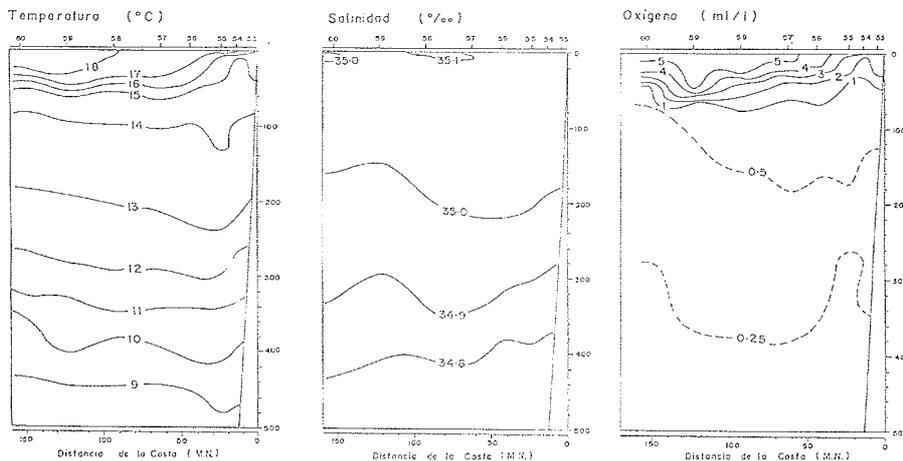


FIGURA 18.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L).
 Sección Punta Falsa. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

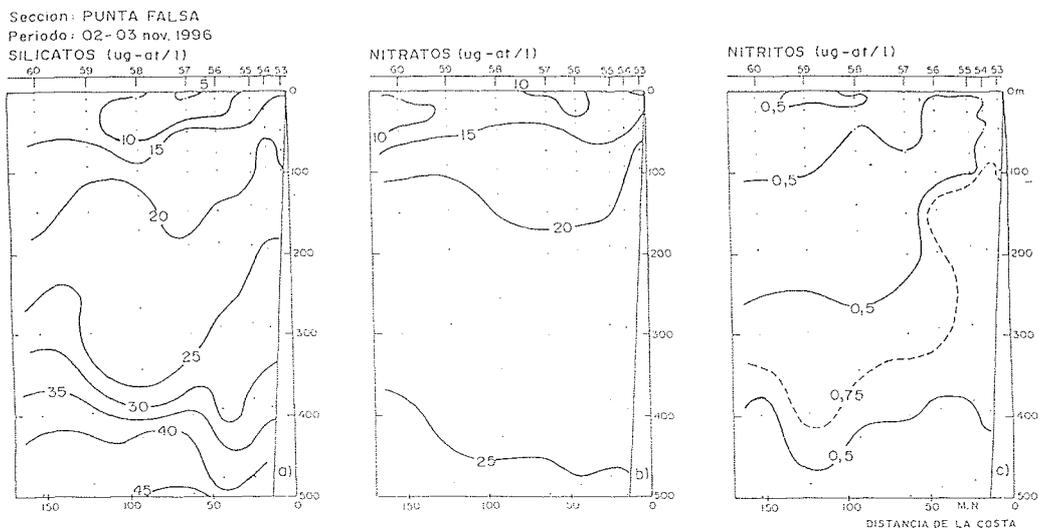


FIGURA 19.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Punta Falsa. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

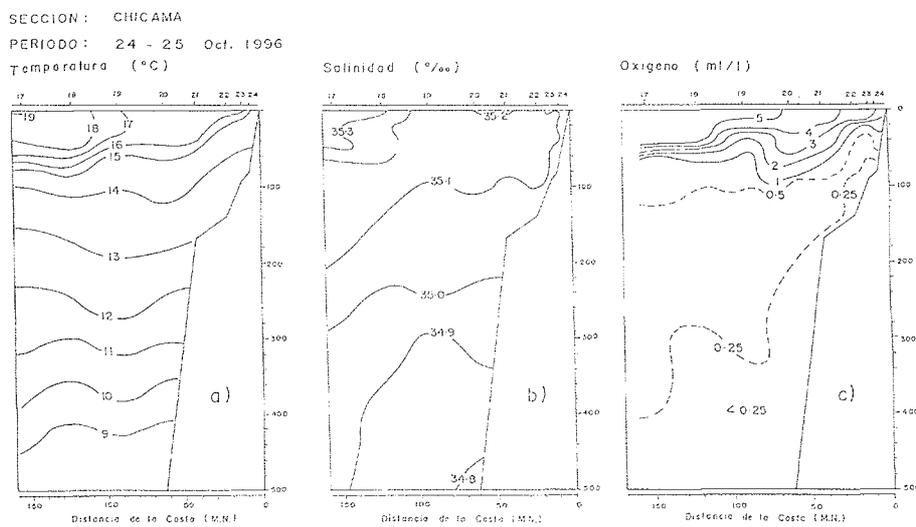


FIGURA 20.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L). Sección Chicama. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

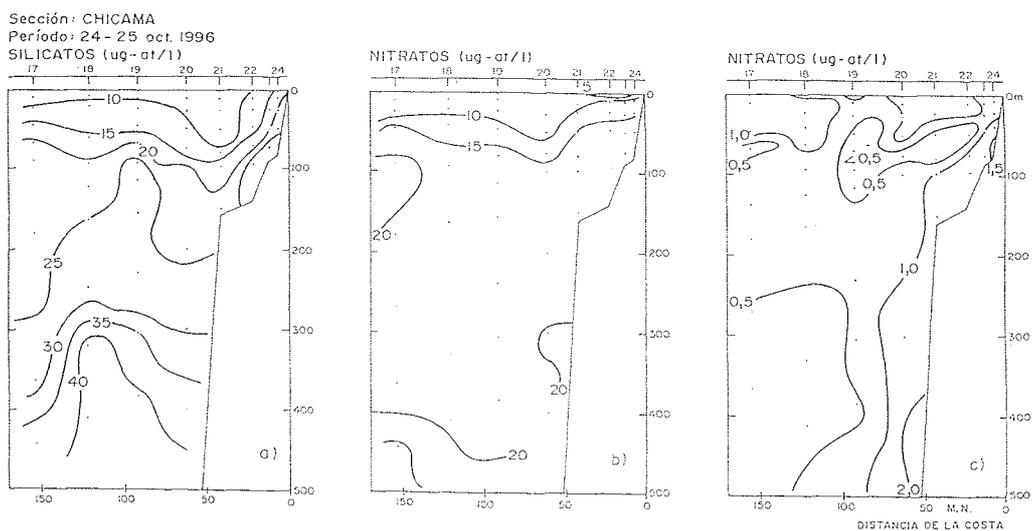


FIGURA 21.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Chicama. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

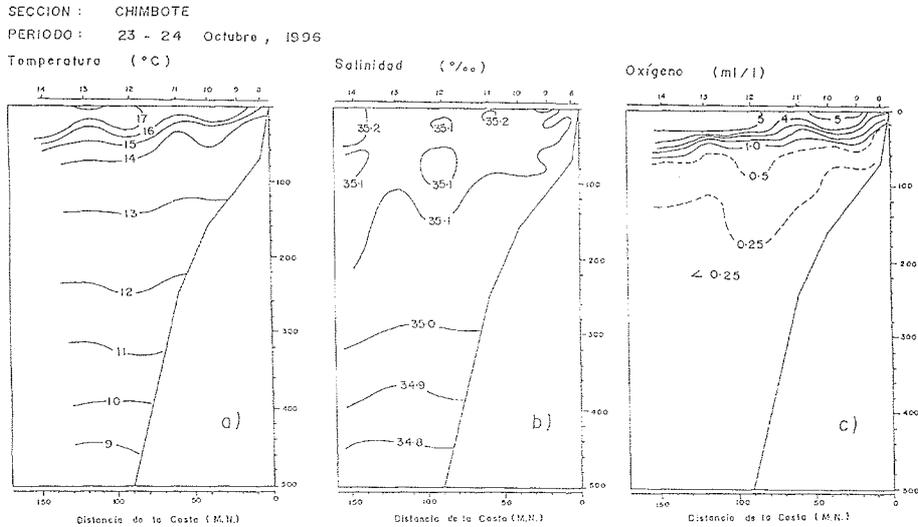


FIGURA 22.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L). Sección Chimbote. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

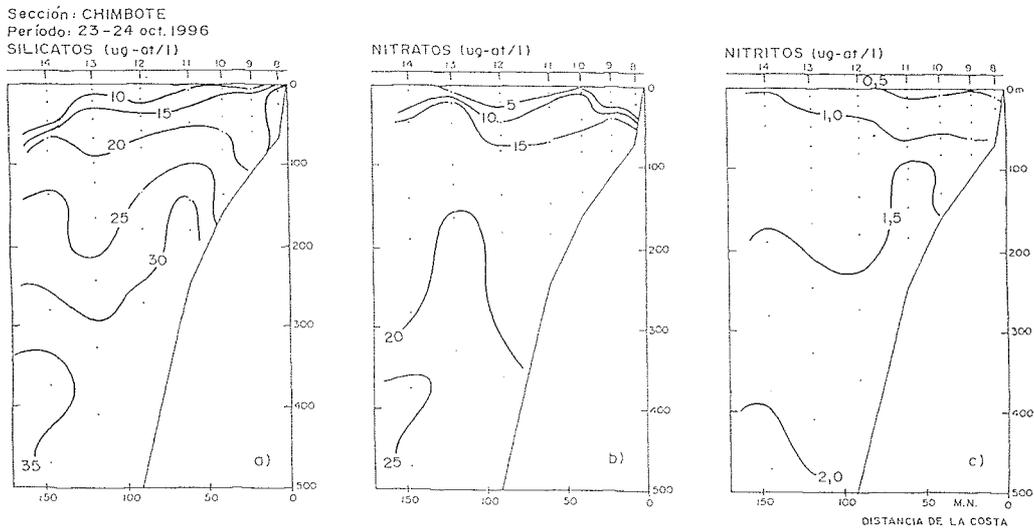


FIGURA 23.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Chimbote. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

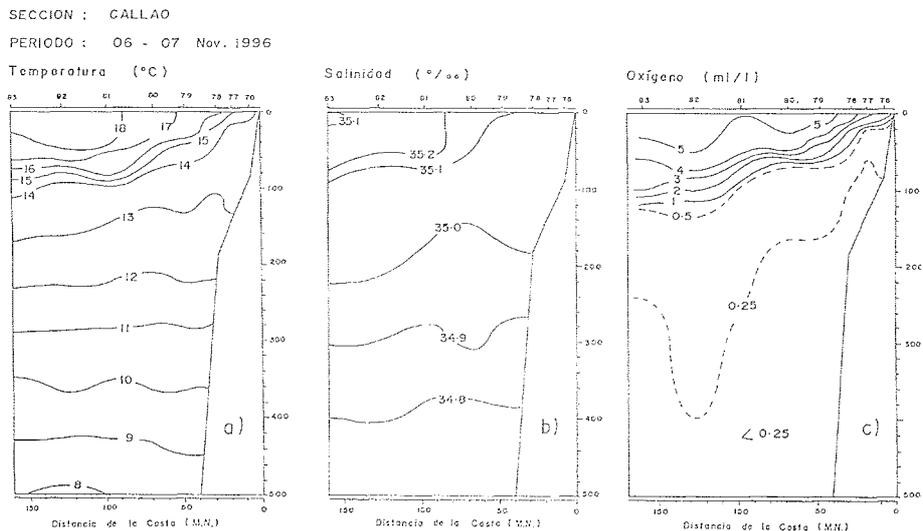


FIGURA 24.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L). Sección Callao. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

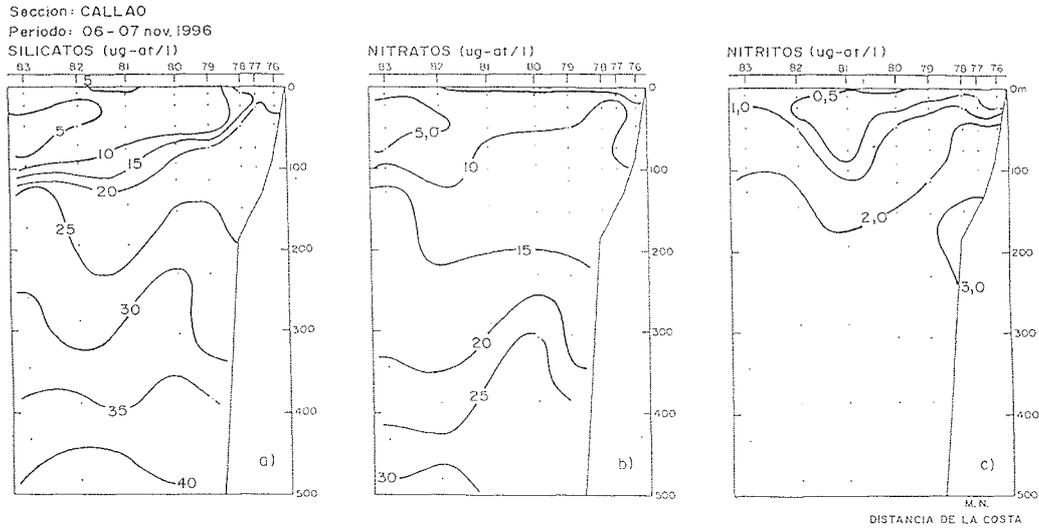


FIGURA 25.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Callao. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

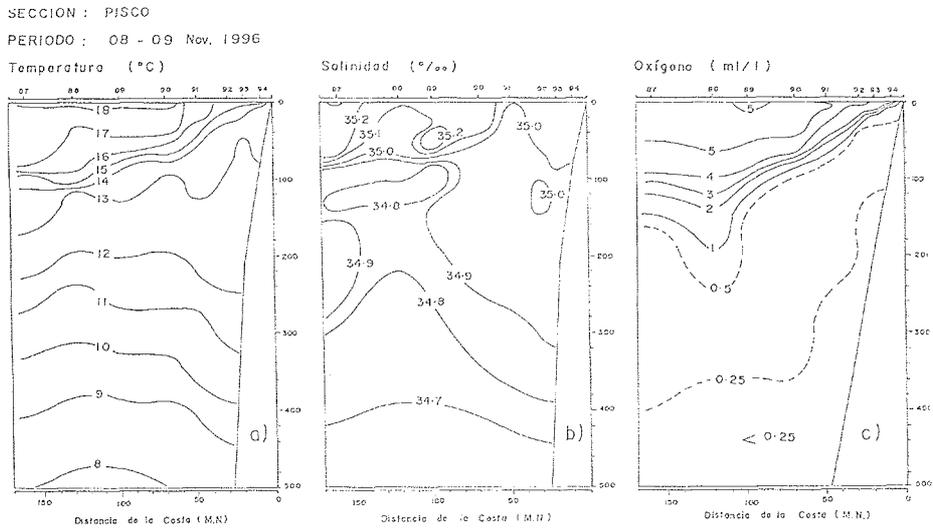


FIGURA 26.- Distribución vertical de: (a) temperatura (°C); (b) salinidad (‰); (c) oxígeno disuelto (mL/L). Sección Pisco. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

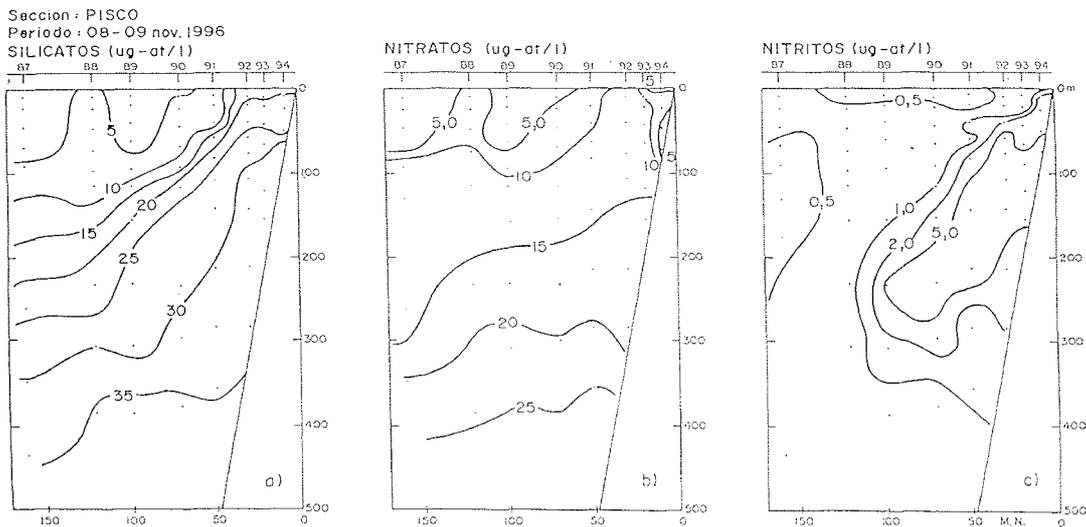


FIGURA 27.- Distribución vertical de nutrientes (ug-at/L): (a) silicatos; (b) nitratos; (c) nitritos. Sección Pisco. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

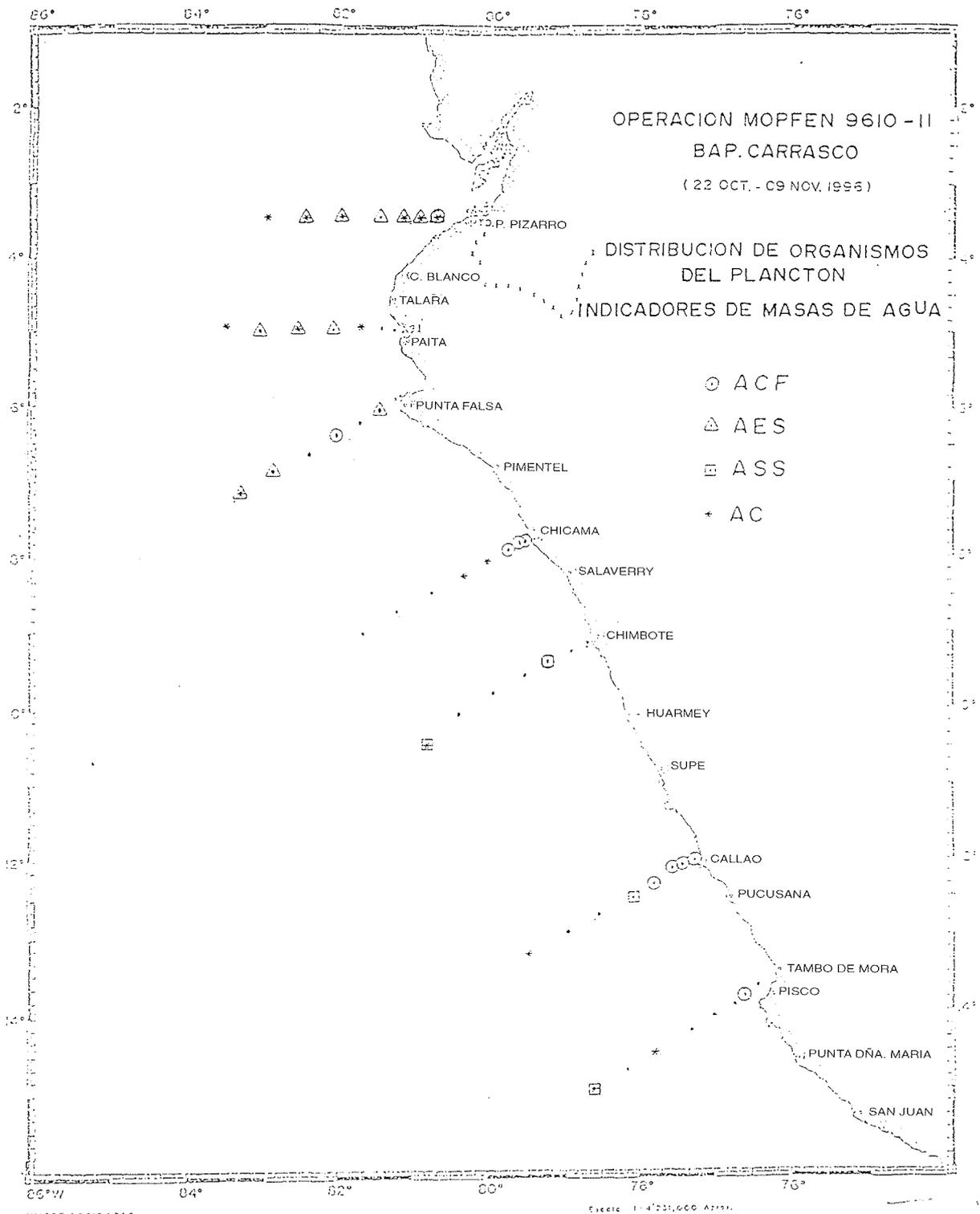


FIGURA 28.- Distribución de organismos del plancton indicadores de masas de agua. Operación MOPFEN 9610-11. BAP Carrasco.

NOTAS SOBRE CULTIVO DE LOS LENGUADOS *PARALICHTHYS ADSPERSUS* Y *ETROPUS ECTENES* EN AMBIENTE CONTROLADO

Mónica Chinchayán

Area de Cultivos Marinos
DGIRH. IMARPE

Giovanna Vera

Dirección de Oceanografía Química
DGIO. IMARPE

Rosario Cisneros

Lili Carrera

Area de Cultivos Marinos. DGIRH. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	34
1. Introducción	34
2. Material y métodos	36
2.1 Cultivo de <i>Paralichthys adspersus</i> y <i>Etropus ectenes</i>	36
2.2 Cultivo de alimento vivo	37
3. Resultados	39
3.1 Cultivo de <i>Paralichthys adspersus</i> y <i>Etropus ectenes</i>	39
2.2 Cultivo de alimento vivo	40
4. Discusión y conclusiones	43
5. Referencias	45
Tablas	46
Figuras	48

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio del Area de Cultivos Marinos, IMARPE durante los meses de julio de 1996 a enero de 1997, con los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*, los que fueron capturados en la playa "Carpayo", Callao.

La finalidad de la investigación fue determinar la factibilidad del cultivo de estas especies en ambiente controlado.

Los resultados mostraron que es posible el cultivo de estas especies, en especial de *P. adspersus*, que se adapta más fácilmente al cautiverio y a las condiciones abióticas del medio, en comparación a *E. ectenes*.

Además, se evaluó el crecimiento de las microalgas *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloris* sp., *Chlorella* sp. y *Tetraselmis suecica* como probables fuentes alimenticias para el rotífero *Brachionus plicatilis*, el cual es utilizado como alimento de larvas de peces. Así mismo se realizaron pruebas sobre tasas de consumo de dicho rotífero con respecto a las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana*.

1. INTRODUCCION

Los peces de la familia Bothidae *Paralichthys adspersus* "lenguado común" y *Etropus ectenes* "lenguado de boca chica" se caracterizan por su excelente calidad de carne, elevado precio, demanda comercial y alto valor nutritivo; por ello, destacan como especies potenciales en acuicultura.

Actualmente *P. adspersus* es cultivado en Chile, Ecuador y Brasil a escala experimental y piloto, con el propósito de su comercialización ya que tendría un mercado importante en Japón debido a su similitud con el *P. olivaceus* "hirame", especie muy cotizada en dicho país, con un precio de 15 a 40 dólares por kilo.

Según estadísticas, existe una tendencia decreciente con respecto a los volúmenes de desembarque de *P. adspersus* y *E. ectenes*, pudiendo deberse a que quizás se encuentren sometidos a una intensa captura por lo que se ha desarrollado el interés en su crianza, lo que constituiría una opción muy atractiva de cultivo en nuestro país. Por este motivo en el último semestre del año 1996, se realizaron en el IMARPE pruebas preliminares sobre el cultivo de estas especies con el fin de desarrollar una metodología de cultivo en ambiente controlado, trabajo que se continuará durante 1997.

Las especies *P. adspersus* y *E. ectenes*, en especial la primera, constituyen una alternativa de cultivo en nuestro país debido a sus excelentes perspectivas de desarrollo tanto en el mercado nacional como internacional.

Por otro lado, existe una metodología de cultivo para peces planos, específicamente de *Scophthalmus maximus* "turbot", la que se inició a fines del siglo pasado, determinándose así la tecnología de cultivo para cada fase de desarrollo (fase larvaria, juvenil y engorde).

Es por esta razón que el cultivo de las especies mencionadas anteriormente, con énfasis en el *P. adspersus*, constituyen una alternativa que se debe investigar, siendo necesario determinar las condiciones de su cultivo en nuestro país, desde una perspectiva comercial.

Los lenguados son teleósteos marinos carnívoros pertenecientes al orden Pleuronectiformes, que incluye a los peces planos que se encuentran en las costas generalmente frías, de todo el mundo. Son especies bentónicas y presentan una metamorfosis peculiar durante las primeras fases pelágicas de su vida: la migración de un ojo al otro lado del cuerpo y el aplanamiento del lado del cuerpo que estará en contacto con el fondo (COLL 1991).

La alimentación es variada en los diferentes tipos de peces planos, los que pueden ser clasificados dependiendo del tipo de alimento, longitud del tracto alimentario y longitud del cuerpo. Se alimentan de noche y su dieta se compone generalmente de bivalvos, poliquetos, crustáceos y pequeños peces (RAMOS 1981, LIEWES 1984). Por otro lado, los alimentos o piensos para especies acuícolas pueden ser clasificados de acuerdo a su contenido de humedad en: húmedos (mayor al 50%), semihúmedos (20 -50%) y secos (menor al 20%) los que deben presentar una textura, densidad, color, humedad, plasticidad, aroma, etc. adecuados a los hábitos alimentarios, comportamiento frente al alimento, hábitat de cultivo, calidad del agua, entre otros, de los organismos en cultivo (GUTT 1985, MARTINEZ *et al.* 1987).

Es necesario conocer las relaciones longitud/peso de la especie en cultivo a lo largo de todo su ciclo, como valoración del estado nutritivo de la especie (RAMOS Y ROURES 1985, MARTÍNEZ 1987, FERNÁNDEZ-PATO *et al.* 1990).

Según los autores PASCUAL Y YÚFERA (1987) y SILVA (1991), el cultivo del lenguado se puede dividir en tres etapas: obtención de huevos fecundados, manejo de juveniles

y engorde; donde cada fase presenta su propia tecnología de cultivo. Asimismo, la alimentación en la fase larvaria se basa en dos especies fundamentales: el rotífero *Brachionus plicatilis* y el crustáceo *Artemia* sp., los que se alimentan de microalgas y son fuentes alimenticias indispensables en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de dicho organismo.

Con respecto al rotífero *B. plicatilis*, éste se alimenta de una amplia variedad de microalgas, siendo las más convenientes las microalgas marinas *Nannochloropsis oculata* y *Tetraselmis tetrahele*. Otras microalgas utilizadas en su alimentación incluyen a la *Nannochloris* sp., *Chaetoceros* sp., *Dunaliella* sp., *Pyramimonas* sp., *Isochrysis* sp., entre otras, las que, en general, se utilizan no sólo en la alimentación de rotíferos sino también en almejas, ostras y larvas de camarones (POURRIOT 1990, ROSEN 1990, COLL 1991, IKENOUE y KAFUKU 1992, HOFF y SNELL 1993).

2. MATERIAL Y METODOS

2.1 Cultivo de *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Cultivos Marinos del IMARPE durante el último semestre del año 1996, en el marco del Proyecto Cultivo de Lenguado en Ambiente Controlado.

Los especímenes utilizados en el estudio fueron capturados en la Playa Carpayo de la Bahía del Callao. Se examinaron tres juveniles para cada especie, siendo identificados como *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*, los que fueron colocados y mantenidos en dos tanques de fibra de vidrio de 300 L, uno para cada especie (Fig. 4) con agua de mar prefiltrada, efectuándose un recambio diario de la misma para mantener las condiciones fisicoquímicas en forma estable. Además, se utilizó una piedra difusora de 7x3,5x3,5 cm para cada tanque, lo que permitió una concentración aceptable de oxígeno disuelto para dichos organismos.

Se cuantificó valores de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza mediante un termómetro en canastilla, refractómetro, pHmetro digital y kits de análisis, respectivamente.

Asimismo, para mejorar la calidad del agua de mar, se utilizaron bolsas con abertura de los poros de 5 µm y un relleno de fibra sintética para filtrar el agua, lo que minimizó la presencia de materia orgánica.

Se realizó la evaluación longitud/peso o biometría en forma semanal y quincenal, utilizándose una balanza portátil y un malacómetro (Fig. 5).

El valor calculado del peso total se determinó mediante la relación longitud-peso :

$$W = a \cdot L^b$$

Donde :

W	=	Peso individual promedio
L	=	Longitud individual promedio
a y b	=	Coefficientes alométricos

La alimentación de los peces *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes* consistió primeramente en alimento vivo, alevines de pejerrey y artemias como estrategia de alimentación hasta la aceptación de alimento húmedo (trozos de pejerrey).

2.2 Cultivo de alimento vivo

Estos ensayos se realizaron con miras a una futura crianza de lenguados, desde larvas. En esta oportunidad no se criaron larvas.

Cultivo de microalgas

Se evaluó, mediante conteos diarios, el crecimiento de las microalgas *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloris* sp., *Chlorella* sp. y *Tetraselmis suecica* como probables fuentes alimenticias de *B. plicatilis* (Fig. 6) (CISNEROS 1996).

Asimismo, se realizaron curvas de crecimiento de cada una, para determinar las diferentes fases. El ajuste de curva se realizó utilizando la ecuación de crecimiento poblacional de VERHULST (ANDREWARTHA 1965):

$$N_t = \frac{K}{1 + e^{a - r t}}$$

Donde :

- N_t = Tamaño de la población al tiempo t
- K = Asíntota superior o máximo valor de N
- a = Constante de integración definiendo la posición de la curva relativa al origen
- r = Tasa de crecimiento de la población.
- t = Tiempo en días

Los parámetros a y r se determinaron mediante la ecuación de VERHULST con base en una regresión lineal por mínimos cuadrados (ARANEDA *et al.* 1993, CISNEROS 1996):

$$\ln \{(K-N)/N\} = a - r t$$

Cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis*

Se obtuvo una cepa del rotífero *Brachionus plicatilis* proveniente de las Salinas de Chilca, y se evaluó las tasas de filtración e ingestión del mismo con respecto a las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana* con y sin aplicación de aire. El cultivo se realizó en recipientes cilíndricos transparentes de 4 L, con agua de mar filtrada y esterilizada (Fig. 7). Cada tratamiento se realizó por triplicado.

En relación a la microalga *Isochrysis galbana*, sin aplicación de aire, las densidades del rotífero *B. plicatilis* fueron de 88; 92 y 132 rot/mL. Las microalgas fueron administradas como alimento cuando llegaron a la fase

exponencial de cultivo, las densidades iniciales para las tres repeticiones fueron $0,23 \times 10^6$ céls/mL, $0,28 \times 10^6$ céls/mL y $0,43 \times 10^6$ céls/mL.

Con aplicación de aire, las densidades iniciales de *I. galbana* en las tres repeticiones fueron $0,40 \times 10^6$ céls/mL, $0,50 \times 10^6$ céls/mL y $0,38 \times 10^6$ céls/mL. Las densidades utilizadas del rotífero *B. plicatilis* fueron de 129; 115 y 164 rot/mL.

Con respecto a la microalga *Nannochloris* sp., sin aplicación de aire, las densidades iniciales fueron de $1,88 \times 10^6$ céls/mL, $1,38 \times 10^6$ céls/mL y $0,98 \times 10^6$ céls/mL. Las densidades empleadas de rotíferos fueron de 88; 94 y 72 rot/mL. Con aplicación de aire al medio de cultivo, la densidad inicial de *Nannochloris* sp. fue de $1,08 \times 10^6$ céls/mL, $1,13 \times 10^6$ céls/mL y $1,08 \times 10^6$ céls/mL. Las densidades empleadas de *B. plicatilis* fueron de 86; 114 y 83 rot/mL para las tres repeticiones.

La densidad microalgal se determinó mediante conteo en una cámara de NEUBAUER y la de los rotíferos utilizando una cámara de SEDGEWICK RAFTER para zooplancton.

Para determinar la tasa de filtración e ingestión, se registró el tiempo inicial de inoculación de la microalga, así como la densidad inicial de éstas. Al cabo de dos horas (hora final) se cuantificó nuevamente la densidad microalgal (densidad final).

Según HIRAYAMA y OGAWA (1972), las fórmulas empleadas para estimar las tasas de consumo del rotífero son:

$$\text{Tasa de filtración} \quad F = \frac{\ln N_i - \ln N_f}{V(T_f - T_i)}$$

Donde:

F	=	tasa de filtración
N _i	=	densidad inicial de la microalga
N _f	=	densidad final de la microalga
V	=	densidad absoluta de rotíferos
T _f -T _i	=	intervalo de tiempo durante el proceso de filtración

$$\text{Tasa de ingestión} \quad I = FN_i$$

Donde:

I	=	tasa de ingestión
F	=	tasa de filtración
N _i	=	densidad inicial de la microalga

Por otro lado, se colectaron quistes y adultos del crustáceo *Artemia* sp. de las Salinas de Chilca, para su posterior cultivo y evaluación como alimento vivo para larvas de lenguado.

3. RESULTADOS

3.1 Cultivo de los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*.

En el tanque de cultivo de *P. adspersus* los valores promedio de los factores abióticos como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza, fueron de: 18,9 °C (17 a 21,9 °C); 36 ‰; 7,86; 7 ppm; 0,33 ppm; 9,33 ppm y 8 %dH respectivamente.

La Tabla 1 muestra la tasa de crecimiento (talla y peso) de *P. adspersus* bajo condiciones controladas, con valores de 0,9 cm/mes y 18,8 g/mes para ejemplares de rango de talla entre 17,4 a 23 cm; 0,3 cm/mes y 10,7 g/mes para los rangos comprendidos entre 23,2 a 24,7 cm; y 0,3 cm/mes y 14,4 g/mes para los rangos de 22,4 a 23,6 cm.

La Figura 1 muestra las curvas observadas y calculadas de la relación longitud-peso de los ejemplares de *P. adspersus*, observándose un comportamiento exponencial con respecto a estos dos parámetros, para especímenes que oscilan entre 17 a 25 cm de longitud y 40 a 200 g de peso.

El ajuste de curva de la relación longitud-peso corresponde a la siguiente ecuación final:

$$W = 0,0088 \times L^{3,1142}$$

La Tabla 2 muestra el crecimiento (talla y peso) de *E. ectenes* bajo condiciones controladas, observándose un menor crecimiento en comparación a *P. adspersus*. En cuanto al peso, el ejemplar 1 tuvo un incremento de 7,35 g/mes, mientras que en el ejemplar 2 el incremento fue de 11,75 g/mes.

La Figura 2 muestra el incremento en peso, observándose un mayor incremento en el ejemplar 2.

Los valores promedio de factores abióticos como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza en el tanque de *Etropus ectenes* fueron de 18,6 °C (17 °C a 22,2 °C); 37 ‰; 7,60; 7 ppm; 0,33 ppm; 10,33 ppm y 7 %dH respectivamente.

Existió un período de tiempo durante el cual los peces no se alimentaron en el tanque de cultivo. El proceso de no alimentación en los lenguados trajo como consecuencia una disminución en su sistema inmunológico y por consiguiente una mayor propensión a enfermedades. Esto se observó en ambas especies, las que presentaron manchas irregulares causadas por hongos y la enfermedad conocida como "Fin-rot" ocasionada por la bacteria *Aeromonas hydrofila*. Como profilaxis, los especímenes fueron tratados con 2 ppm de verde de malaquita para los hongos, e inyecciones de 55 mg/kg pez de oxytetraciclina para la bacteria.

E. ectenes tardó 4 meses en adaptarse al cautiverio, tiempo en el que no aceptaron alimento húmedo pero si artemia adulta y en menor grado juveni-

les de pejerrey. Esto trajo como consecuencia que se infectaran con las enfermedades mencionadas anteriormente, las que ocasionaron mortandad. Un factor que aceleró su adaptación a cautiverio fue la colocación de arena fina en el fondo del tanque de cultivo, simulando su hábitat natural, donde los ejemplares se enterraban.

Esto no se observó con *P. adspersus*, dado que esta especie tardó un mes en adaptarse al cautiverio, no siendo indispensable la colocación de arena en el tanque. Esta especie aceptó el pejerrey trozado como alimento, así como juveniles del mismo; sin embargo, no aceptaron artemia adulta.

La alimentación se realizó cada 24 horas. La conversión alimenticia fue de 24,71 para el *P. adspersus* y 9,79 para *E. ectenes*, para esto se pesó el alimento dado y el alimento no consumido por los peces. El alimento húmedo fue consumido en un valor promedio de 7,80 y 2,90 g; respectivamente.

3.2 Cultivo de alimento vivo

Cultivo de microalgas (fuente de alimento de rotíferos)

Dunaliella tertiolecta

Con respecto a esta microalga la temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, el fotoperiodo 24 L:0N, la salinidad 34 - 38 ‰, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,22 (valor promedio).

Los resultados de densidad se aprecian en la Tabla 3; la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial a partir del cuarto día ($1,78 \times 10^6$ céls/mL), la fase de retardo el décimo primer día ($8,11 \times 10^6$ céls/mL). Las densidades anteriores y posteriores a estos días pertenecen a las fases de ajuste y estacionaria respectivamente.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final :

$$N_t = \frac{8,11}{1 + e^{3,78 - 0,57 t}}$$

Tetraselmis suecica

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-36 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,30 (valor promedio). Se presentaron organismos contaminantes a partir del quinto día de cultivo, los que compitieron con la microalga por los nutrientes del medio de cultivo.

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial el segundo día de cultivo ($0,91 \times 10^6$ céls/

mL) y la de retardo el sétimo día ($1,10 \times 10^6$ céls/mL). La fase de ajuste se dio en los dos primeros días de cultivo de la microalga y la fase estacionaria se inició el sétimo día de cultivo de la misma.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{1,26}{1 + e^{3,065 - 0,74 t}}$$

Chlorella sp.

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 34-36 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 7,64 (valor promedio).

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial a partir del primer día ($0,55 \times 10^6$ céls/mL) y la de retardo, el tercer día ($2,89 \times 10^6$ céls/mL). Las densidades posteriores a estos días pertenecieron a la fase estacionaria no presentando una fase adaptativa o de ajuste.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{3,19}{1 + e^{3,66 - 1,92 t}}$$

Nannochloris sp.

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-38 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,05 (valor promedio).

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose las mayores densidades a partir del cuarto día ($4,96 \times 10^6$ céls/mL) hasta el sétimo día ($63,87 \times 10^6$ céls/mL) las que correspondieron a las fases exponencial y de retardo de *Nannochloris* sp. Las densidades anteriores y posteriores a estos días pertenecieron a las fases de ajuste y estacionaria respectivamente.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final :

$$N_t = \frac{63,87}{1 + e^{6,97 - 1,50 t}}$$

Isochrysis galbana

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-40 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, un pH de 7,96 (valor promedio). Se presentó una cantidad considerable de organismos contaminantes a partir del quinto día de cultivo, lo que inhibió su crecimiento ya que compitieron con la microalga por los nutrientes del medio de cultivo.

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial desde el primer día ($0,14 \times 10^6$ céls/mL) hasta el quinto día ($1,78 \times 10^6$ céls/mL) de cultivo y una fase de retardo desde el quinto ($1,78 \times 10^6$ céls/mL) hasta el sétimo día ($1,83 \times 10^6$ céls/mL) del mismo. Las densidades posteriores a estos días pertenecieron a la fase estacionaria de la microalga, la cual no presentó una fase adaptativa o de ajuste en su crecimiento.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{1,83}{1 + e^{2,59 - 0,82 t}}$$

La aireación en los cultivos fue constante y se utilizó el medio de cultivo de GUILLARD modificado.

Cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis*

La Tabla 4 reúne los valores de las densidades inicial y final de las microalgas utilizadas en la alimentación del rotífero, en las tres repeticiones, sin y con aplicación de aire.

La Tabla 5 muestra los valores de las tasas de filtración e ingestión del rotífero *B. plicatilis* con respecto a las microalgas *Isochrysis galbana* y *Nannochloris* sp. sin aplicación y con aplicación de aire al cultivo en cada una de las repeticiones.

Sin aplicación de aire al cultivo

En *I. galbana* la tasa de filtración promedio fue de 2,55 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ y la tasa de ingestión promedio llegó a 17,18 céls/min/rot. Las densidades finales en las tres repeticiones fueron $0,30 \times 10^6$ céls/mL; $0,23 \times 10^6$ céls/mL y $0,08 \times 10^6$ céls/mL.

En *Nannochloris* sp., la tasa de filtración promedio fue de 5,40 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ y la tasa de ingestión promedio 131,86 céls/h/rot. Las densidades finales de la microalga fueron $0,53 \times 10^6$ céls/mL; $0,70 \times 10^6$ céls/mL y $0,45 \times 10^6$ céls/mL respectivamente.

Con aplicación de aire al cultivo

En *I. galbana* las tasas de filtración e ingestión de dicho rotífero tuvieron, respectivamente, promedios de 2,02 $\mu\text{L/h/rot}$ y 14,99 céls/min/rot. Las densidades finales fueron $0,25 \times 10^6$ céls/mL; $0,25 \times 10^6$ céls/mL y $0,25 \times 10^6$ céls/mL para las tres repeticiones (Tabla 4).

En *Nannochloris* sp., el rotífero tuvo tasa de filtración promedio de 6,63 $\mu\text{L/h/rot}$, y tasa de ingestión promedio de 120,05 céls/min/rot. Con respecto a las densidades finales de *Nannochloris* sp., la Tabla 4 muestra que fueron $0,43 \times 10^6$ céls/mL; $0,30 \times 10^6$ céls/mL y $0,28 \times 10^6$ céls/mL para las tres repeticiones.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es factible el cultivo del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado, lo que ha sido demostrado con el crecimiento y supervivencia obtenidos para esta especie en el Laboratorio de Cultivos Marinos del IMARPE.

El crecimiento y supervivencia de *P. adspersus* estuvieron influenciados por factores abióticos como temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza. Sin embargo, sería conveniente evaluar dichos parámetros con diferentes densidades de juveniles de *P. adspersus*, para así obtener valores de los mismos adecuados y extrapolables a producción.

Las tasas de crecimiento obtenidas por el primer ejemplar de *P. adspersus* fueron 3 veces más altas en cuanto a longitud y 1,76 y 1,31 veces más en cuanto a peso, con respecto a los dos ejemplares restantes, lo que nos indicaría que la energía obtenida por alimentación, se encuentra totalmente canalizada hacia el crecimiento. Las menores tasas de crecimiento obtenidas para estos dos últimos se debería quizás a que la energía se encuentra distribuida no sólo hacia el crecimiento sino también hacia la reproducción, dado que la talla de madurez sexual en *P. adspersus* es de 24 cm (CHONG y GONZÁLEZ 1995).

En la estimación del cálculo de la simetría del crecimiento en peso, referido a la longitud, se obtuvo un valor de 3,1142 para el coeficiente b, el que indicaría que probablemente esta especie presenta una tasa de crecimiento en peso del tipo isométrico. Sin embargo, POBLETE *et al.* (1987) destacan que el valor de b es variable y se encuentra influenciado por factores como condición nutricional, disponibilidad de alimento, tamaño y composición de la muestra, período de muestreo, sexo y estados de madurez por lo que el valor de este coeficiente es válido únicamente para los tres ejemplares examinados con una longitud y peso que oscilan entre 17 a 25 cm y 40 a 200 g respectivamente.

Las conversiones alimenticias obtenidas, 24,71 para *P. adspersus* y 9,79 para *Etropus ectenes* no son adecuadas para estas especies dado que se requeriría demasiado alimento con respecto a la ganancia de peso de los mismos. Es por ello, que sería conveniente utilizar en la alimentación diversos tipos de alimento húmedo o emplear un alimento enriquecido.

La especie *P. adspersus* es más resistente que el *E. ectenes* a las condiciones del Laboratorio de Cultivos Marinos, lo que se demuestra con el crecimiento obtenido

para ambas especies. Es por ello, la necesidad de seguir evaluando el crecimiento del lenguado *P. adspersus* mediante sistemas de recirculación y utilización de diferentes tipos de alimento pelletizado presentes en el mercado nacional para así obtener conversiones alimenticias más adecuadas a las obtenidas en este trabajo.

El rotífero *Brachionus plicatilis* acepta en mayor grado a la microalga *Nannochloris* sp. que a *Isochrysis galbana* debido a su tamaño más pequeño, densidad y quizás calidad nutricional constituyéndose por consiguiente en una microalga objetivo en la alimentación de dicho rotífero.

Las fases exponencial y de retardo de *Dunaliella tertiolecta* se obtienen del cuarto al décimo primer día de cultivo, pudiendo cosecharse el noveno o décimo día para alimentar a los rotíferos. Sin embargo, sería conveniente disminuir el tiempo de la fase adaptativa para obtener en el menor tiempo posible las fases exponencial y de retardo, las que son ideales por su valor nutricional para la alimentación de dicho zooplancton.

Las fases exponencial y de retardo de *Tetraselmis suecica* se obtienen del segundo al séptimo día de cultivo, pudiendo cosecharse el sexto día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Chlorella* sp. se obtienen del primer al cuarto día de cultivo, pudiendo cosecharse el tercer día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Nannochloris* sp. se obtienen del cuarto al séptimo día de cultivo, pudiendo cosecharse el quinto o sexto día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Isochrysis galbana* ocurren el primer al séptimo día de cultivo, pudiendo cosecharse la microalga el sexto día de cultivo.

Las tasas de filtración e ingestión promedio obtenidas para el rotífero *B. plicatilis* con respecto a la microalga *I. galbana*, con y sin aplicación de aire al medio de cultivo, fueron de 2,02 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$, 2,55 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ y 14,99 céls/min/rot, 17,18 céls/min/rot, respectivamente. Sin embargo, sería conveniente determinar la concentración de saturación para esta microalga con respecto al rotífero *B. plicatilis* para así obtener un crecimiento adecuado del mismo, aunado con parámetros abióticos óptimos a dicho crecimiento.

Las tasas de filtración e ingestión promedio obtenidas para el rotífero *B. plicatilis* con respecto a la microalga *Nannochloris* sp., con y sin aplicación de aire, fueron de 5,40 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$, 6,63 $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ y 131,86 céls/min/rot y 120,05 céls/min/rot, respectivamente. Como en el caso anterior, sería conveniente determinar la concentración de saturación de la microalga para obtener tasas de consumo adecuadas del rotífero *B. plicatilis*, las que se traduzcan en un crecimiento adecuado de dicha especie de zooplancton conjuntamente con otros factores de cultivo.

Con estos resultados preliminares se tiene la base para continuar con el desarrollo del Proyecto Cultivo de Lenguado en Ambiente Controlado durante 1997, a fin de desarrollar una tecnología adecuada de cultivo.

5. Referencias

- ANDREWARTHA, H. 1965. Introduction to the study of animal populations. Third impression. The University of Chicago Press, Chicago y London. USA. 281 pp.
- ARANEDA, G., B. HERNÁNDEZ, A. RAMÍREZ Y F. ORTIZ 1993. Cultivo masivo de la microalga crisofita *Chromulina* sp., endémica del Caribe, como fuente de alimento en acuicultura. Boletín Red de Acuicultura, Bogotá, Colombia. 7(3): 17-20.
- CISNEROS, R. 1996. Cultivo masivo de la microalga nativa *Isochrysis* sp., como fuente de alimento de post-larvas de moluscos bivalvos. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 36: 65-72.
- COLL, J. 1991. Acuicultura marina animal. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera edición. España. 671 pp.
- CHONG J. Y P. GONZÁLEZ 1995. Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) frente al litoral de Concepción, Chile. Biología Pesquera 24:39-50.
- FERNÁNDEZ-PATO, C..A., C. MARTÍNEZ-TAPIA, O. CHEREGUINI Y E. SOLA 1990. Growth of *Scophthalmus maximus* L.) from 1 to 3000 g in the north of Spain. International Council for Exploration of the Sea. C.M. 90/F:29.
- GUTT, J. 1985. Metabolism and growth of juvenile flounder (*Platichthys flesus* L.) reared at different salinities and in freshwater. International Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1985/F:50.
- HIRAYAMA, K. Y S. OGAWA 1972. Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture - I. Filter feeding of rotifer. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 38(11): 1207-1214.
- HOFF, F. Y T. SNELL 1993. Plankton culture manual. Florida Aqua Farms Inc. Third Edition. U.S.A. 155 pp.
- IKENOUE, H. Y T. KAFUKU 1992. Modern methods of aquaculture in Japan. Second revised edition. Developments in Aquaculture and fisheries Science. Volume 24. Elsevier Science Publishers B.V. Printed in Japan. 272 pp.
- LIEWES, E. 1984. Culture, feeding and diseases of commercial flatfish species. Printed in Netherlands. 104 pp.
- MARTÍNEZ, L. 1987. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. p. 295-325. En: Alimentación en acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- MARTÍNEZ, L. A., E. VIAN E I. CAÑAS 1987. Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura. p. 131-165. En: Alimentación en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- PASCUAL, E. Y YUFERA 1987. Alimentación en el cultivo larvario de peces marinos. p. 251-293. En: Alimentación en acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- POBLETE, T., H. TOLEDO, R. ARTEAGA, R. CÁRDENAS Y M. TOLEDO 1987. Estimación de la estructura por clases anuales de tamaño en una población de *Nucella crassilabrum* (Gastropoda, Muricidae). Biota Osorno 3: 9-31.
- POURRIOT, R. 1990. Rotifers-biology. p. 213-231. En: Gilbert Barnabé Aquaculture. Volume 1. Université des Science et. Techniques du Languedoc. Translator: Lindsay Laird. University of Aberdeen. England.
- RAMOS, J. 1981. Régimen y comportamiento alimentario del lenguado (*Solea solea* L.) (Pisces, Soleidae). Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras 83:3-15.
- RAMOS, J. Y S. ROURES 1985. Crecimiento del lenguado *Solea solea* (L. 1758) en cultivo intensivo. Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras 121:4-12.
- ROSEN, B. 1990. Microalgae identification for aquaculture. Published by Florida Aqua Farms. First Edition. U.S.A. 44 pp.
- SILVA, A. 1991. Nuevos y seguros pasos en acuicultura. Peces planos: desarrollo a dos frentes. IV Región, la capital de los lenguados. Aqunoticias Internacional, Chile. 6:7-19.

Tabla 1. Crecimiento en longitud (cm) y peso (g) del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado. IMARPE. 1996.

Fecha	Longitud (cm)			Peso (g)		
	1	2	3	1	2	3
05.07.96	17,4	23,2	23,9	53,5	133,7	160,6
13.07.96	17,7	23,2	23,7	64,4	133,8	154,7
19.07.96	17,7	23,2	23,6	75,0	138,7	152,7
26.07.96	18,0	23,2	23,8	71,4	142,6	167,7
03.08.96	18,2	23,2	23,8	75,2	151,3	177,6
17.08.96	18,4	23,2	*24,0	81,9	161,2	*185,0
01.09.96	18,8	23,5	22,4	87,2	164,5	128,4
16.09.96	19,0	24,3	22,4	68,8	160,5	120,1
30.09.96	19,2	24,3	22,4	97,8	180,4	137,3
14.10.96	20,0	24,3	22,6	109,1	188,4	154,4
28.10.96	20,7	24,5	23,0	116,5	180,7	159,6
13.11.96	21,4	24,5	23,3	131,4	183,9	166,8
25.11.96	21,8	24,6	23,3	144,7	189,9	171,0
09.12.96	22,5	24,6	23,5	155,5	196,9	182,1
23.12.96	23,0	24,6	23,6	163,7	196,7	185,0
06.01.97	23,0	24,7	23,6	166,4	197,9	185,8
tasa crec. cm/mes	0,9	0,3	0,3			
tasa. crec. g/mes				18,8	10,7	14,4

* Ejemplar muerto y sustituido

Tabla 2. Crecimiento en longitud (cm) y peso (g) del lenguado *Etropus ectenes* en ambiente controlado. IMARPE. 1996.

Fecha	Longitud (cm)		Peso (g)	
	1	2	1	2
13.11.96	21,1	23,8	57,8	85,3
25.11.96	21,1	24,0	60,2	93,5
09.12.96	21,1	24,0	65,8	11,5
23.12.96	21,2	24,0	68,6	108,6
06.01.97	21,4	24,0	72,6	110,8
21.01.97	21,4	24,0	72,5	108,8
Tasa Crec. g/mes			7,35	11,75

Tabla 3. Crecimiento en densidad (cél x 10⁶/mL) de microalgas en volumen de 2 L

Especie	<i>Dunaliella tertiolecta</i>		<i>Tetraselmis suecica</i>		<i>Chlorella</i> sp.		<i>Nannochloris</i> sp.		<i>Isochrysis galbana</i>	
	Densidad (cél x 10 ⁶ / mL)		Densidad (cél x 10 ⁶ / mL)		Densidad (cél x 10 ⁶ / mL)		Densidad (cél x 10 ⁶ /mL)		Densidad (cél x 10 ⁶ /mL)	
	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado
1	0,09	0.31	0.12	0.11	0.55	0.47	0.38	0.27	0.14	0.27
2	0,82	0.54	0.19	0.21	1.45	1.73	2.69	1.18	0.66	0.51
3	1,54	0.91	0.37	0.38	2.89	2.84	2.82	4.97	0.86	0.85
4	1,78	1.48	0.63	0.59	3.19	3.13	4.96	17.52	1.21	1.22
5	3,08	2.29	0.80	0.82	3.17	3.18	34.9	40.15	1.78	1.5
6	3,10	3.33	1.26	1.00	1.62	3.19	61.53	56.42	1.18	1.67
7	4,31	4.47	1.10	1.12			63.87	62.04	1.83	1.75
8	6,33	5.56					52.71	63.45	1.71	1.80
9	5,87	6.44					45.58	63.78	1.29	1.81
10	6,67	7.07								
11	8,11	7.49								
12	7,24	7.75								

TABLA 4. Densidades de las microalgas *I. galbana* y *Nannochloris* sp. obtenidas en las tasas de consumo del rotífero *B. plicatilis*. IMARPE 1996.

Especie de algas	Densidad (cél x 10 ⁶ / mL)			
	sin aplicación de aire		con aplicación de aire	
Repeticiones	inicial	final	inicial	final
<i>Isochrysis galbana</i>				
1	0,23	0,30	0,40	0,25
2	0,28	0,23	0,50	0,25
3	0,38	0,08	0,38	0,25
<i>Nannochloris</i> sp.				
1	1.88	0,53	1.08	0,43
2	1.38	0,70	1.13	0,30
3	0.98	0,45	1.08	0,28

TABLA 5. Tasas de Filtración (F) e Ingestión (I) del rotífero *Brachionus plicatilis* alimentado con dos especies de microalgas, en laboratorio. IMARPE 1996.

Especies de algas	Filtración (F)		Ingestión (I)	
	µL / h / rot		cél / min / rot	
Repeticiones y Promedio	sin aplicación de aire	con aplicación de aire	sin aplicación de aire	con aplicación de aire
<i>Isochrysis galbana</i>				
1	0,00	1,82	0,00	12,14
2	1,09	3,01	5,00	25,11
3	6,57	1,24	46,54	7,73
Promedio	2,55	2,02	17,18	14,99
<i>Nannochloris</i> sp.				
1	7,23	7,42	226,02	132,95
2	3,59	4,27	82,30	80,05
3	5,37	8,21	87,25	147,14
Promedio	5,40	6,63	131,86	120,05

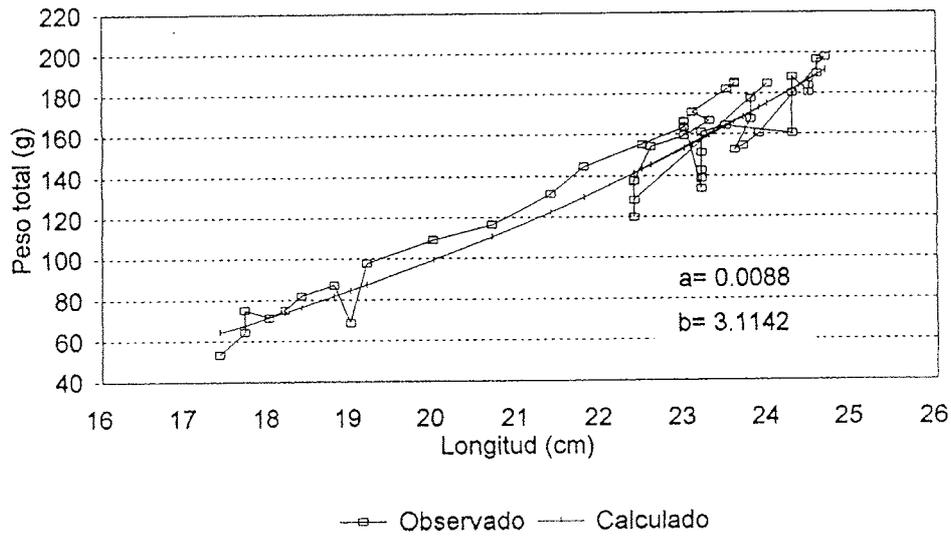


FIGURA 1. Relación longitud-peso del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado.

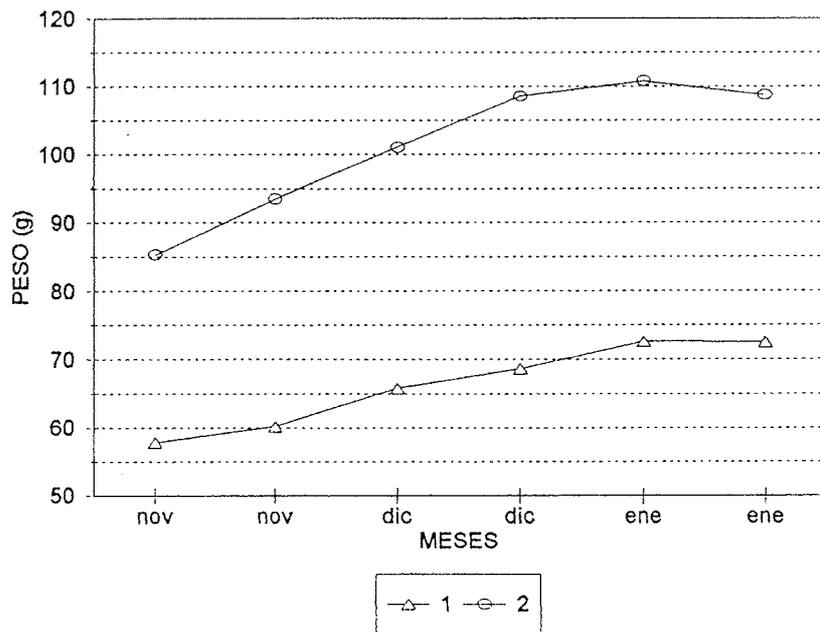


FIGURA 2. Crecimiento en peso (g) de *Etropus ectenes* en ambiente controlado.

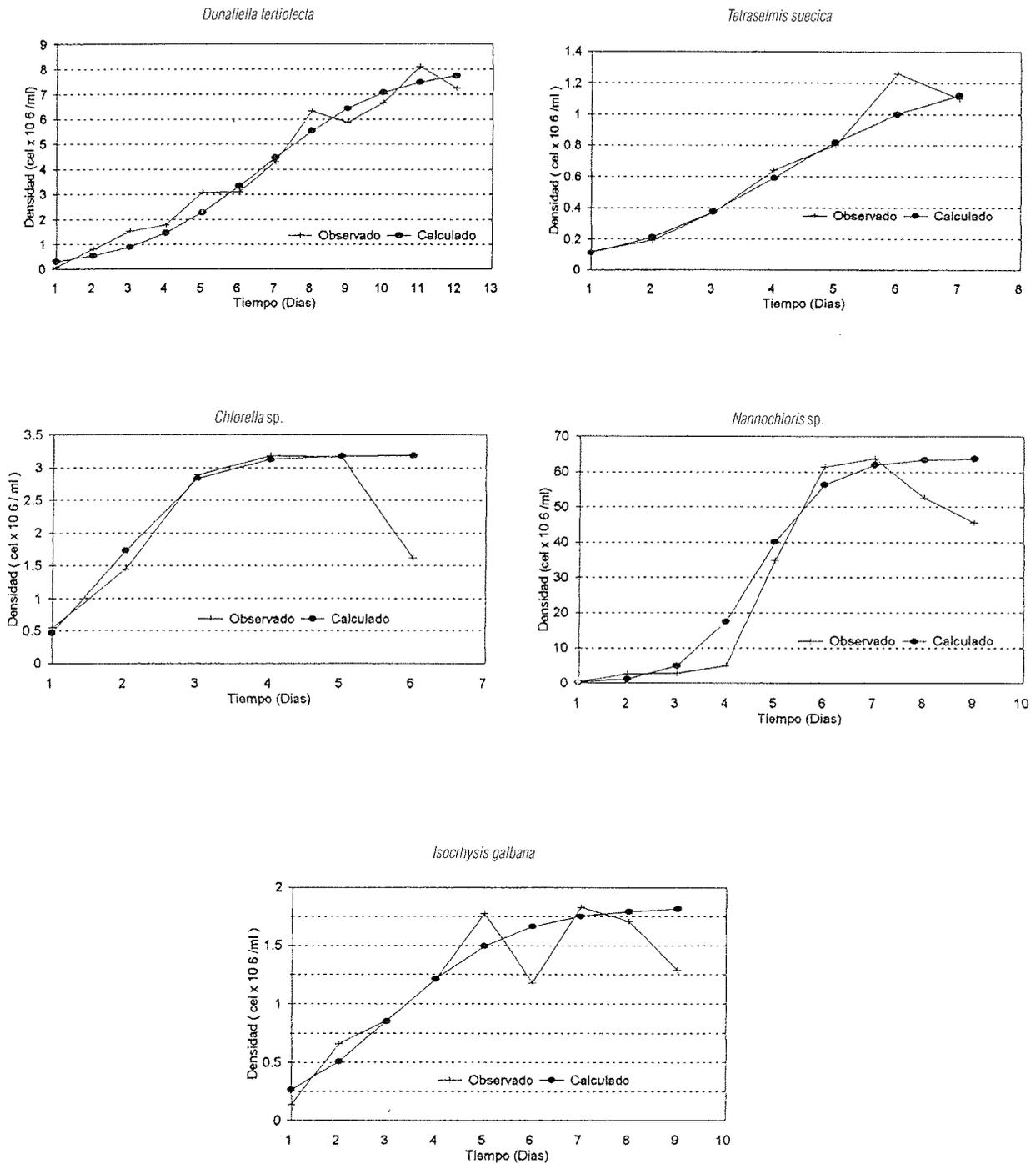


FIGURA 3. Curvas de crecimiento (cel. x 10⁶/ml) observadas y calculadas de microalgas en volumen de 2000 ml.



FIGURA 4. Juveniles de *Paralichthys adspersus* en un tanque 300 L. IMARPE 1996.



FIGURA 5. Medición de la longitud del *Paralichthys adspersus* con un malacómetro. IMARPE 1966.

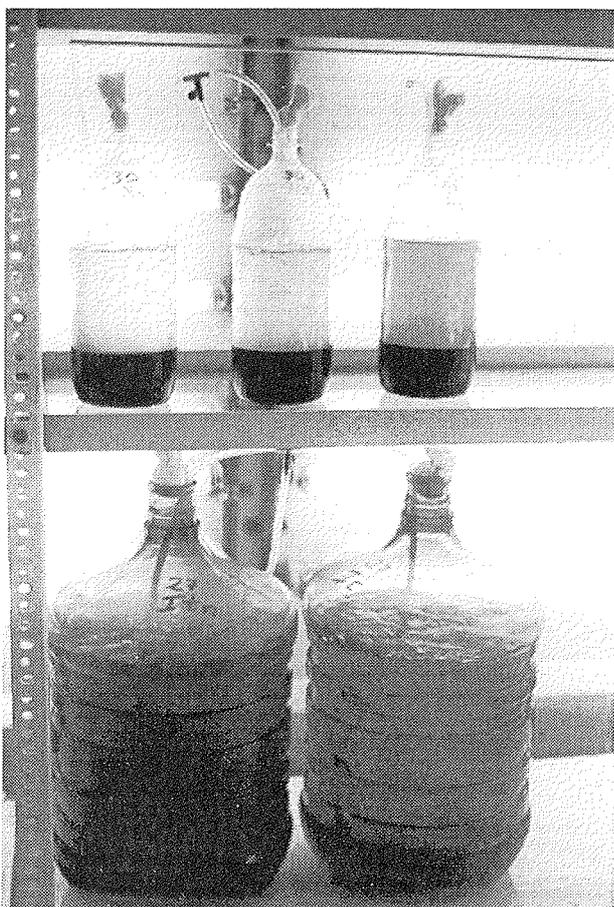


FIGURA 6. Cultivo de las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana*.

FIGURA 7. Evaluación de las tasas de filtración e ingestión del rotífero *Brachionus plicatilis*.



