

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES  
(FOULING) DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 1973/74 \*

Dr. Ricardo O. Bastida\*\*

Lic. Matilde E. Trivi de Mandri\*\*\*

Lic. Victoria Lichtschein de Bastida

Lic. Mirta E. Stupak\*\*\*

- \* Trabajo realizado con el aporte económico del LEMIT, CONICET, CIC y SENID, y por convenio con el Instituto de Biología Marina.
- \*\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET; Responsable del Area "Estudios sobre incrustaciones biológicas y biodeterioro en medio marino" del CIDEPINT.
- \*\*\* Becarias del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

---

## INTRODUCCION

---

Prosiguiendo con las investigaciones referentes a las comunidades incrustantes de los puertos argentinos, se ha llevado a cabo un nuevo estudio sobre balsa experimental durante otro período anual en el puerto de Mar del Plata. El mismo ha permitido ampliar la información acerca de la dinámica de las comunidades bentónicas locales, sobre las cuales se viene trabajando desde 1964.

En esta oportunidad se han desarrollado aspectos novedosos, no encarados anteriormente, como ser la evaluación de la biomasa de la comunidad asentada sobre paneles mensuales y acumulativos y su relación con los factores ambientales. La introducción de un nuevo diseño en los paneles experimentales, de menor superficie que los utilizados hasta el presente, facilitó la realización de esta tarea.

A su vez se ha profundizado en el estudio de los ciclos de fijación de especies no contempladas hasta el presente y que amplían notablemente el panorama de estas comunidades.

Los resultados de estas investigaciones, al margen del interés que revisten en el ámbito de la ecología bentónica, constituyen los elementos de referencia para el eficaz desarrollo de los estudios sobre pinturas anticorrosivas y anti-incrustantes, que se realizan en forma simultánea.

---

## AREA DE ESTUDIOS

---

El puerto de Mar del Plata ( $38^{\circ} 08' 17''$  S y  $57^{\circ} 31' 18''$  W) constituye la zona en la cual se iniciaron las investigaciones argentinas sobre fouling y sistemas de protección, y el área en la que ha sido posible acumular la mayor cantidad de información durante los últimos años. Además de su importancia económica, dicho puerto resulta de sumo interés en relación con nuestro tema de investigación, ya que en el mis-

mo se presenta un fouling altamente agresivo, probablemente el más intenso de toda nuestra costa.

Las características de la construcción de este puerto así como su tipificación ambiental, han sido exhaustivamente considerados en trabajos previos (Bastida, 1971 a y b; 1972).

Básicamente, por tratarse de un área de clima templado, presenta claras fluctuaciones estacionales en algunas de sus características ambientales, como así también en los ciclos biológicos de muchas especies integrantes de las comunidades incrustantes. Debido a ello, muchas especies suprimen su actividad reproductora durante los meses de invierno y su crecimiento se produce en forma muy lenta. En consecuencia, se observan ciclos de fijación estacionales cuya interpretación ecológica suele ser bastante complicada, por el hecho de que los procesos reproductivos de los organismos tienen un ritmo específico que les es característico. Este ritmo está impuesto por el tiempo requerido para la maduración de las gonadas de los adultos, el desarrollo de las larvas hasta el estado de fijación y el crecimiento de los organismos adheridos hasta el momento en que están capacitados para la reproducción.

Tales procesos, estrechamente vinculados con las características ambientales, pueden verse bruscamente interrumpidos cuando esas condiciones se tornan desfavorables. De la misma forma, pueden reiniciarse inmediatamente una vez reestablecidas las condiciones favorables.

En muchos casos, la fijación de los organismos y su dinámica general puede estar regulada por factores ambientales que han ejercido una determinada influencia en períodos previos. Por lo tanto, pueden no estar correlacionados con las condiciones del agua en el momento en que el fenómeno biológico se presenta.

Los períodos de fijación de diversas especies estudiadas en nuestra área a lo largo de varios años, nos indican que con el correr del tiempo pueden producirse variaciones bastante notables. De esta forma es factible notar, de un año a otro, ciertas diferencias en cuanto a la composición del fouling, al igual que en la relación numérica y de domi-

nancia de las especies que lo integran.

Otras variaciones que suelen aparecer con el tiempo son aquellas referentes a los ciclos de fijación de las especies, tanto en su fecha de iniciación como en la duración y fecha de finalización del mismo. Estas variaciones suelen deberse, entre otros factores, a las fluctuaciones que generalmente se presentan en el ritmo de la temperatura, adelantándose o atrasándose según los registros térmicos. Este es el caso de los serpúlidos (Mercierella enigmatica, Hydroides elegans, Hydroides plateni y Serpula sp.) y de los cirripedios (Balanus amphitrite y Balanus trigonus), en los cuales las variaciones en la iniciación y finalización del ciclo de fijación son controladas año a año por el ritmo de temperatura de las aguas.

En otros casos, ciertas variaciones pueden deberse a la actividad humana que se desarrolla en el ambiente portuario y que no siempre se correlaciona en forma directa con los procesos biológicos. Dentro de esta influencia podemos mencionar los aportes de contaminantes de diverso tipo, como así también el ingreso a la zona de organismos foráneos, transportados por los buques de gran calado. En cuanto al primer fenómeno, es factible observar la alteración del ritmo normal de ciertas especies e incluso su desaparición del área portuaria (por ejemplo, Bryopsis plumosa, Corallina officinalis, Polycera marplatensis, etc.). Por otra parte, los factores contaminantes condicionan un desarrollo notable de otros organismos, altamente resistentes e indicadores de dichos fenómenos, como es el caso de Polydora ligni, Sphaeroma cf. serratum, Balanus amphitrite, etc.

En cuanto al ingreso de nuevas especies al área, puede mencionarse el caso de Balanus glandula, Balanus improvisus, Bugula neritina, etc., que con su presencia suelen modificar provisoria o definitivamente la estructura del fouling local.

Estos pocos ejemplos sirven para comprender que las comunidades bentónicas del puerto de Mar del Plata presentarán una dinámica más compleja que aquéllas que se asientan sobre áreas costeras naturales, con condiciones ambientales y estructuras comunitarias más estables.

Los registros de temperatura que se vienen analizando desde el año 1965 presentan valores muy semejantes entre sí. Anualmente se observan pequeños desplazamientos en los grá-

ficos, aunque siempre se mantiene la misma configuración general.

Limitándonos al análisis de las curvas de temperatura correspondientes al presente período de estudio (fig. 1), se puede observar la estrecha relación existente entre la temperatura media del aire y la del agua. Analizando la parte ascendente de ambas curvas se evidencia que las temperaturas medias del aire siempre están por encima de las del agua, siendo el mes de octubre aquél en donde se registra la máxima diferencia entre ambas temperaturas, con una diferencia de aproximadamente  $3^{\circ}\text{C}$ ; en los otros meses la diferencia promedio es de alrededor de  $1^{\circ}\text{C}$ . La característica mencionada para esa porción de la curva se ha presentado en todos los gráficos obtenidos a partir de los datos recopilados desde 1965; en casos excepcionales, ambos valores de temperatura pueden llegar a coincidir durante algunos meses. El sector descendente de la curva muestra que durante ciertos períodos la temperatura media del aire puede estar por debajo de la del agua, produciéndose cruzamientos entre ambas curvas. Este fenómeno también se observa en todos los gráficos obtenidos durante los últimos diez años.

En cuanto al gráfico de temperaturas máximas y mínimas absolutas del agua, puede observarse que existe una amplitud bastante uniforme a lo largo del año que, en algunos casos, como en diciembre de 1974, puede alcanzar valores de aproximadamente  $10^{\circ}\text{C}$ . La amplitud de temperatura del agua a lo largo del año de estudio ha sido de  $16,5^{\circ}\text{C}$  aproximadamente (con una máxima de  $23,2^{\circ}\text{C}$  en el mes de enero y una mínima de  $6,7^{\circ}\text{C}$  en el mes de agosto, expresado en valores absolutos) o de  $12^{\circ}\text{C}$  (con una máxima de  $21^{\circ}\text{C}$  en el mes de marzo y una mínima de  $9^{\circ}\text{C}$  en el mes de agosto, expresado en valores promedio).

Las variaciones de temperatura que se producen en el día disminuyen progresivamente desde enero hasta encontrar el mínimo en el mes de mayo, para luego aumentar y mantenerse más o menos estable, alcanzando abruptamente la mayor diferencia en el mes de diciembre.

La salinidad del agua en el puerto de Mar del Plata no ejerce mayor influencia sobre los ciclos de fijación y desarrollo del fouling local. Durante el año 1974 su valor osciló entre  $32,0$  y  $33,7^{\circ}/_{00}$ . Sin embargo en otros períodos pre-

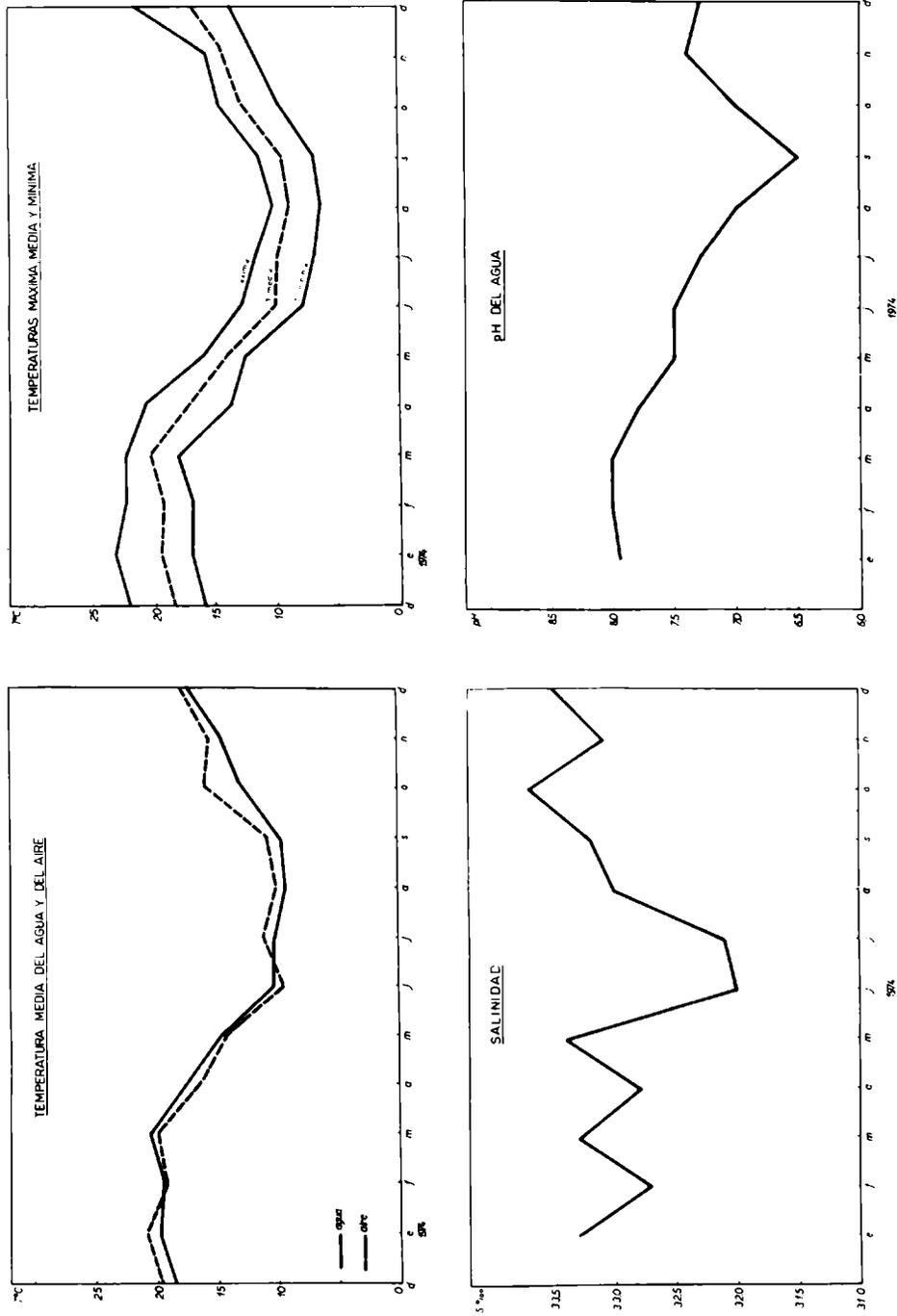


Fig. 1.- Valores de temperatura, salinidad y pH

vios (1966/67), se han observado mayores variaciones (31,4-35,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub>). A través del análisis de varios años consecutivos, se ha podido determinar que el área portuaria presenta un rango de salinidad más amplio que el del área externa circundante; esto se debe a la influencia que ejercen las precipitaciones pluviales y los desagües, así como también a la falta de una renovación drástica de sus aguas.

Un factor que debe ser objeto de control continuo en nuestra zona de estudios es el pH del agua, ya que está íntimamente ligado al fenómeno de contaminación. Por otra parte, las variaciones de pH en relación con los ensayos de sistemas de control, deben ser estrictamente registradas, pues las pinturas antifouling están formuladas para actuar en un medio levemente alcalino como el que constituye el agua de mar normal (Rascio, 1973). La mayor parte de las mediciones efectuadas durante el presente período arrojaron valores superiores a pH 7, excepto en el mes de setiembre. No se descarta la posibilidad de que los valores bajos correspondan a aquellas inspecciones en balsa que coincidieron con la baja marea, momento en el cual las aguas contaminadas de banquina se aproximan a la zona de emplazamiento de la balsa, ya que los valores de pH no son el resultado de un promedio de observaciones diarias sino que corresponden al día de inspección mensual.

La mayor contaminación del puerto de Mar del Plata es producida por materia orgánica originada a partir de los desagües industriales y sanitarios. A esto se suma la contaminación por hidrocarburos, provenientes de las embarcaciones. La contaminación por materia orgánica, que en el caso de numerosos organismos detritívoros indica un aumento en la disponibilidad trófica, ha favorecido el desarrollo de ciertas especies del bentos. Como consecuencia de ello se ha producido un fouling sumamente agresivo y de muy rápido desarrollo. A su vez, el aporte de materia orgánica externa al sistema y su posterior transformación en nutrientes resulta en una alta productividad primaria, que repercute en los niveles tróficos sucesivos.

Durante el presente ciclo y en la zona de emplazamiento de la balsa experimental, la contaminación se ha mantenido estable, aunque en años anteriores el fenómeno se ha presentado en forma bastante aguda, con bruscos descensos en

los valores de pH y contenido de  $O_2$  de las aguas.

---

## METODOLOGÍA

---

Para el desarrollo de estas investigaciones ecológicas resulta imprescindible contar con sustratos artificiales de características, superficies y fechas de inmersión conocidas y, a la vez, tener la posibilidad de realizar observaciones periódicas a lo largo del ciclo programado.

Se trabajó en la balsa experimental fondeada en el puerto de Mar del Plata (Bastida, 1971 a y b; 1972).

En los bastidores de la balsa se ubican cuatro paneles, a diferente profundidad: el panel superior o panel de línea (A), parcialmente sumergido, y los tres restantes o paneles de carena (B, C y D) están totalmente sumergidos a profundidades variables, entre 0,50 y 2 metros.

Los paneles experimentales fueron confeccionados en acrílico inerte, previamente arenados a presión, con el objeto de otorgarles suficiente rugosidad y permitir una eficaz fijación de las larvas, evitando así el desprendimiento de los organismos. Se usaron paneles de 10 cm de ancho y 46 cm de longitud, para los de línea, y de 36 cm de longitud para los de carena.

La superficie es menor que la de los empleados en los ensayos previos, lo que permite el cómodo traslado al laboratorio para su análisis bajo estereomicroscopio, sin necesidad de desprender los organismos adheridos; además se puede aumentar la cantidad de paneles disponibles.

Las dimensiones de los paneles se encuentran dentro de los valores del área mínima, de acuerdo a los cálculos realizados durante estudios preliminares.

A fin de computar sólo los organismos fijados sobre el anverso de las superficies citadas, se trabajó sobre paneles dobles colocados en forma superpuesta. De ellos sólo se

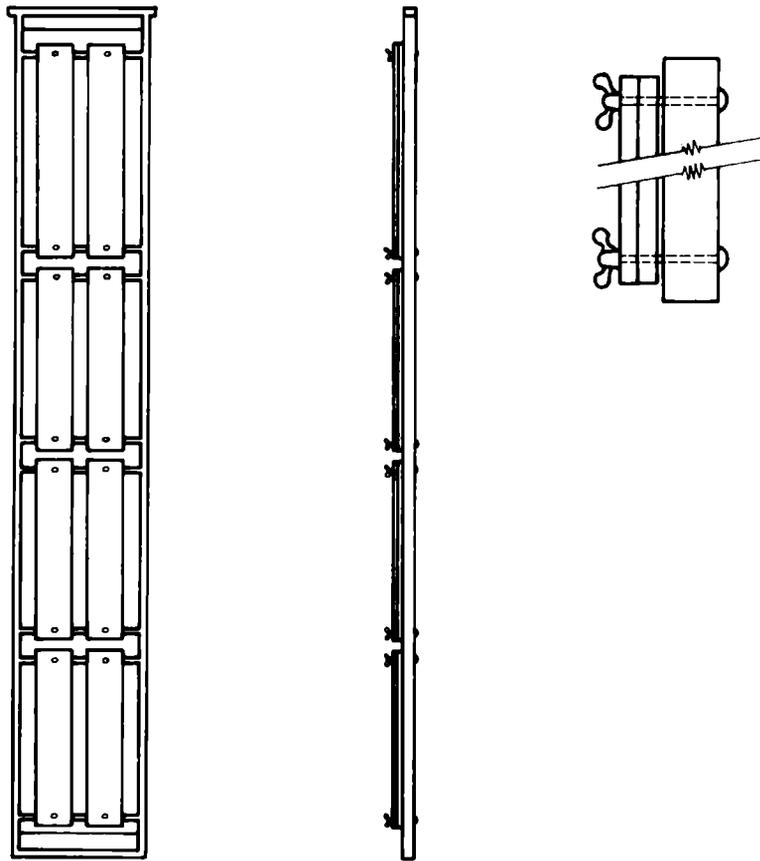


Fig. 2.- Detalle del bastidor con los paneles de acrílico

retiró en cada oportunidad el superior, reemplazándolo por otro similar, perfectamente limpio y arenado (fig. 2).

La experiencia fue proyectada con el fin de obtener a lo largo del período anual (18/XII/73 - 18/XII/74), una muestra de fouling mensual y otra de fouling acumulativo, de acuerdo con la metodología empleada en ensayos anteriores en los diferentes niveles de profundidad citados (Bastida, 1971 a). Los paneles mensuales corresponden a la fijación registrada en los treinta días previos al muestreo y los acumulativos al estado de la comunidad desde la iniciación del ensayo hasta el momento del muestreo.

En cada inspección los paneles fueron fotografiados y luego separados del bastidor, colocados en bolsas indivi-

duales de polietileno con solución de formol neutralizado al 5 por ciento y acondicionados en un recipiente para su transporte. Una vez en laboratorio se esquematizó sobre papel y a igual escala la distribución de los organismos, procediéndose luego a desprender los mismos del sustrato. Los esquemas obtenidos resultan útiles para ampliar la información general sobre los integrantes de la comunidad y sus diversas interrelaciones (epibiosis, competencia, etc.), así como para conocer la distribución espacial de las diversas especies. Los esquemas citados se emplearon, además, en la tarea de fotointerpretación.

Para el estudio cuantitativo de las muestras de fouling, se aplicaron distintos métodos, teniendo en cuenta las características del material y los aspectos que interesaba destacar.

Para la mayor parte de las especies se siguió el criterio de aplicar una escala de abundancia relativa, según la norma empleada anteriormente (Bastida, 1968 al presente), y que comprende cuatro categorías (A, abundante; F, frecuente; E, escaso; R, raro).

En el caso de ciertas especies solitarias, de fundamental importancia dentro del fouling, se efectuaron recuentos numéricos.

---

#### FLUCTUACIONES DE LA BIOMASA DEL FOULING

---

Con la finalidad de determinar las características del fouling desde el punto de vista cuantitativo, se procedió a estudiar los valores de biomasa registrados tanto sobre paneles mensuales como acumulativos. Dado que hasta el presente en ningún caso se habían efectuado determinaciones de biomasa sobre el conjunto de la comunidad, se obtuvieron tres tipos de pesos distintos (húmedo, seco y cenizas). De esta forma se pretende determinar la precisión de cada uno de ellos y decidir cuál será el más conveniente a adoptar en futuros estudios de este tipo, corroborando a la vez cualquier aspecto a través de tres diferentes determinacio-

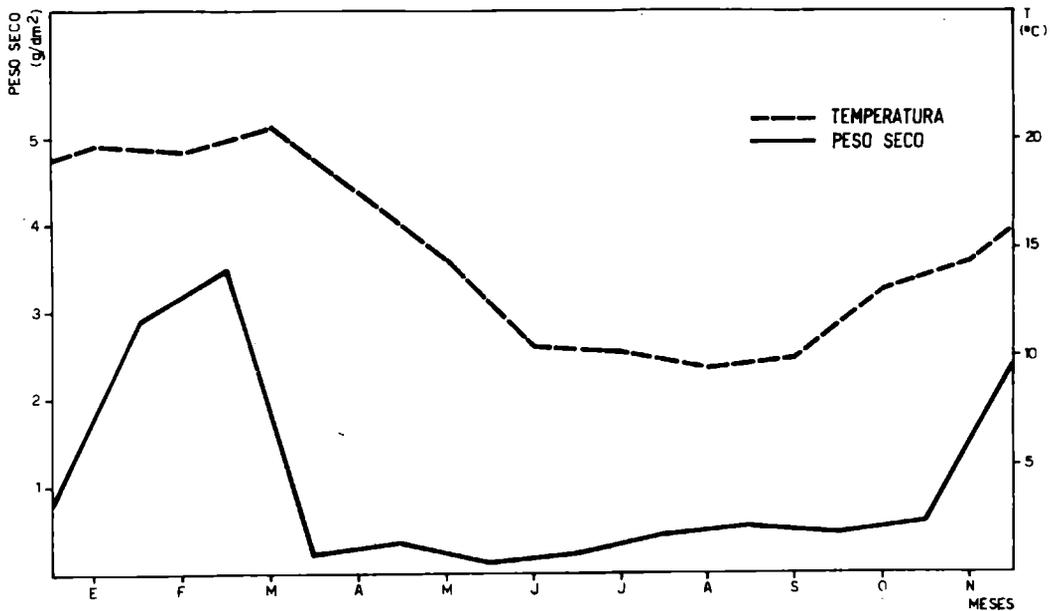


Fig. 3.- Temperatura media del agua y biomasa del fouling

nes.

El material procesado para la evaluación de la biomasa provenía del reverso de los paneles de los cuales se extraían las muestras para efectuar las determinaciones sistemáticas, recuentos, patrones de distribución, etc. Las muestras fueron tratadas de acuerdo a los métodos clásicos. Los valores obtenidos durante cada uno de los meses y en sus diversos niveles de profundidad se detallan en las tablas II y III (apéndice).

La validez de las tres determinaciones de peso obtenidas se evidencia claramente a través del análisis de los gráficos respectivos (fig. 3 a 7). En dichos gráficos, tanto los correspondientes a la serie de paneles mensuales como a la de acumulativos, considerados en cada uno de los cuatro niveles estudiados o en conjunto, se observa la estrecha correlación existente entre los valores de peso seco, húmedo y cenizas. Las inflexiones de las curvas se corresponden perfectamente en cualquiera de los tres pesos. Este

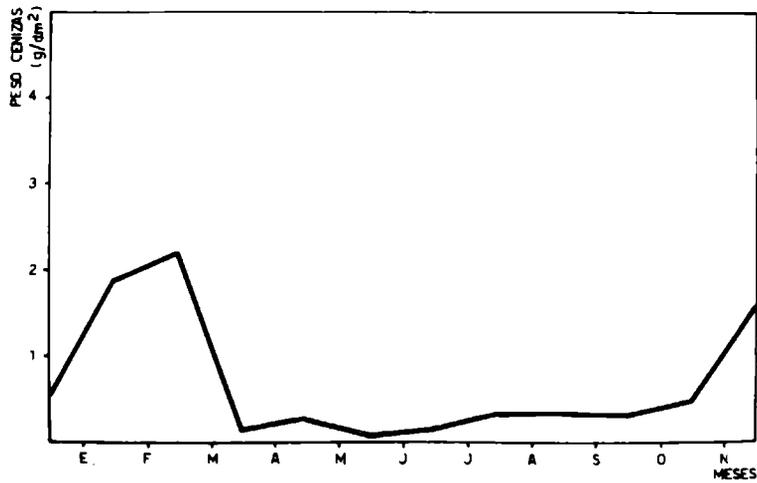
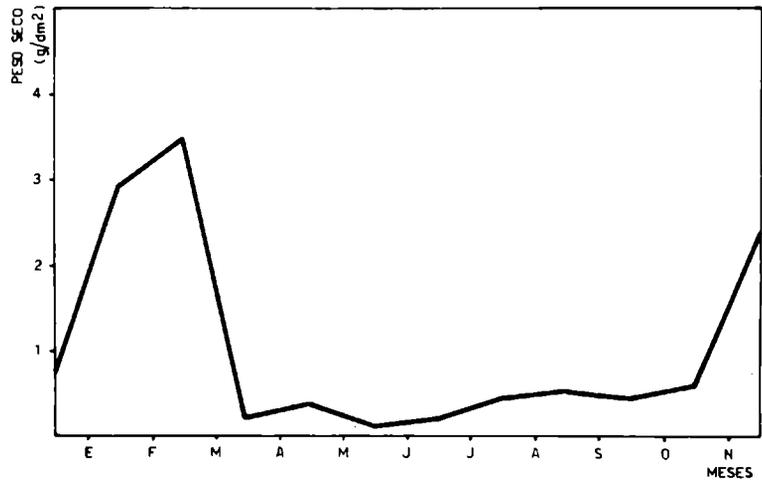
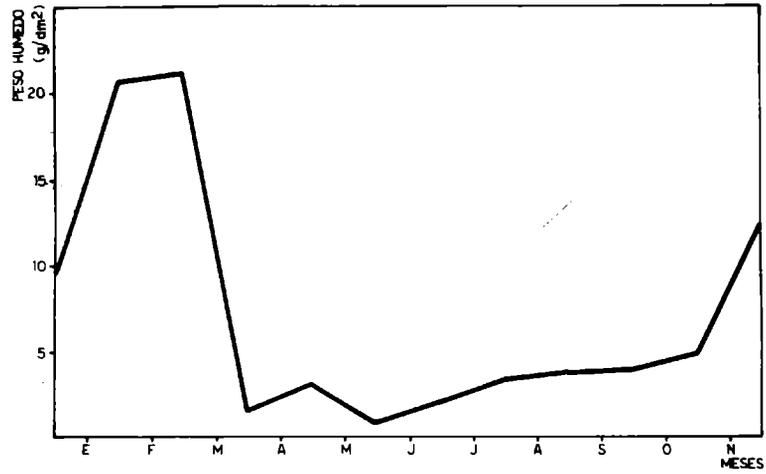


Fig. 4.- Biomasa del fouling de paneles mensuales; promedio de los valores obtenidos en los niveles A, B, C y D

hecho nos está indicando, por una parte, que el peso húmedo, pese a tratarse de una determinación con un margen de error bastante elevado debido a la dificultad de lograr un grado de humectación uniforme de las muestras, puede ser adoptado como un excelente valor de biomasa de fouling. Esto es importante, ya que en los estudios de este tipo suele trabajarse con un gran número de muestras y se requiere que los datos sean elaborados en forma rápida.

El peso húmedo, en cambio, no suele resultar de utilidad si se desea estudiar en particular alguna especie de la comunidad, dado que en ese caso la muestra es de un tamaño más reducido y el error del método conduce a la obtención de datos de dudoso valor.

Los valores de peso seco son los que proporcionan una idea más acertada de la biomasa y el margen de error es mucho más pequeño que en el caso anterior. Tiene como desventaja que el tratamiento de las muestras requiere un mayor tiempo y además las mismas no pueden ser empleadas para otros estudios biológicos luego de ser procesadas.

El peso de las cenizas por sí solo no brinda utilidad para conocer las fluctuaciones de biomasa del fouling. Sin embargo, constituye un buen complemento del peso seco en la evaluación del porcentaje de organismos con caparazones calcáreos. En nuestro caso los valores elevados del peso de cenizas nos están indicando una intensa fijación de cirripedios. Tiene como desventaja que es un método bastante trabajoso y que, en algunos casos, las muestras calcinadas suelen ser muy pequeñas.

La determinación de volumen del fouling por desplazamiento no fue realizada durante este ensayo, pero los datos obtenidos en trabajos previos (Bastida, Adabbo y Rascio, 1976) nos indican que se trata de un buen método para evaluar la biomasa del fouling, además de tener la ventaja de la rapidez en las determinaciones.

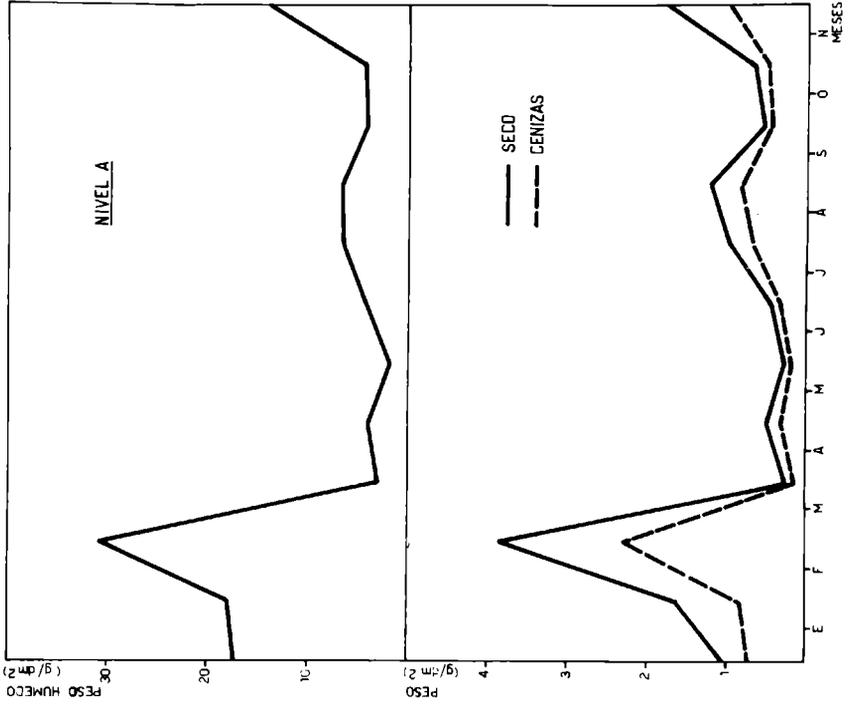
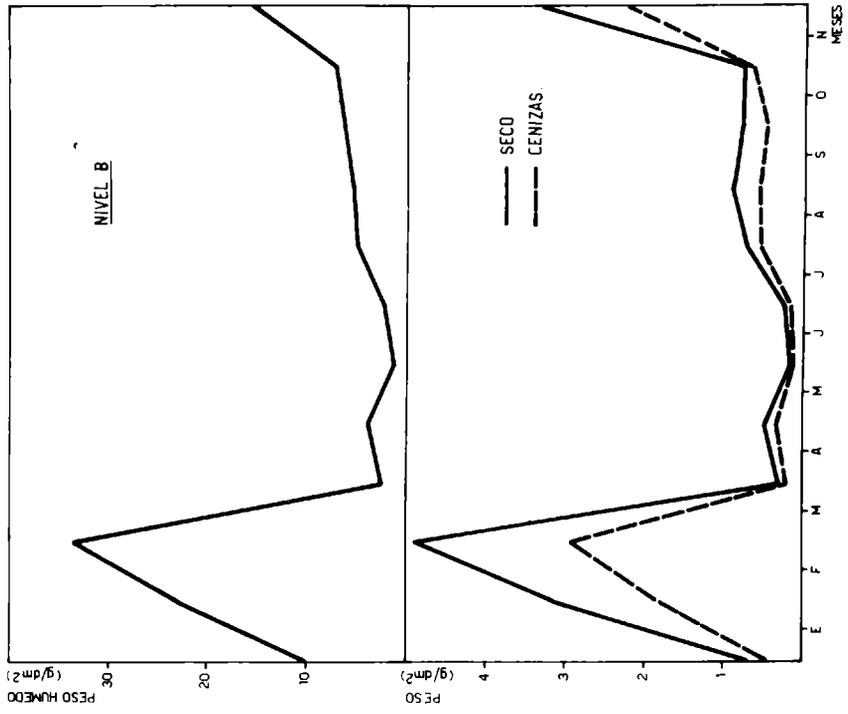
La intensidad de la fijación de fouling (paneles mensuales) en el puerto de Mar del Plata siempre ha estado vinculada estrechamente con la temperatura del agua. Esto ha sido observado y corroborado en estudios previos mediante el empleo del método de identificación de estados de desarrollo de la comunidad (Kawahara, 1962; Bastida, 1971 b) y su correla-

ción gráfica y estadística con los valores de temperatura del agua. Dado que el concepto de estados de desarrollo está vinculado en parte con los valores de biomasa, era de esperar que en la serie de paneles mensuales se presentara una correlación entre biomasa y temperatura del agua.

En la fig. 3 pueden observarse conjuntamente las curvas de temperatura media del agua y el peso seco de las muestras provenientes de paneles mensuales, expresados sobre unidad de superficie. Ambas curvas presentan una forma semejante, lo que de por sí nos está indicando la correlación de la fijación del fouling con el factor temperatura. Sin embargo, realizando un análisis más detallado, puede observarse a partir de marzo un brusco descenso que no se corresponde con el leve descenso de la temperatura. La mayor fijación de fouling se ha producido entre el 18/II/74 y el 18/III/74 con  $3,48 \text{ g/dm}^2$ , expresado en peso seco. A partir de allí se produce, en los treinta días subsiguientes, el mencionado descenso en el ritmo de fijación, alcanzando valores de  $0,20 \text{ g/dm}^2$ . Basándonos en los datos previos sobre estados de desarrollo del fouling, efectuados durante el período 1966/69 (Bastida, op. cit.), vemos que los meses de otoño corresponden a un estado II ( $E_{II}$ ) de desarrollo y al subestado IIB y IIC, que significa mediana fijación.

Los valores de biomasa obtenidos a partir de marzo pueden considerarse mínimos y sin duda alguna responden a una anomalía de las condiciones ambientales. Los cálculos predictivos referentes a la configuración térmica de ese año indican que los valores mínimos de biomasa deberían corresponder al mes de setiembre, ya que en condiciones normales el estado I ( $E_I$ ) de desarrollo, que sería aquel de menor biomasa, se produce por las temperaturas medias más bajas de los dos meses anteriores.

Cabe mencionar que, bajo condiciones normales, la fijación sobre paneles mensuales nunca desciende bruscamente de un mes a otro. Con el descenso mensual de la temperatura, se produce una menor fijación de organismos y un crecimiento más lento de los contingentes colonizadores. El proceso inverso, es decir el aumento de la fijación por incremento de la temperatura, puede presentarse en forma más



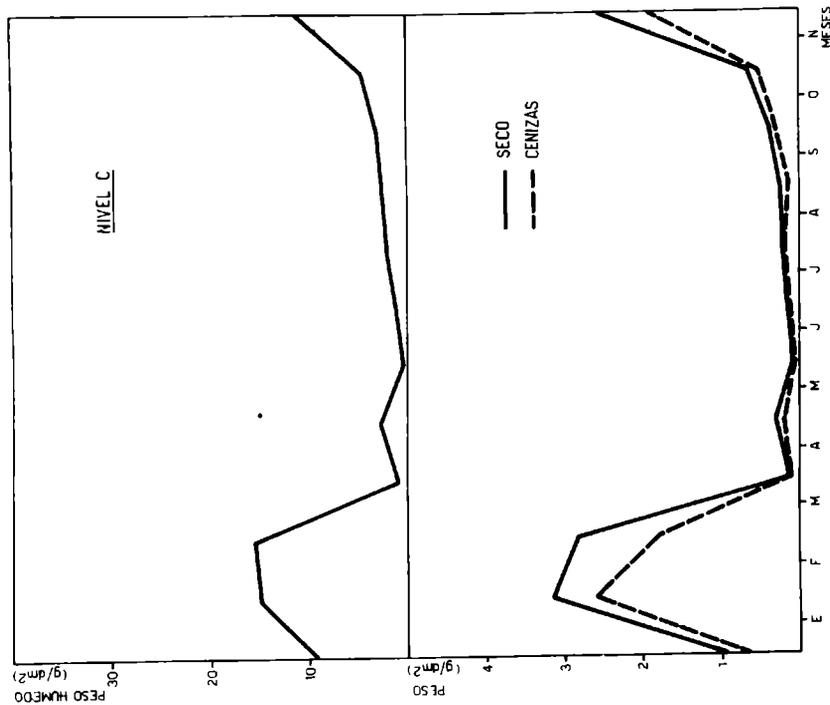
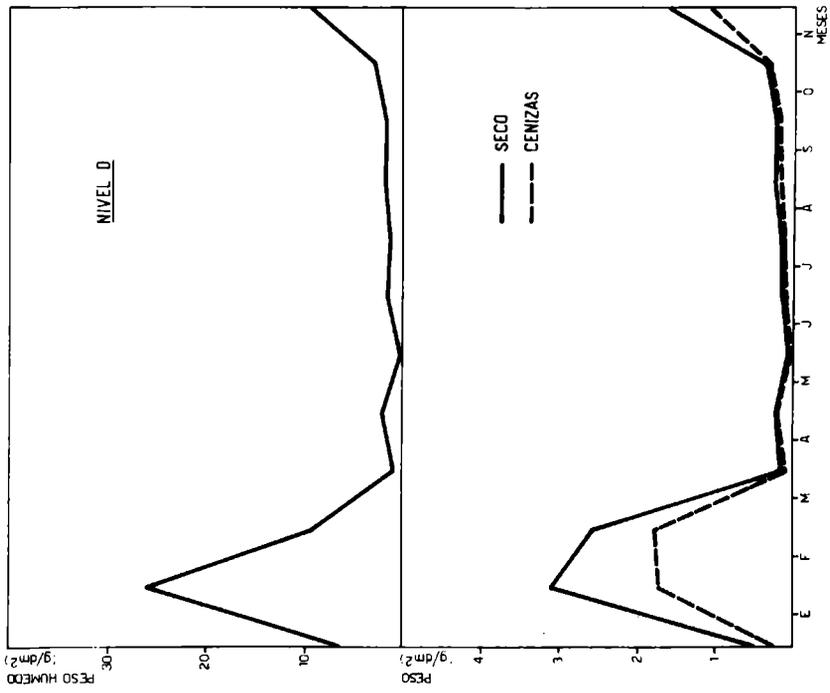


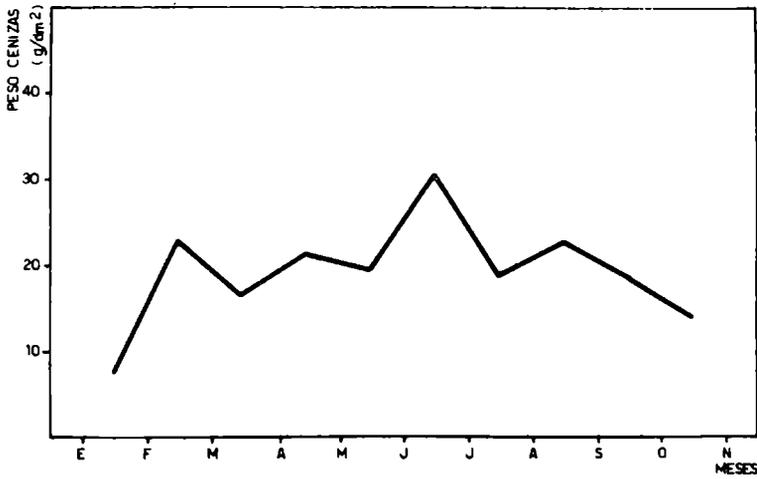
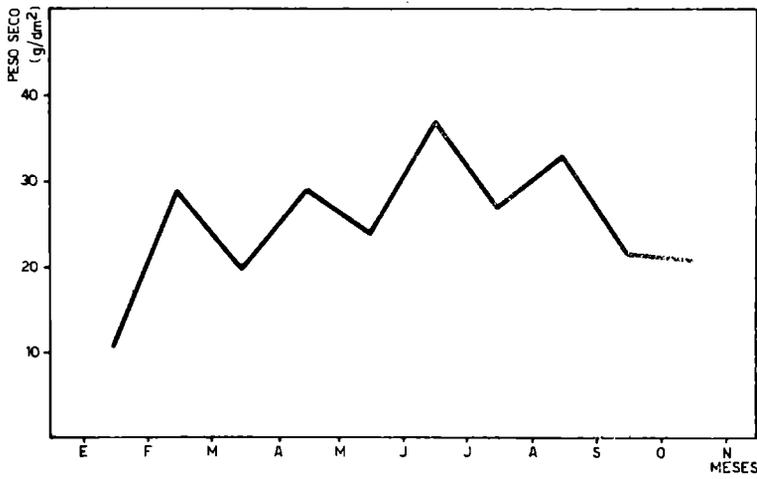
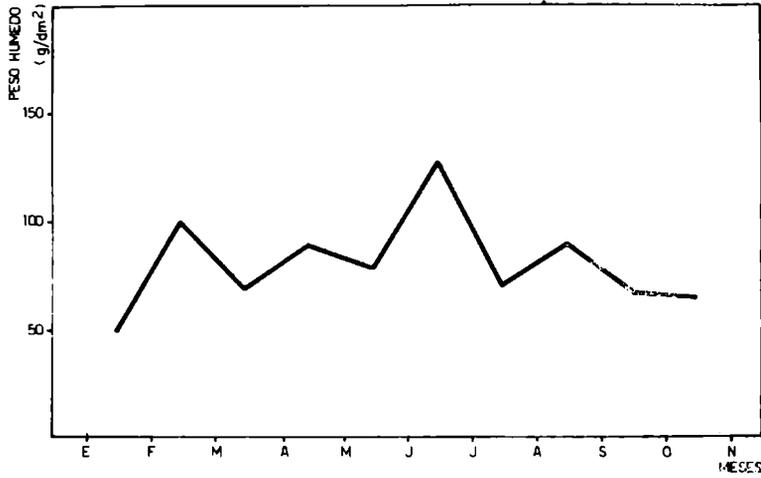
Fig. 5.- Biomasa del fouling de paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad

brusca, por lo tanto el aumento de biomasa que se observa al final del período (fig. 3 a 5) puede considerarse normal.

Con respecto a la velocidad con que se produce el aumento y el descenso del fouling, expresados en términos de estados de desarrollo, se puede señalar a título ilustrativo que para pasar de un  $E_{III}$  (máximo grado registrado para los paneles mensuales del área estudiada) a un  $E_I$  (mínimo grado registrado), son necesarios aproximadamente de cinco a ocho meses. En cambio para pasar de un  $E_I$  a un  $E_{III}$ , sólo se necesitan de tres a cuatro meses, debido a la influencia del aumento de la temperatura.

La temperatura del agua juega un papel distinto, según se analice la serie de paneles mensuales o acumulativos; ya se ha visto que en los paneles mensuales el grado de fijación o biomasa del fouling es directamente proporcional a la temperatura. En los paneles acumulativos (fig. 3, 6 y 7), la temperatura ejerce una influencia parcial, pudiéndose observar que las curvas térmicas y las de biomasa no se corresponden. Esto se debe básicamente a que la temperatura sólo influye en forma evidente durante el proceso inicial de colonización de los sustratos artificiales y durante las primeras etapas sucesionales de la comunidad. Es así que luego de dos meses de inmersión se llega a un valor de  $10,48 \text{ g/cm}^2$  de peso seco, resultado de la fijación registrada durante sesenta días y del crecimiento de los mismos organismos desde el comienzo del ensayo. Las etapas posteriores hasta el momento de alcanzar un estado de tipo climácico, se suceden al margen del factor temperatura, a manera de etapas ya establecidas dentro del proceso dinámico de la comunidad.

Comparando los gráficos de temperatura y biomasa de los paneles acumulativos (fig. 3, 6 y 7), solamente se observan coincidencias durante los primeros meses del ensayo, hasta llegar a  $27,72 \text{ g/dm}^2$ . Es lógico que esto sea así, pues los primeros meses corresponden a altas temperaturas del agua, lo cual queda expresado en el ambiente como una rápida y diversificada colonización de los sustratos duros y un marcado desarrollo de los individuos. De esta forma, la comunidad ya tiene los elementos básicos para su evolución y prosperará al margen de las fluctuaciones térmicas. Vemos así que, a pesar de que a partir de marzo la temperatura desciende en forma marcada, los valores de biomasa tienden a ir aumentando hasta



6.- Biomasa del fouling de paneles acumulativos, promedio de los valores obtenidos en los niveles A, B, C y D

alcanzar los máximos entre junio y julio (37,42 g/dm<sup>2</sup>).

Las diversas fluctuaciones de las curvas en paneles acumulativos responden a la dinámica interna de la comunidad y generalmente los descensos son consecuencia del cumplimiento del ciclo biológico por parte de los contingentes colonizadores.

Cabe señalar que durante este período se han registrado las fluctuaciones menos marcadas en los valores de biomasa. En años anteriores, ha podido observarse que en la serie de paneles acumulativos se presentan dos o tres estados de tipo climáxico. Estos estados generalmente se corresponden con los valores de mayor biomasa, tienen una corta duración y luego declinan notablemente al cumplir los integrantes de la comunidad sus ciclos biológicos respectivos. Luego de estos bruscos descensos, los paneles quedan casi totalmente desnudos y en condiciones de comenzar un nuevo ciclo de fijación, con la posterior evolución de una nueva comunidad.

Si bien las comunidades de los paneles acumulativos van siguiendo cierto ritmo fluctuante, en ningún caso se llegó a una declinación total. Esto se ha debido fundamentalmente a que durante el presente ensayo, Ciona intestinalis no se ha constituido en la especie dominante. Cuando este tunicado actúa como dominante a lo largo de todo el año, es responsable de más del 80 por ciento de la biomasa de la comunidad y a su vez se constituye en importante sustrato de los organismos que forman parte de la misma. Dado que debido a las condiciones ambientales del área portuaria, el crecimiento de Ciona intestinalis es notablemente acelerado, las etapas con características climácicas o de máxima maduración no suelen perdurar por mucho tiempo. Es así que los ejemplares de Ciona cumplen su ciclo de vida y se desprenden de los paneles, arrastrando con ellos gran parte de los componentes de la comunidad que sobre ellos se asientan.

Sin duda alguna, las comunidades asentadas sobre la balsa experimental siguen un ritmo particular, distinto al que puede observarse en aquellas que se encuentran sobre los sustratos naturales del área, así como sobre las construcciones portuarias. La balsa experimental, por una par-

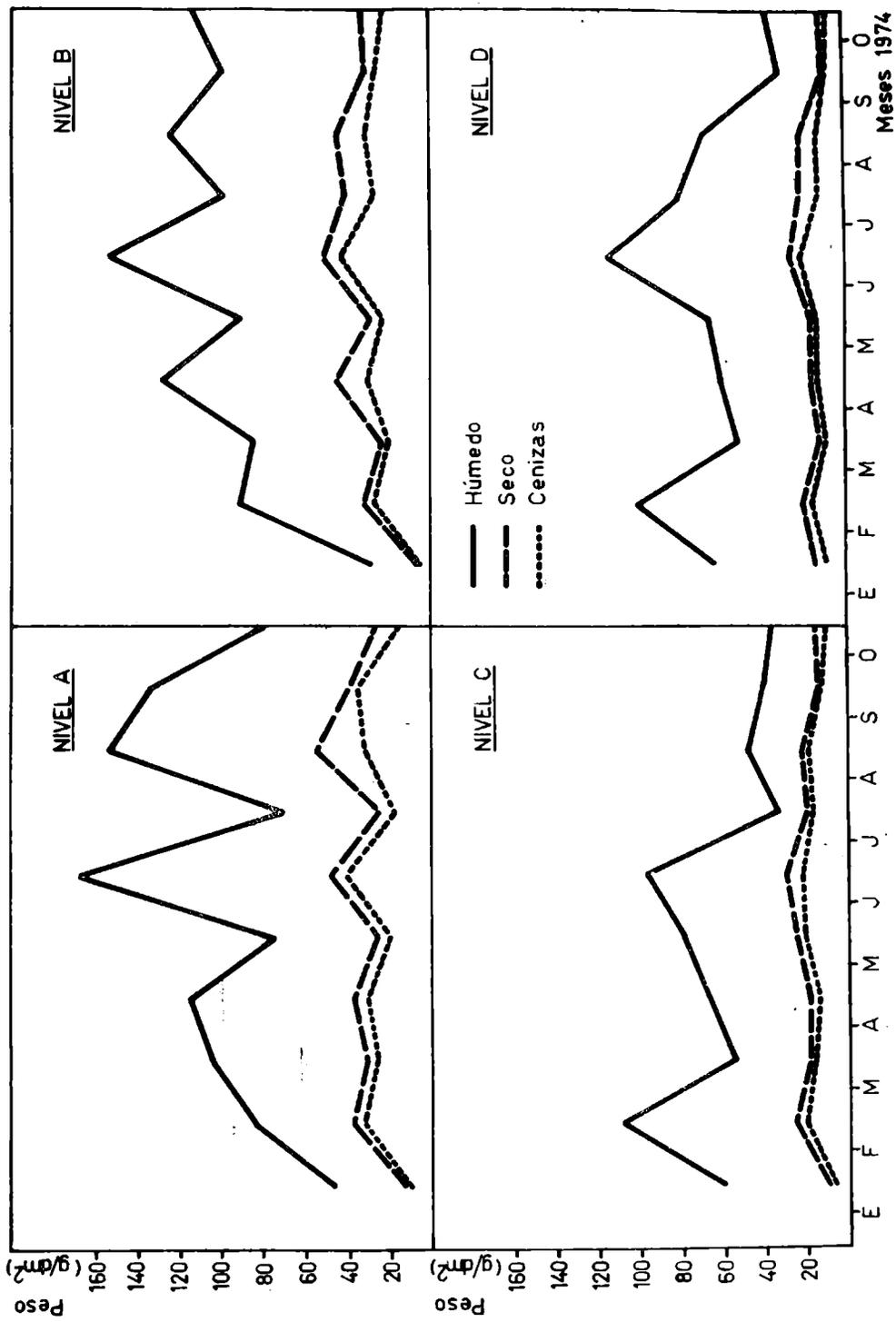


Fig. 7.- Biomasa del fouling de paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad

te, es un sustrato flotante, aislado del fondo y de las estructuras portuarias circundantes. Por otra parte, los paneles son sumergidos en forma simultánea, de tal manera que la colonización del sustrato, la evolución de la comunidad y su posterior declinación, tienen lugar también simultáneamente en todos ellos.

Estos procesos, que en la balsa se producen en forma generalizada, ocurren de manera localizada en las construcciones portuarias vecinas. Esto se debe a que en dichas zonas, la colonización no se produce en un mismo momento sino en distintas etapas, siguiendo un ritmo propio que escapa al control directo y periódico. A partir de allí pueden presentarse dos fenómenos, tendientes ambos al equilibrio del sistema. Uno de ellos sería la reiniciación del ciclo de colonización en las zonas que quedan al descubierto, tal como se observa sobre balsa experimental. El otro proceso sería la invasión por parte de los integrantes de la comunidad circundante, del sustrato expuesto (Bastida, 1971 a).

De acuerdo a nuestras observaciones, en las construcciones portuarias se presentan ambas alternativas a la vez, dependiendo el predominio de una u otra del estado de la comunidad y de la época del año.

Comparando una vez más la curva de biomasa de paneles acumulativos con aquella correspondiente a los mensuales, podemos observar que en la primera no se produce ningún descenso brusco entre febrero y marzo, como se ha presentado en los mensuales. Ya hemos señalado que el mismo no está regulado por la temperatura del agua y que se trata indudablemente de una anomalía ambiental. El hecho de que este descenso no se registrara en los paneles acumulativos nos está indicando que se trata de un factor que ha actuado sobre los procesos de reproducción o sobre la fijación y desarrollo larval.

En base a los valores de biomasa obtenidos durante el presente ensayo, pudo analizarse por primera vez la productividad de cada uno de los niveles en que están ubicados los paneles (A, B, C y D). Observando los gráficos correspondientes (fig. 5 y 7), tanto en paneles mensuales como en acumulativos, puede llegarse a la conclusión de que los niveles A (panel de línea) y B (primero de carena) son los de mayor biomasa. Por otra parte, cabe señalar que los paneles A y B

presentan una mayor diversidad específica, debido, entre otros factores, a la estratificación de los componentes vegetales y a su dominancia en aquellos niveles mejor iluminados.

---

#### CICLOS DE FIJACION REGISTRADOS SOBRE PANELES MENSUALES

---

En base al análisis de la serie de paneles mensuales, ha sido posible bosquejar los ciclos de colonización de las principales especies del fouling local. Los mismos se han venido registrando desde el inicio de las investigaciones sobre balsa experimental y constituyen elementos de referencia básicos para los estudios sobre comportamiento de pinturas antifouling (Rascio, Bastida y Caprari, 1969; Rascio y Caprari, 1968; 1969, 1970).

De las muestras coleccionadas a lo largo del ciclo anual, se obtuvieron datos de frecuencia relativa, utilizando la escala empleada en trabajos previos y semejantes a la de uso internacional (O.C.D.E., 1966; Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975). Los valores de abundante, frecuente, escaso y raro están representados por trazos de distinto grosor en los gráficos correspondientes, que se indican en las fig. 8 a 13. En aquellas especies altamente agresivas y de gran resistencia a la acción de los tóxicos (por ejemplo, cripedios), se efectuaron recuentos numéricos.

La continuidad en este tipo de observaciones permite además, realizar cálculos predictivos que resultan de gran utilidad práctica en relación a las fechas en que las embarcaciones deben ser carenadas o entrar en servicio.

#### DIATOMEAS

Estos vegetales juegan un rol muy importante durante las primeras etapas de las comunidades asentadas sobre paneles mensuales, ya sea en lo que se refiere a su participación en los fenómenos de sucesión ecológica, como así también en la trama trófica del fouling (Bastida y L'Hoste, 1976).

Las diatomeas han estado bien representadas en todos los estudios realizados hasta el presente, tanto cualitati-

va como cuantitativamente. Durante los primeros ensayos en balsa experimental, los integrantes del grupo fueron graficados en conjunto. Recién a partir del período 1969/70 fue posible representarlos gráficamente a nivel de género o especie, dependiendo de las dificultades surgidas en la determinación sistemática. De esta forma, ha sido posible conocer más profundamente el comportamiento del grupo, los ciclos de fijación de las principales especies, su distribución vertical, etc. Estos aspectos están a su vez relacionados con la evolución y desarrollo de la comunidad toda, ya que el sustrato trófico fundamental lo constituyen el detrito y las diatomeas bentónicas.

Cabe mencionar que, para realizar un estudio ecológico profundo sobre alguna especie de diatomea en particular, sería necesario acortar notablemente la periodicidad de los muestreos. Las recolecciones mensuales resultan insuficientes, especialmente durante la estación cálida, ya que en esos meses las primeras etapas sucesionales de la comunidad se cumplen en los primeros días de inmersión. Luego de un cierto período, las diatomeas son desplazadas por otras especies (Bastida, 1971 a y b).

El ciclo de colonización de los sustratos artificiales comienza con la fijación de bacterias, que tiene lugar casi inmediatamente después de sumergidos los mismos. La concentración de bacterias puede ser muy importante, alcanzando valores de alrededor de  $10^7$  individuos/cm<sup>2</sup>.

A continuación de las bacterias se hacen presentes las diatomeas, que logran fijarse luego de 48 horas de inmersión del sustrato, con concentraciones de hasta  $10^4$  individuos por centímetro cuadrado a los diez días de iniciada la colonización, en aquellos niveles bien iluminados. Su densidad disminuye a medida que aumenta la profundidad, llegando a desaparecer totalmente en los lugares donde la iluminación resulta insuficiente y donde deben competir, además, con otros organismos mejor adaptados a las condiciones de baja luminosidad.

#### Skeletonema costatum (fig. 8)

Es una de las especies de diatomeas planctónicas más importantes del ambiente portuario. Debido a su alta densidad

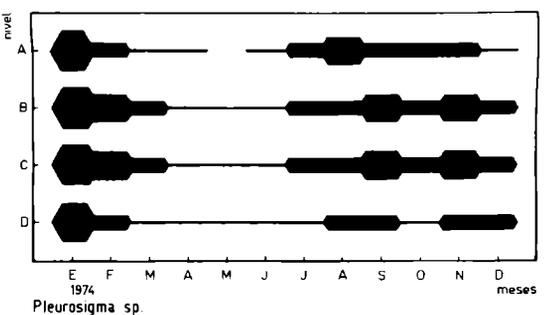
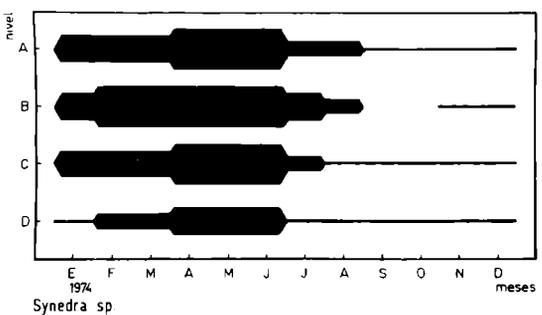
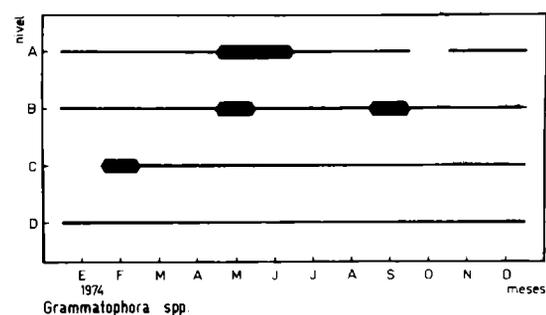
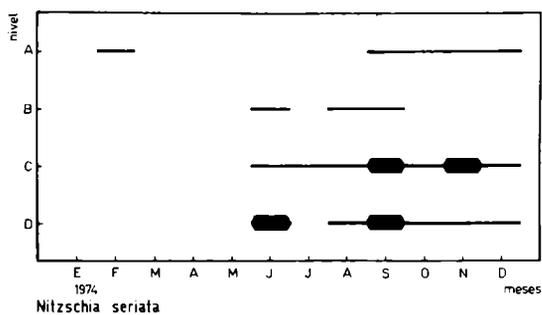
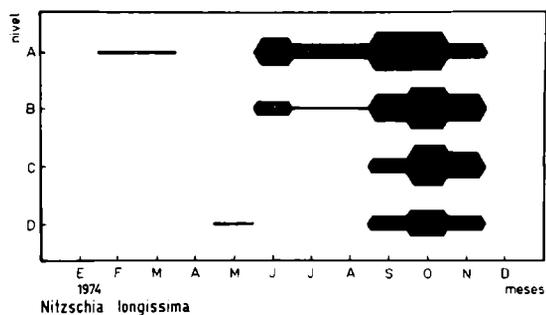
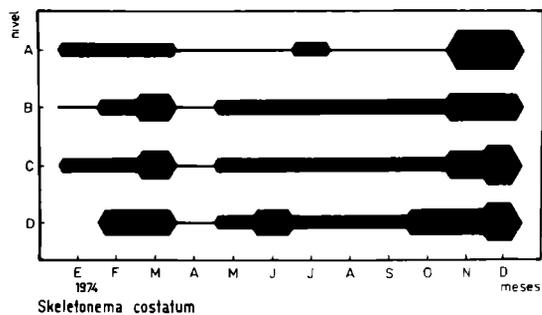


Fig. 8.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

en la masa de agua, suele también encontrarse frecuentemente sobre los paneles experimentales.

Durante el presente ensayo, ha sido registrada en la balsa a lo largo de todo el año y en mayor cantidad en los niveles de carena, tal vez como consecuencia de la sedimentación que se produce al integrarse desde el plancton a los sustratos experimentales.

El período de mayor fijación tuvo lugar en el verano y ya entrada la primavera, alcanzando valores de densidad de colonización máxima entre marzo y abril, en los cuatro niveles. El ciclo de fijación ha sido semejante al registrado en años anteriores.

Skeletonema costatum encierra, además, gran importancia en las comunidades incrustantes, ya que constituye uno de los principales rubros tróficos para los organismos filtradores (Mercierella enigmatica, Hydroides elegans, Balanus trigonus y Ciona intestinalis, entre otros).

#### Nitzschia longissima (fig. 8)

Ha presentado un ciclo de fijación estacional, con un período de colonización principal que se extiende entre agosto y noviembre. La especie muestra cierta tendencia por colonizar los niveles superiores de la balsa, siendo el nivel D el de más baja densidad.

Durante el verano, esta diatomea fue registrada exclusivamente en el panel A, si bien en cantidades mínimas.

En el presente ensayo, Nitzschia longissima ha estado mejor representada que en años anteriores.

#### Nitzschia seriata (fig. 8)

La especie se registró en baja densidad y recién a partir del segundo semestre del ensayo. Pese a ello, ha estado cuantitativamente mejor representada que en años anteriores.

Al igual que Skeletonema costatum, coloniza en mayor medida los niveles inferiores de carena. Se trata de una diatomea de hábitos planctónicos que suele encontrarse sobre

los sustratos experimentales cuando su densidad en la masa de agua alcanza valores elevados.

Grammatophora spp. (fig. 8)

El género está representado, en nuestra zona de estudios, por dos especies que han sido graficadas conjuntamente, si bien Grammatophora marina es la más abundante. Su ciclo de fijación es de tipo anual, con un período de colonización más intensa que se extiende desde diciembre hasta julio. A partir de este último mes y hasta el final del ensayo, la colonización ha resultado mínima en los cuatro niveles.

Los individuos pertenecientes a este género muestran tendencia por colonizar los niveles superiores; de ahí que el panel D sea el que presenta comparativamente menor fijación a lo largo del año.

Con respecto a la colonización observada en años anteriores pueden detectarse ciertas diferencias. Por ejemplo, durante el período 1969/70, estas diatomeas estuvieron escasamente representadas en los meses de verano, pero la fijación se produjo en forma importante en la primavera.

Cabe mencionar que Grammatophora está presente en forma significativa en la dieta de varias especies de las comunidades incrustantes (Halosydnella australis, Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Idotea baltica y larvas de quironómidos).

Synedra sp. (fig. 8)

Juega un papel importante en las comunidades incrustantes locales, tanto por su abundancia en ciertos períodos como por constituir uno de los recursos alimentarios fundamentales de numerosos integrantes de las mismas. Entre los principales pueden citarse Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Sphaeroma cf. serratum, Corophium cf. insidiosum, Balanus amphitrite y B. trigonus.

La especie ha estado presente a lo largo de todo el ciclo, con un período de mayor fijación entre mediados de diciembre y mediados de julio. A partir de allí y hasta el fi-

nal del ensayo, se observa mínima fijación en los cuatro niveles; el nivel D es el que presenta, comparativamente, menor densidad de colonización.

Pleurosigma sp. (fig. 8)

Se la registró a lo largo de todo el ensayo, con una fijación similar en los cuatro niveles de profundidad, si bien algo inferior en el panel D.

El ciclo presenta un primer período que comienza en diciembre, durante el cual se la encuentra en forma muy abundante. Luego la densidad declina paulatinamente, hasta hacerse mínima hacia mediados de marzo. La fijación continúa luego en baja cantidad hasta mediados de julio, mes en el que aumenta progresivamente hasta el final del ensayo. Sin embargo, no llega a alcanzar valores de densidad tan altos como en la primera parte del ciclo.

En el presente ensayo, la especie ha estado mejor representada que en años anteriores. Constituye, asimismo, un rubro alimentario de cierta importancia para algunas especies de las comunidades incrustantes locales (Hydroides elegans, Corophium cf. insidiosum y Ciona intestinalis).

Asterionella japonica (fig. 9)

Se ha fijado en baja densidad a lo largo de todos los ensayos realizados hasta la fecha. En el presente, su colonización se ha restringido casi exclusivamente al primer semestre, con una mayor intensidad en enero y febrero.

Su aparente vinculación con la estación cálida deberá ser confirmada en ensayos futuros, ya que en muestras de plancton ha sido registrada en forma abundante durante el mes de octubre.

Licmophora lyngbyei (fig. 9)

Es una especie con un ciclo de fijación anual que, en este último año, ha presentado dos claros períodos de mayor intensidad en la colonización, semejante a lo observado en Pleurosigma sp.

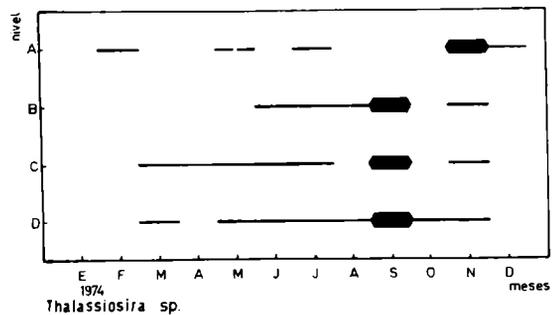
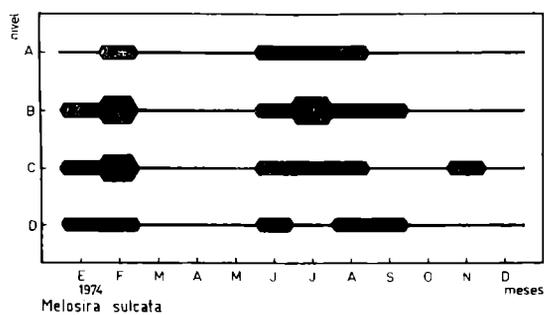
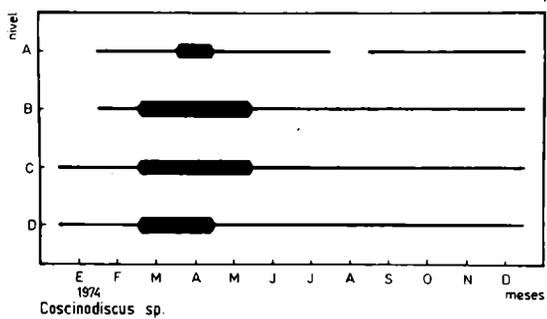
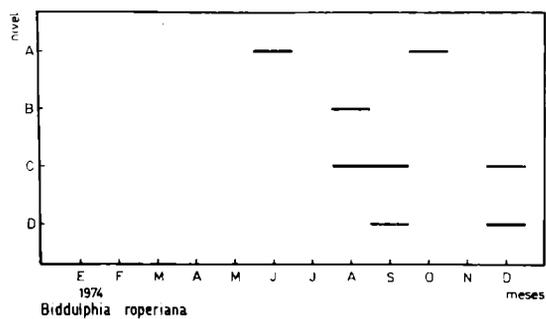
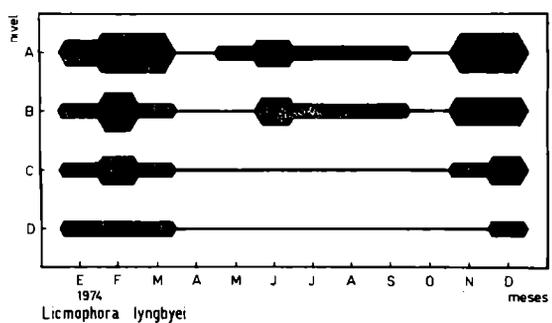
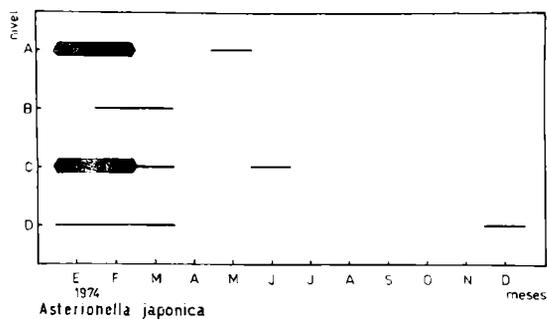


Fig. 9.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

El primero de dichos períodos se extiende desde diciembre hasta mediados de marzo, fecha a partir de la cual la densidad desciende notablemente, especialmente en los niveles inferiores (C y D). Esta situación se prolonga hasta mediados de octubre; a partir de allí la colonización aumenta hasta el final del ensayo, en los cuatro niveles. También se observa en esta especie, una clara tendencia por colonizar los paneles superiores de la balsa experimental.

El ciclo de fijación de 1973/74 presenta ciertas diferencias con respecto a los observados en años anteriores. Así, durante el período 1969/70, esta especie alcanzó su máximo grado de colonización entre marzo y julio, mientras que en el resto del ciclo anual la misma fue mínima.

En cuanto a su importancia dentro de la comunidad, cabe señalar que es uno de los rubros vegetales fundamentales en la dieta de varias especies del fouling (Halosydnella australis, Hydroides elegans, Siphonaria lessoni, Mytilus platensis, Idotea baltica, Sphaeroma cf. serratum, Corophium cf. insidiosum y Cyrtograpsus altimanus, entre los más importantes).

#### Biddulphia roperiana (fig. 9)

Si bien muy poco representada durante el presente ensayo, fue registrada en forma muy abundante en experiencias previas. Se ha graficado, en esta oportunidad, a los efectos de poder realizar comparaciones con otros años.

En este caso, la especie ha sido observada recién a partir del segundo semestre y en número muy reducido. En años anteriores, se presentaba como una especie de tipo estacional, con una colonización principal entre agosto y diciembre y sin preferencias batimétricas aparentes.

#### Coscinodiscus sp. (fig. 9)

Es otra diatomea de hábitos planctónicos que suele estar presente en baja densidad sobre los paneles experimentales. Al igual que lo observado en otras diatomeas planctónicas, tiende a colonizar en mayor densidad los niveles de carena.

La presencia de Coscinodiscus se registró a lo largo de

todo el ciclo anual, con un período de mayor fijación correspondiente a los meses de febrero y mayo.

Esta diatomea también integra la dieta de varias especies del fouling, si bien siempre lo hace en bajos porcentajes.

#### Melosira sulcata (fig. 9)

Esta especie se registró a lo largo de todo el ensayo, con un primer período de mayor fijación que se extiende entre diciembre y mediados de febrero. A partir de este último mes continúan los procesos de colonización en los cuatro niveles estudiados, si bien en muy baja densidad. A mediados de mayo se produce un nuevo incremento en la colonización, que continúa hasta mediados de setiembre. Luego, hasta el final del ensayo, la colonización es mínima.

Esta especie integra de manera importante la dieta de dos especies de moluscos del fouling (Siphonaria lessoni y Mytilus platensis). En ensayos previos, ha estado representada más abundantemente y con períodos de máxima fijación que no coinciden con los observados en esta oportunidad.

#### Thalassiosira sp. (fig. 9)

Se trata de una diatomea de hábitos planctónicos que se integra al fouling en baja densidad, sin llegar a conformar un ciclo de fijación definido.

Su período de colonización más evidente se produce en el mes de setiembre en los tres niveles más profundos, mientras que en noviembre se fija preponderantemente en el panel de línea de flotación.

Esta diatomea constituye parte del alimento de varios organismos filtradores del fouling (Ciona intestinalis, Mytilus platensis, Mercierella enigmatica, etc.) y es en la actualidad cultivada para ser empleada como alimento durante las experiencias sobre el desarrollo larval de cirripedios.

#### Navicula spp. (fig. 10)

Constituye otro de los géneros importantes del fouling

de Mar del Plata. En el gráfico correspondiente se consideran conjuntamente las distintas especies que lo integran, si bien cabe destacar que el ciclo está caracterizado fundamentalmente por Navicula cf. grevillei. Esta especie suele formar filamentos de varios centímetros de largo, fácilmente identificables a simple vista.

Al igual que lo observado en ensayos previos, el ciclo de fijación se extiende a lo largo de todo el año, si bien el período de colonización más importante tiene lugar recién en el segundo semestre.

#### Pinnularia sp. (fig. 10)

Muestra tendencia por colonizar en mayor densidad el panel de línea y el primero de carena, si bien también se encuentra presente en el nivel más profundo.

Esta diatomea ha estado presente en los paneles experimentales durante todo el ciclo anual, pero es recién a partir del segundo semestre cuando coloniza los sustratos en forma más importante.

#### Thalassionema nitzschioides (fig. 10)

Esta especie ha sido registrada en el fouling de Mar del Plata desde que se iniciaron las investigaciones sobre el tema. La característica principal es que siempre se presenta en muy bajas densidades y aparentemente sin preferencias batimétricas.

En este último período ha estado presente durante casi todo el año, con interrupciones breves y sin llegar a configurar un ciclo de fijación particular.

#### Stephanopyxis sp. (fig. 10)

Es uno de los géneros de diatomeas del fouling menos representado numéricamente, si bien su presencia se viene registrando desde varios años atrás.

Durante el presente período se la ha observado entre julio y agosto, colonizando los cuatro niveles de profundidad en muy baja densidad.

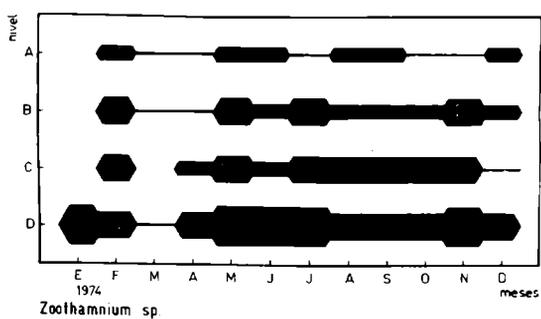
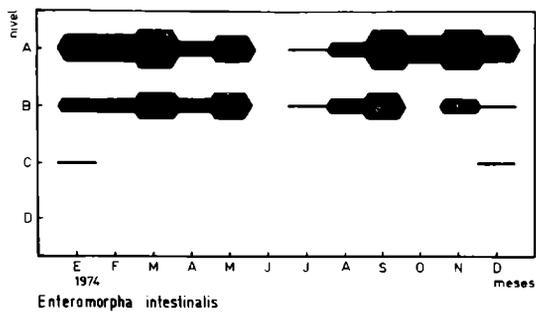
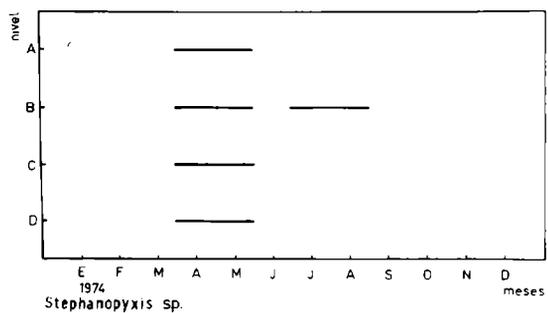
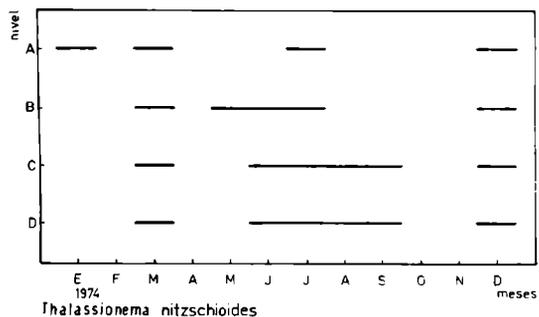
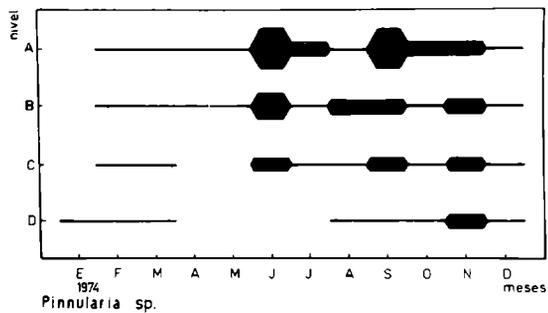
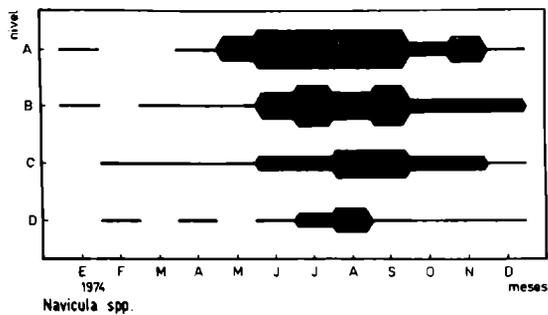


Fig. 10.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

## CLOROFITAS

Constituye el grupo de algas superiores mejor representado en los paneles mensuales y en particular en el nivel de línea de flotación. Esta dominancia inicial de las clorofitas en esos niveles es luego reemplazada por la del grupo de las rodofitas, en la posterior evolución del fouling sobre los paneles acumulativos.

### Enteromorpha intestinalis (fig. 10)

Es la clorofita más importante de las comunidades incrustantes locales. Como característica principal del ciclo de esta especie, puede mencionarse su preferencia por colonizar el panel de línea y el primero de carena. Esta característica está regulada directamente por la penetración de la luz, ya que en otros puertos con aguas más transparentes, Enteromorpha intestinalis puede desarrollarse a mayor profundidad.

El ciclo de fijación, si bien puede ser considerado de tipo anual, muestra un hiatus coincidente con los meses de más bajas temperaturas; el ritmo de colonización aumenta nuevamente a partir de la primavera. Este esquema de fijación se repite en los diversos ensayos realizados (Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975).

Cabe mencionar que, además de Enteromorpha intestinalis, se registra la presencia de otras especies del género, como Enteromorpha prolifera y E. flexuosa.

Enteromorpha intestinalis constituye, desde el punto de vista práctico, uno de los géneros más perjudiciales, por su alta resistencia a los tóxicos y por su acelerado ritmo de crecimiento (Rascio y Bastida, 1973).

## PROTOZOOS

Constituyen los organismos animales fundamentales durante las primeras etapas de colonización. En su mayor parte pertenecen al grupo de los ciliados y se los encuentra a lo largo de todo el año y en los cuatro niveles de profundidad estudiados. Juegan un papel muy importante, ingresando a la

comunidad posteriormente a la colonización por parte de bacterias y diatomeas, a las que utilizan como alimento. Ingieren, además, detrito orgánico que, por otra parte, siempre suele estar asociado con las bacterias.

A su vez, muchos de estos organismos intervienen en los procesos de degradación y transformación de los integrantes muertos de la comunidad y constituyen también el alimento de larvas de cirripedios, pelecípodos, copépodos, serpúlidos y de muchos organismos adultos de hábitos filtradores.

Este grupo está más densamente representado en el área portuaria que en las zonas externas, debido principalmente a la influencia de la contaminación local. Algunos ciliados, como en el caso de Zoothamnium, constituyen buenos indicadores de zonas contaminadas.

#### Zoothamnium sp. (fig. 10)

Es el protozoo más importante registrado en la balsa experimental durante el presente ensayo, coincidiendo con lo observado en la mayor parte de las experiencias realizadas desde 1965. Presenta un ciclo de fijación que se extiende a lo largo de todo el año, con ciertas fluctuaciones, pero sin llegar a delimitarse francos períodos de mayor intensidad. Muestra, en cambio, preferencia por colonizar en forma más densa los niveles inferiores de carena.

El período de fijación mínima tuvo lugar entre febrero y marzo, si bien esto puede deberse a un desplazamiento por evolución de la comunidad más que a un descenso en la colonización.

Este ciliado integra la dieta de Cyrotograpsus altimanus y Sphaeroma cf. serratum.

#### Vorticella sp. (fig. 11)

Es el otro ciliado sésil que se registra con frecuencia sobre los paneles experimentales, habiendo estado mejor representado durante este último ensayo que en años previos.

Probablemente se trate de un organismo de fijación anual, si bien presenta tres hiatus durante diciembre, abril y agosto. Muestra preferencia por colonizar los paneles de

carena, aunque ha sido observado en forma poco densa.

Condylostoma sp. (fig. 11)

Ha sido registrado en nuestra balsa experimental recién en los últimos años. En el presente ensayo ha colonizado los paneles mensuales durante gran parte del año, aunque en baja densidad y con varias interrupciones a lo largo del ciclo.

Si bien es capaz de colonizar los cuatro niveles de profundidad estudiados, resulta imposible determinar, por el momento, algún tipo de preferencia batimétrica, debido a la baja cantidad de ejemplares presentes en los paneles.

Acineta sp. (fig. 11)

Esta especie, junto con Ephelota sp. y Podophrya sp., integra el grupo de suctorios registrados en la balsa experimental que, hasta el presente, no habían sido graficados en sus ciclos de fijación.

Se ha comportado como un organismo de colonización estacional cuyo período más importante de fijación se extiende entre junio y setiembre, aunque pueden registrarse algunas colonizaciones aisladas durante el resto del año. Las menores densidades se registran sobre el panel de línea.

Ephelota sp. (fig. 11)

Durante el presente ensayo ha demostrado tener un ciclo de fijación estacional. El mismo comienza en enero y se extiende hasta marzo; luego se presenta una prolongada interrupción en los procesos de colonización, hasta que vuelve a registrárselo a partir de noviembre.

Tintinnopsis spp. (fig. 11)

Las especies que integran el género han sido graficadas en forma conjunta.

Estos organismos están presentes en los paneles mensuales a lo largo de todo el año, pero se observan algunos hiatus. El período de mayor colonización en los cuatro niveles

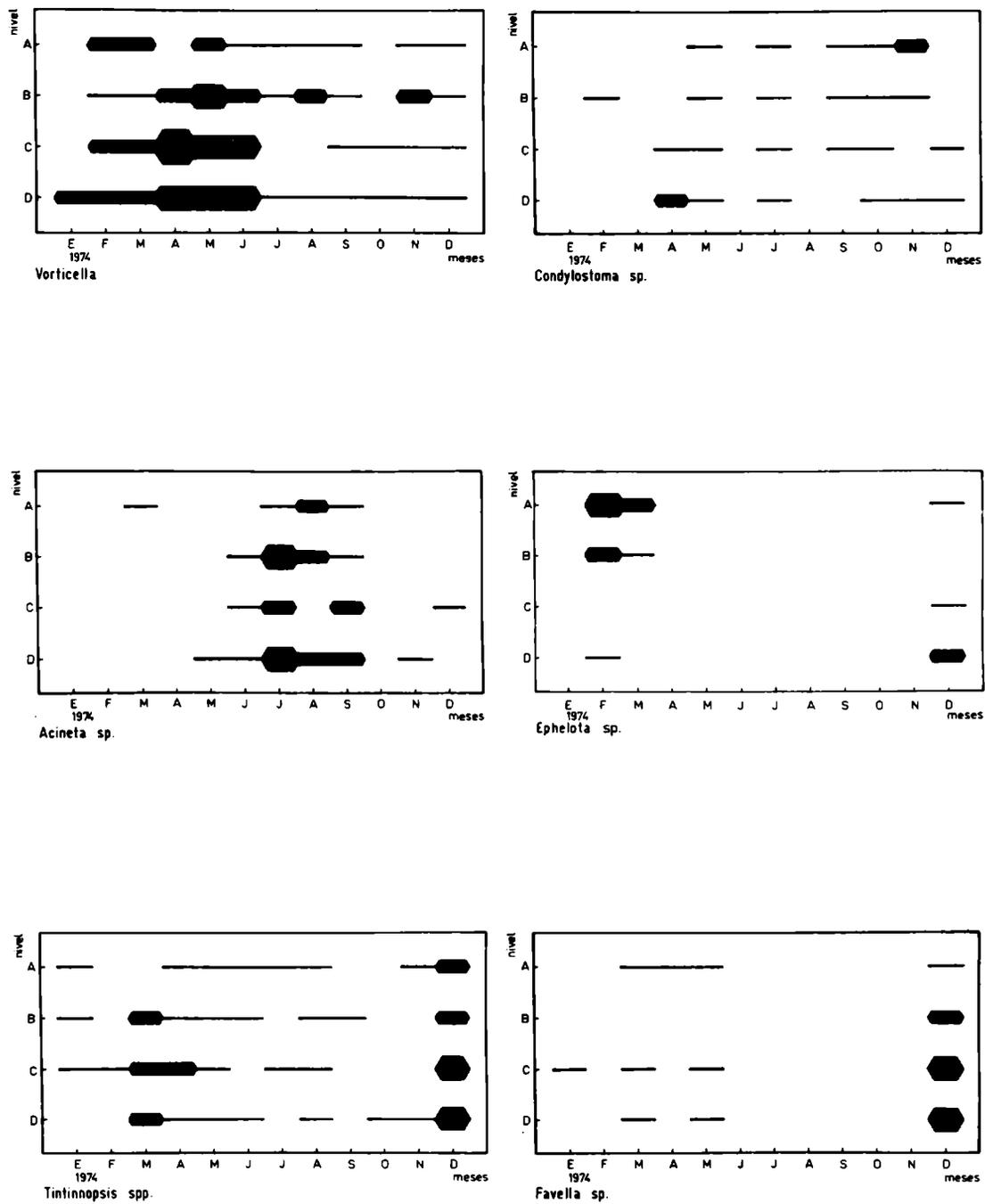


Fig. 11.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

se extiende desde mediados de noviembre hasta fines del ensayo.

Durante ensayos previos, estos protozoos han evidenciado un patrón de fijación distinto al presente.

Favella sp. (fig. 11)

Este tintínido ha estado poco representado numéricamente. Si bien ha aparecido durante gran parte del año, no ha sido posible detectar un patrón definido de fijación; recién en el último mes del ensayo aparece en mayor densidad en los cuatro niveles de profundidad, coincidiendo en ello con el ciclo de Tintinnopsis.

Helicostomella sp. (fig. 12)

Por vez primera se ha graficado el ciclo de fijación de este tintínido. El mismo se caracteriza por estar presente en el fouling en bajas densidades.

Durante los primeros meses del ensayo ha logrado colonizar los cuatro niveles, conformando un primer período de fijación que se extiende entre enero y marzo. Luego se presenta un hiatus durante tres meses y vuelve a aparecer a partir de julio, pero exclusivamente sobre los niveles B y C.

Tintinnus sp. (fig. 12)

En este caso también se grafica por vez primera su ciclo de fijación. La colonización se ha producido en forma esporádica en algunos niveles de la balsa, hasta que a partir de octubre concreta un ciclo de fijación que incluye los cuatro niveles de profundidad. Al igual que en el caso anterior, Tintinnus sp. siempre ha estado presente en bajas densidades.

CELEENTERADOS

Este grupo está representado en la balsa experimental exclusivamente por hidozoos, los que se caracterizan por presentar un crecimiento muy acelerado y por ser capaces de colonizar los cuatro niveles estudiados.

Resulta llamativa la casi total ausencia de actiniarios

en los paneles experimentales, pese a ser tan comunes sobre algunas zonas de las construcciones portuarias y a todo lo largo de la costa rocosa marplatense.

Gonothyraea inornata y Obelia angulosa (fig. 12)

Son los campanuláridos registrados en la balsa experimental; se fijan en forma simultánea cumpliendo un mismo ciclo, si bien la primera especie es siempre más abundante que la segunda. Se trata, como en otros casos, de especies de rápido crecimiento, capaces de madurar sexualmente en menos de treinta días, período en el cual logran con frecuencia completar su ciclo vital.

Durante el período 1973/74, dichas especies han presentado un ciclo de fijación estacional, con máxima colonización en los meses cálidos e interrupción de la misma entre agosto y octubre.

A partir del comienzo de los ensayos en 1965, se han observado marcadas variaciones en los ciclos de fijación de estos organismos. Así, durante ciertos ensayos presentaron un ciclo de fijación de tipo anual muy bien representado en los cuatro niveles, en otros hicieron su aparición en forma estacional y en uno de ellos estuvieron representados solamente por unos pocos ejemplares y durante un lapso muy breve (Bastida, 1971 b).

Tubularia crocea (fig. 12)

Este hidrozoo se caracteriza por distribuirse en los paneles experimentales en forma heterogénea, con tendencia a adherirse sobre los bordes o constituyendo densas agrupaciones en forma de mechones. Es una especie de crecimiento acelerado con un ciclo de fijación estacional que ha presentado notables variaciones a lo largo de los años de ensayo.

Durante el último ciclo, su presencia ha estado vinculada con los meses cálidos y no muestra predilección batimétrica alguna.

NEMATODES (fig. 12)

Se trata de un grupo muy importante en las comunidades

incrustantes de nuestra zona. El mismo esta representado por dos géneros y varias especies, pero se lo graficó en conjunto debido a la imposibilidad de efectuar determinaciones rápidas durante los recuentos. Están presentes a lo largo de todo el año en cada uno de los cuatro niveles estudiados. Los períodos de mayor fijación coinciden con los meses de iniciación y terminación del ensayo.

### ANELIDOS

Son integrantes importantes del fouling de la mayor parte de los puertos del mundo. La acción que las diversas especies ejercen sobre los sustratos suele ser bastante variable. Por una parte, los serpúlidos (por ejemplo, Mercierella enigmatica, Hydroides elegans e H. plateni) pueden ser considerados como los más agresivos, si bien su presencia durante este último ensayo se ha visto disminuida con respecto a años anteriores.

Algunos de estos organismos, aparte de su acción perjudicial, pueden ser buenos indicadores de áreas contaminadas, como es el caso de la especie que se trata a continuación.

#### Polydora ligni (fig. 12)

Este organismo juega un papel fundamental en la dinámica del fouling del puerto de Mar del Plata. En los últimos años, ha pasado a ser una de las especies dominantes de las comunidades incrustantes.

Durante los primeros ciclos estudiados, la especie presentaba períodos de fijación con marcadas discontinuidades y la iniciación del ciclo variaba notablemente de un año a otro. Probablemente los cambios ambientales que han tenido lugar en la zona de estudio, entre ellos la contaminación, constituyen los factores responsables de este hecho.

El gráfico correspondiente al presente ensayo indica que Polydora ligni se ha convertido en una especie de fijación anual, con poblaciones muy densas en todos los niveles de profundidad de la balsa. Existe, sin embargo, un hiatus entre mediados de setiembre y el mes de octubre, que no ha sido posible vincular con las características ambientales

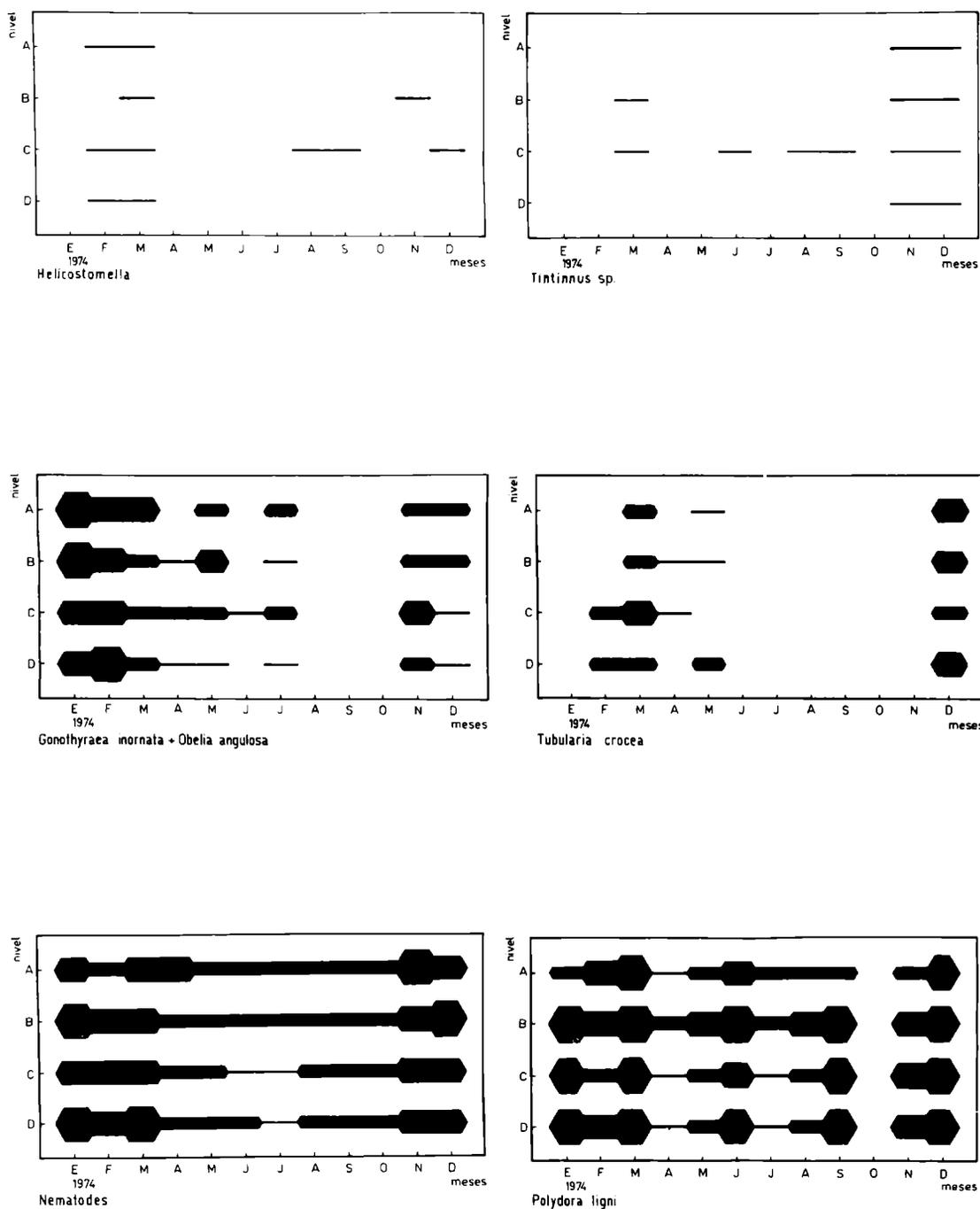


Fig. 12.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

registradas.

La presencia de Polydora ligni en forma tan abundante constituye un serio problema para los ensayos con pinturas antiincrustantes, debido a la gran resistencia que presenta la especie frente a tóxicos inorgánicos y orgánicos.

## MOLUSCOS

Este grupo suele estar bien representado en los niveles mediolitorales y superiores del infralitoral de la costa marplatense, especialmente en lo que a pelecípodos se refiere. Sin embargo, su participación en la colonización que se registra en la balsa experimental es bastante limitada. Ello se debe a las características de flotabilidad del sustrato y al lento crecimiento de muchas de las especies, en comparación con otras con las que debe competir por el espacio. Se ha observado que numerosos representantes del grupo necesitan para su fijación sobre los paneles que la comunidad incrustante se encuentre en un estado avanzado de desarrollo. En consecuencia, los paneles mensuales no llegan a brindar, en la mayor parte de los casos, las condiciones requeridas por varias de las especies y sólo es posible encontrarlas en forma representativa en los paneles acumulativos.

Excepción de lo anteriormente expresado la constituye la especie que se comenta a continuación.

### Tenellia pallida (fig. 13)

Es el molusco más importante que se ha registrado sobre los paneles mensuales durante el presente ensayo. Se trata de una especie típicamente estacional, cuya fijación está íntimamente ligada a la presencia de los campanuláridos Gonothyraea inornata y Obelia angulosa, entre los cuales vive y que además utiliza como alimento. Su período de máxima colonización coincide con la llegada del primer contingente de campanuláridos que se registra durante el mes de diciembre, presentándose algunas fijaciones de menor importancia en el resto del año, pero siempre vinculadas con la presencia de los hidrozooos.

La estrecha vinculación entre Tenellia pallida y los

campanuláridos viene registrándose desde la iniciación de los estudios de fouling en Mar del Plata.

## CRUSTACEOS

Debido a la gran diversificación que presenta el grupo, se incluyen dentro del mismo desde especies altamente agresivas hasta otras que no afectan en absoluto a las construcciones sumergidas. Representando a estos dos casos extremos, se puede mencionar a los cirripedios y a los copépodos respectivamente, que por otra parte son los crustáceos más frecuentemente registrados sobre la balsa experimental. En cuanto al primero de estos grupos, es tratado en forma particular en el capítulo siguiente, considerando el papel importante que juegan sus integrantes en las comunidades incrustantes.

### Tisbe gurneyi y Harpacticus pulvinatus (fig. 13)

Son los copépodos harpacticoideos mejor representados en los paneles experimentales. Han estado presentes desde el comienzo del ensayo, en forma importante y en los cuatro niveles. Su densidad desciende a partir de marzo; durante el resto del año, hacen su aparición en forma esporádica y en bajas densidades. El número de individuos observados comienza a aumentar nuevamente a partir de mediados de noviembre.

Estas dos especies se integran a los paneles experimentales durante las etapas iniciales del fouling y su alimentación se basa sobre los componentes de la película inicial (detrito, bacterias, diatomeas, etc.). A su vez, estos copépodos constituyen el sustrato trófico de otros organismos que ingresan posteriormente a la comunidad (Balanus trigonus, Corophium cf. insidiosum, Halosydnella australis y Mercierella enigmatica).

### Corophium cf. insidiosum (fig. 13)

Es el anfípodo mejor representado en el ambiente portuario. Al igual que otras especies del fouling, Corophium cf. insidiosum ha ido ampliando su ciclo de fijación a través del tiempo, si bien casi siempre su período de máxima fijación coincide con los meses cálidos.

En el presente ensayo, el ciclo ha quedado restringido al período diciembre-marzo, sin observarse otras fijaciones de importancia durante el resto del año, tales como las registradas en el trienio 1968/70. Por otra parte, se trata de una especie en la que no se han detectado preferencias de tipo batimétrico.

#### Cyrtograpsus angulatus (fig. 13)

Es el decápodo más importante del área portuaria, si bien en los paneles mensuales suele estar poco representado, ya que para que se produzca la colonización es necesario que la comunidad se encuentre en una etapa avanzada de desarrollo. Este estado se alcanza, en los paneles mensuales, exclusivamente durante los meses cálidos.

En el presente ciclo, Cyrtograpsus angulatus fue registrado entre diciembre y febrero, si bien en poca cantidad. En ensayos previos el ciclo de fijación se ha mantenido durante algunos meses más. La especie afin Cyrtograpsus altimanus, bastante frecuente en años anteriores, ha estado pobremente representada en este ensayo y muestra tendencia a desaparecer, no sólo en la balsa sino también en las construcciones portuarias.

#### BRIOZOOS

Es un grupo que suele ser importante en las comunidades portuarias de todo el mundo. Pese a ello, en el puerto de Mar del Plata estos organismos juegan un rol de menor importancia que en otros puertos estudiados, como es el caso de Puerto Belgrano. En este último, algunas especies llegan a ser dominantes durante ciertas etapas sucesionales de la comunidad.

En este ciclo, los briozoos han estado menos representados que en años anteriores.

#### Bugula sp. (fig. 13)

Es un organismo de fijación estacional cuya presencia está vinculada con los meses de más altas temperaturas. No se ha observado fijación de esta especie en el panel A y la

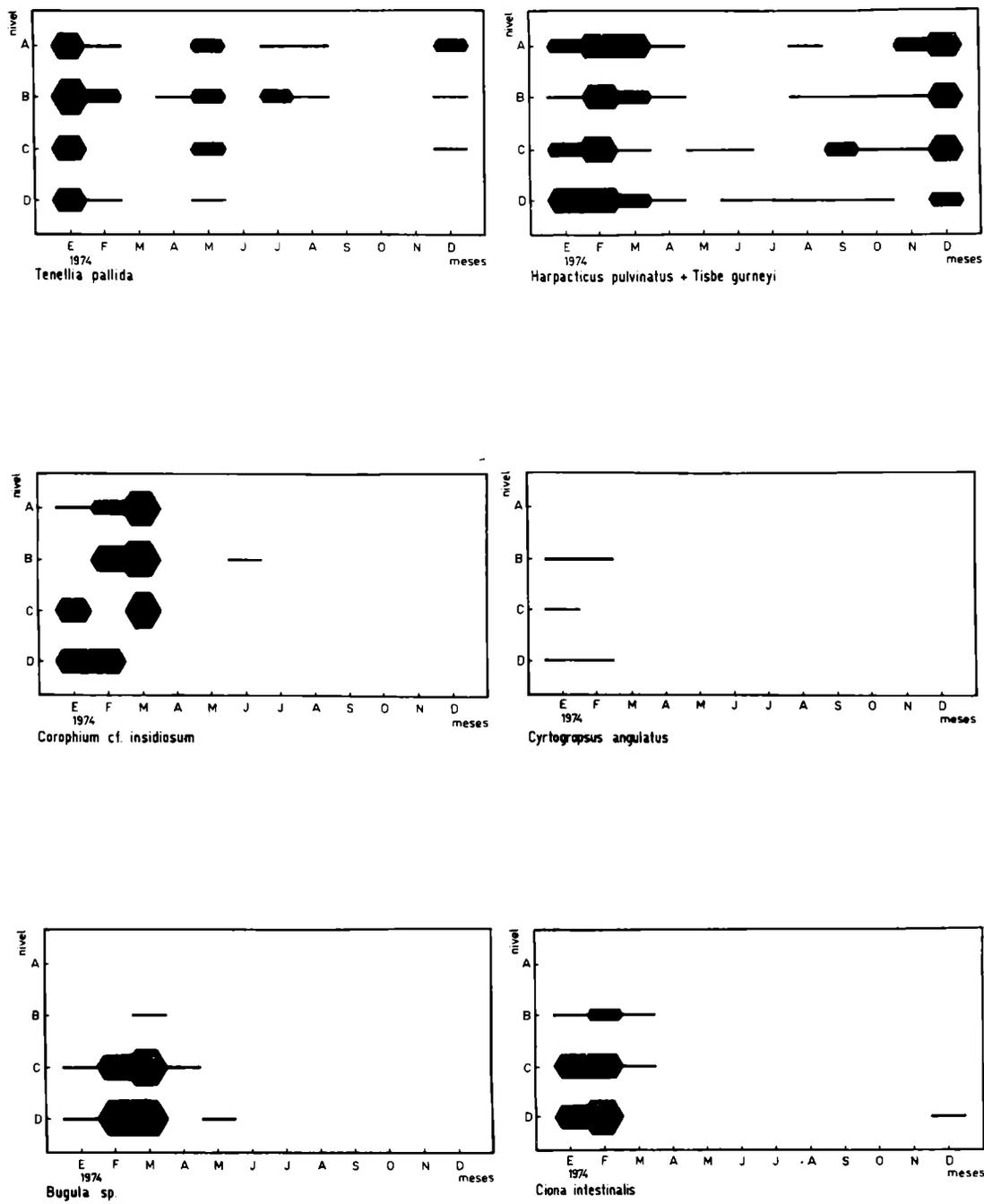


Fig. 13.- Ciclos de fijación sobre paneles mensuales (Mar del Plata, período 1973/74)

misma ha sido muy escasa en el panel B. El período de mayor colonización se extiende entre enero y marzo.

### TUNICADOS

Si bien el grupo está representado por pocas especies en el puerto de Mar del Plata, constituyen organismos que integran el fouling en elevadas densidades y que, por otra parte, llegan a dominar ciertas etapas en la evolución de la comunidad.

Durante el presente ensayo, la presencia de estos organismos no ha sido registrada en igual medida que en años anteriores.

#### Ciona intestinalis (fig. 13)

Es la especie que caracteriza a las comunidades bentónicas del infralitoral portuario. Durante los primeros años de ensayo, Ciona intestinalis presentaba un ciclo de fijación de tipo anual, si bien con el correr del tiempo éste se ha transformado en un ciclo estacional.

En el presente ensayo, la especie ha colonizado los paneles experimentales entre diciembre y marzo, con tendencia a hacerlo en forma más numerosa sobre los paneles de carena más profundos, tal como ha sido observado durante ensayos previos (Bastida, 1971 a y b; Bastida y Adabbo, 1975).

La reducción en la duración del ciclo de fijación de esta especie ha repercutido notablemente en la sucesión ecológica del fouling que se observa sobre paneles acumulativos, ya que Ciona siempre había sido la especie dominante durante las etapas más maduras de la comunidad.

---

### ASPECTOS GENERALES DE LA FIJACION DE CIRRIPIEDIOS

---

En el presente trabajo, al igual que en ensayos anterio-

res, se ha puesto especial énfasis en el estudio de los cirripedios. Motiva este interés el hecho de que se trata de organismos sumamente agresivos que causan gran perjuicio en sustratos sumergidos, tanto por su alta resistencia a los tóxicos como por la acción mecánica que ejercen sobre los mismos. Por tal motivo, se han realizado minuciosos recuentos de los organismos pertenecientes a este grupo, provenientes de paneles mensuales como así también de acumulativos.

De las cuatro especies de cirripedios registrados hasta el presente en el puerto de Mar del Plata, Balanus amphitrite, B. trigonus, B. improvisus y B. glandula, solamente las dos primeras encierran gran importancia desde el punto de vista del fouling. Balanus improvisus, por su parte, es una especie que ha ingresado recientemente a las comunidades incrustantes del área portuaria y se ignora su evolución en los próximos años. En cuanto a Balanus glandula, si bien muy importante en todo el mediolitoral portuario y recientemente en toda la costa marplatense, no suele estar presente sobre sustratos ubicados en el infralitoral; de ahí que no llegue a afectar a las estructuras sumergidas.

Balanus amphitrite y B. trigonus presentan un ciclo de fijación estacional semejante, vinculado en forma estrecha con la temperatura del agua. Los ejemplares asentados en la zona portuaria comienzan su proceso de maduración sexual en primavera, culminando con la eclosión de las larvas, que son retenidas en la cavidad del cuerpo hasta que se presentan las condiciones térmicas propicias para su liberación al exterior.

Balanus amphitrite presentó, durante el período 1973/1974, un ciclo de fijación que se extiende desde diciembre hasta mayo, mientras que en el caso de B. trigonus, se extiende entre diciembre y marzo; ambos ciclos coincidieron con temperaturas medias del agua que oscilaron entre 14,5 y 20,5°C. A lo largo de los años previos de estudio se ha podido observar que si bien ambas especies suelen iniciar conjuntamente la colonización de los paneles experimentales, Balanus trigonus la finaliza cierto tiempo antes (fig.14 y 15).

Cabe señalar que las dos especies en cuestión son las

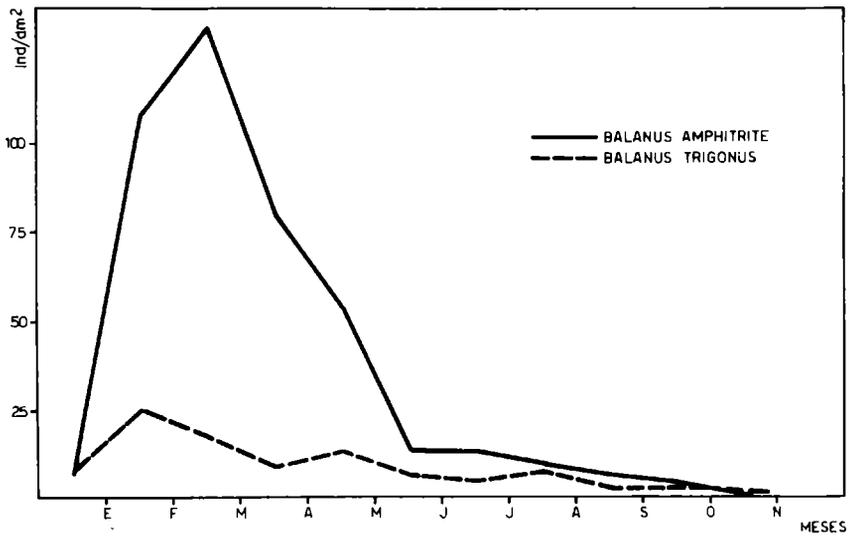
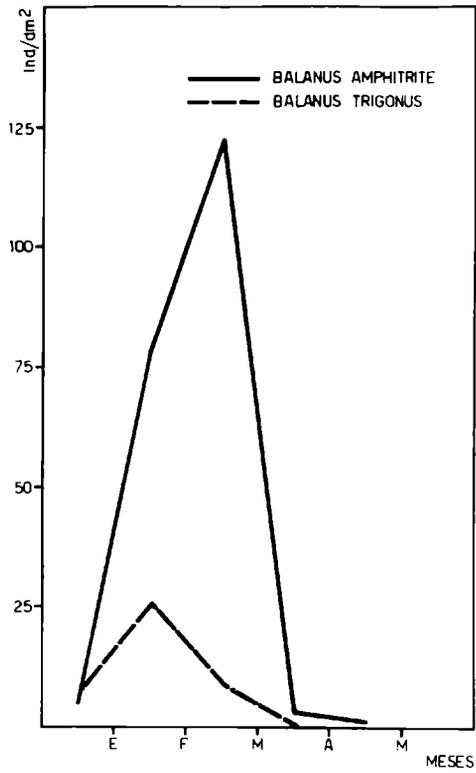


Fig. 14.- Fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus sobre paneles mensuales (arriba) y acumulativos (abajo); promedio de los valores correspondientes a los niveles A, B, C y D

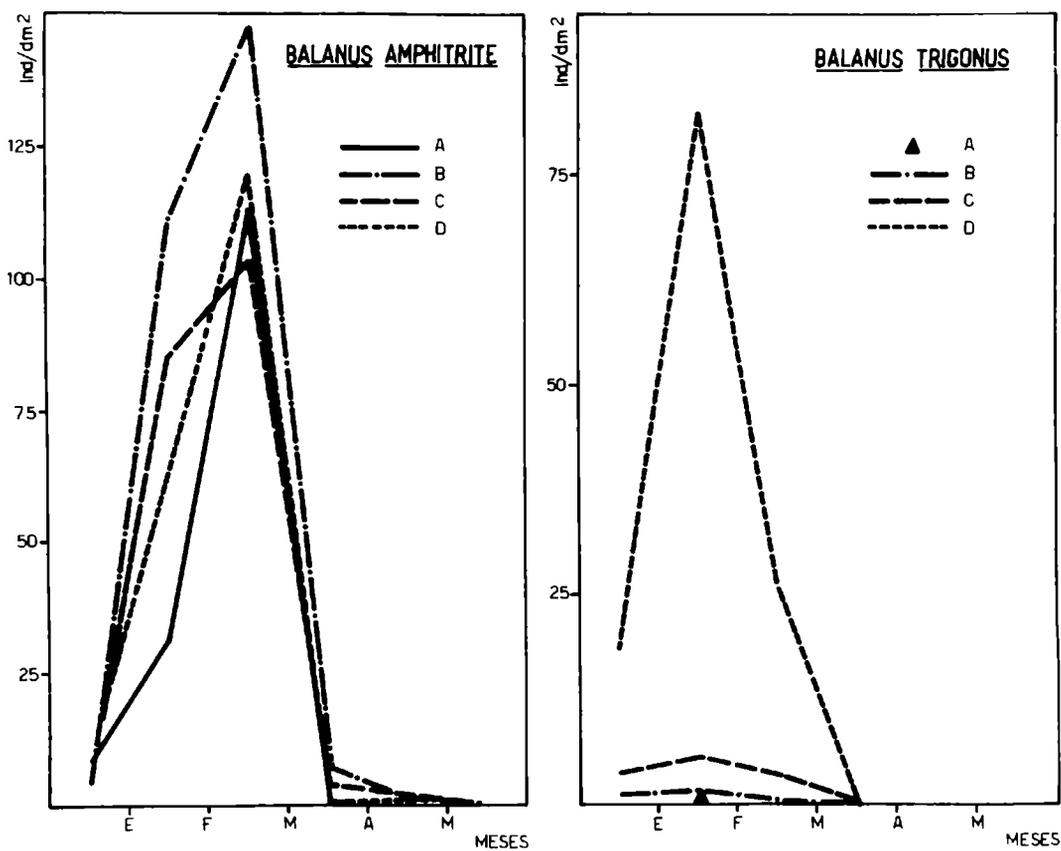


Fig. 15.- Fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus sobre paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad

que presentan mayor homogeneidad en la fijación a lo largo de estos últimos años, ya que las variaciones observadas entre uno y otro ensayo son mínimas, tanto en la duración del ciclo como en la densidad de las poblaciones (Bastida, 1971 b; Bastida y Adabbo, 1975). El ciclo de fijación típicamente estival de Balanus trigonus y B. amphitrite para el puerto de Mar del Plata también se observa para las mismas especies en el puerto de Auckland, Nueva Zelandia y se extiende entre septiembre y marzo (Skerman, 1959).

En nuestra zona de estudio, la máxima fijación mensual de Balanus amphitrite ha correspondido a mediados del mes de febrero, con una densidad media de 122 individuos/dm<sup>2</sup> (promedio de los paneles A, B, C y D), mientras que la de Balanus trigonus corresponde a mediados de enero, con una densi-

dad media de 25,25 individuos/dm<sup>2</sup> (promedio de los paneles A, B, C y D) (fig. 14). En zonas de aguas tropicales, ambas especies pueden fijarse a lo largo de todo el año, si bien presentando algunos períodos de mayor intensidad vinculados siempre con la temperatura del agua (Miyakasi, 1958; Edmonson e Ingram, 1959; Werner, 1957; Relini y Giordano, 1969).

La densidad de la fijación de cirripedios sobre paneles mensuales sufre importantes variaciones. Para ambas especies consideradas se observa una fijación inicial que se incrementa rápidamente hasta llegar a un nivel máximo, a partir del cual y coincidiendo con la finalización de la estación estival, desciende bruscamente (fig. 14 y 15). Por otra parte, las larvas de cirripedios presentes en el plancton siguen un modelo semejante al de la colonización de los sustratos: con el aumento de la temperatura del agua se nota un incremento notable en la densidad de las larvas, que culmina en un pico durante los meses de enero-febrero. A partir de ese momento se observa una clara disminución en la densidad de las larvas, lo cual indica un descenso en el ritmo de colonización de los sustratos experimentales.

Los contingentes colonizadores permanecen en los paneles acumulativos hasta octubre-noviembre, si bien la densidad desciende notablemente a partir de mayo (fig. 14 y 16). De esta forma, queda claramente evidenciada la renovación anual de las poblaciones de cirripedios sobre balsa experimental en el puerto de Mar del Plata.

Como ya se ha mencionado en trabajos previos (Bastida 1971 a y b), tanto Balanus amphitrite como B. trigonus presentan en el puerto de Mar del Plata un ritmo de crecimiento muy acelerado, debido principalmente a la gran disponibilidad alimentaria que ofrece dicho ambiente. Balanus amphitrite, luego de un mes de inmersión, es capaz de alcanzar una talla de 12 mm durante el mes de enero, mientras que B. trigonus puede llegar a los 8,5 mm de talla en el mes de febrero.

En los gráficos de fijación correspondientes a paneles mensuales y acumulativos, puede observarse claramente la distribución vertical que presentan estas dos especies de cirripedios. Balanus amphitrite, si bien se distribuye en los cuatro niveles de profundidad considerados, muestra

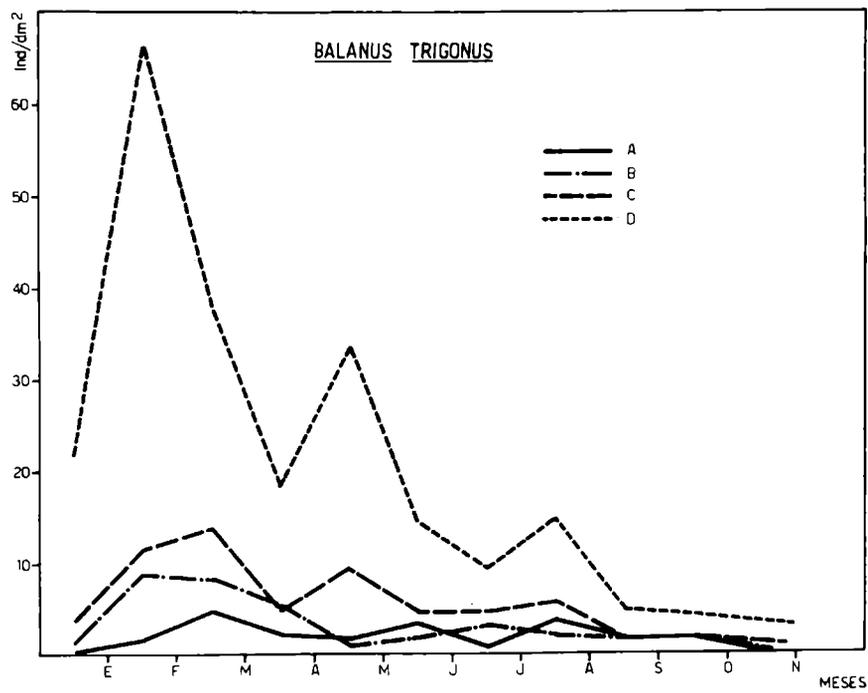
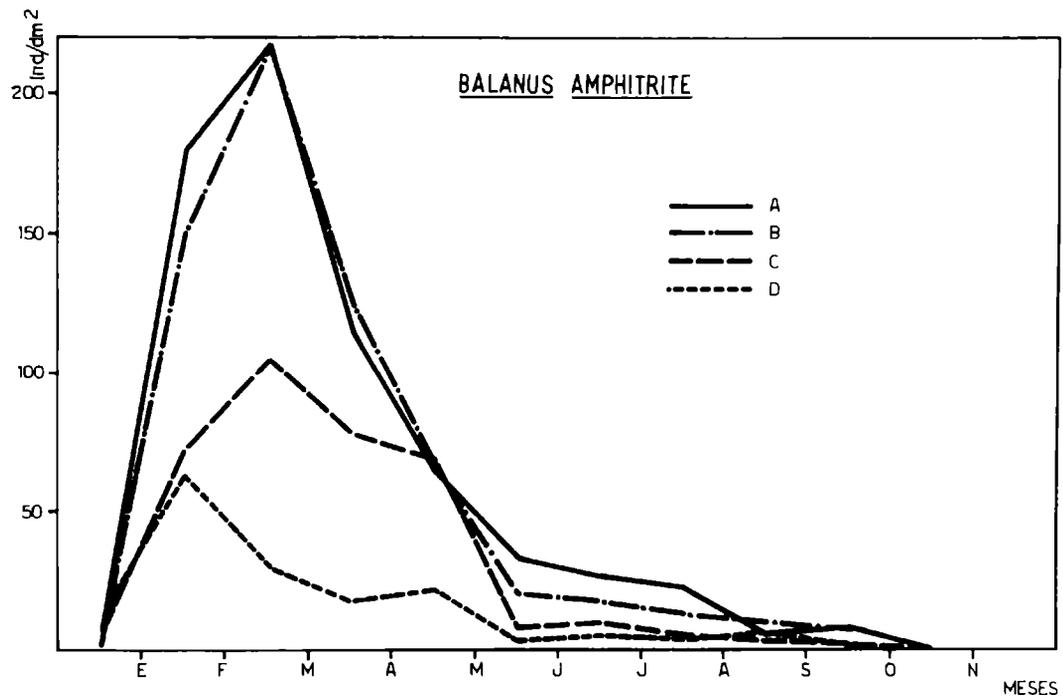


Fig. 16.- Fijacion de Balanus amphitrite y Balanus trigonus sobre paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad

una preferencia por los niveles superiores; B. trigonus, en cambio, tiende a fijarse en mayor densidad sobre los paneles inferiores, especialmente el D (fig. 15 y 16).

Este aspecto encierra gran importancia desde el punto de vista aplicado, pues en base a conocimientos de este tipo es posible determinar que sobre la línea de flotación de las embarcaciones no se producirán problemas con Balanus trigonus y todo el posible daño estará referido a B. amphitrite. En cambio en los niveles inferiores de carena, la acción perjudicial estará compartida en igual medida por ambos cirripedios.

Con el objeto de determinar los efectos de la competencia interespecífica y su influencia en la distribución vertical de los cirripedios, se llevó a cabo una sencilla experiencia durante el período 18/XII/73 - 18/III/74.

Dicha experiencia consistió en sumergir un bastidor con dos series de cuatro paneles de acrílico cada una. En una de las series, las especies potencialmente competidoras de los cirripedios se eliminaron mensualmente de todos los paneles. La otra serie, utilizada como testigo, no fue alterada. Luego de realizado el procedimiento el bastidor se sumergía de inmediato nuevamente.

Una vez finalizado el período experimental, ambas series de paneles fueron examinadas en el laboratorio. Los organismos que cubrían la superficies se eliminaron, dejando al descubierto las poblaciones de cirripedios. Por último, se retiró la capa de cirripedios con una espátula para la evaluación del peso de las cenizas por calcinación.

También se procedió al cálculo del área cubierta por los cirripedios. Para ello se tomaron fotografías de los paneles ya limpios, donde aparecían claramente las marcas de las basis. Se realizó una copia de las mismas sobre papel transparente, de donde se recortaron las zonas que aparecían colonizadas. Estos recortes se pesaron en balanza de precisión y a partir de allí se determinó el porcentaje del total que estaba cubierto por Balanus.

Los resultados del análisis indican que el principal competidor de los cirripedios en el panel de línea han sido las clorofitas del género Enteromorpha. Estas algas consti-

tuyen un cinturón de aproximadamente cinco centímetros de ancho, ya observado y caracterizado en otros ensayos (Bastida, 1971 a). Cuando se lo elimina artificialmente, la superficie cubierta por cirripedios aumenta en un 20 por ciento.

Este proceso de avance de los cirripedios sobre el cinturón de Enteromorpha también puede producirse en forma natural. Se ha observado que Siphonaria lessoni, mediante su acción de pastoreo, deja al descubierto áreas del panel que son rápidamente invadidas por cirripedios (Bastida, Capezzani y Torti, 1971). Esta invasión también puede producirse en épocas de declinación periódica de Enteromorpha, como las que se producen cuando ésta es reemplazada por rodofitas.

El principal competidor de los cirripedios en los niveles de carena ha sido la ascidia Ciona intestinalis. Uno de los mecanismos por los cuales se produce el desplazamiento es la disminución del espacio disponible para la fijación de las larvas de Balanus. En los paneles testigo se observan claramente las áreas libres, anteriormente ocupadas por Ciona y en las cuales no hay fijación de cirripedios.

Por otra parte, se produce una eliminación de individuos adultos, ya sea debido a la acumulación de sedimentos como resultado de la acción filtradora de Ciona o al recubrimiento directo por parte de la ascidia. Esto se evidencia por las conchillas de Balanus que aparecen vacías o por las improntas que dejan los individuos muertos al desprenderse.

En los paneles de carena, el nivel B es el que presenta una menor competencia espacial. Existe, pues, muy poca diferencia (alrededor del 5 por ciento) entre el área cubierta del panel testigo y del panel libre de competidores. En este caso, la competencia por exclusión de fijación ha predominado sobre la causante de mortalidad.

En el nivel C, en cambio, se observa una intensa competencia, con una diferencia de aproximadamente un 27 por ciento entre ambos paneles (testigo y alterado). Se observa, además, gran mortalidad de cirripedios en el panel testigo. Lo mismo ocurre en el nivel D, donde la diferencia de área cubierta es del 17 por ciento.

Estos resultados están vinculados con la distribución vertical de Ciona intestinalis, ya que la misma alcanza su máximo desarrollo a partir del nivel C (Bastida, 1971 a y b).

Una de las soluciones al problema de la competencia por el espacio es la epibiosis. Así, se han registrado ejemplares de Balanus sobre Cyrtograpsus, Brachydontes, Ulva y Enteromorpha (Bastida, 1971 a), e incluso en el presente ensayo, sobre Ciona. Cabe acotar que es una solución de éxito relativo, debido a la inestabilidad del sustrato, y aquellos ejemplares que la adoptan raramente alcanzan grandes tallas.

---

#### EVOLUCION DE LA COMUNIDAD SOBRE PANELES ACUMULATIVOS

---

Los estudios de comunidades incrustantes realizados sobre balsas experimentales no sólo tienen aplicación en la solución de problemas de tipo eminentemente práctico, sino que también han resultado de gran utilidad para obtener información ecológica sobre evolución de las comunidades bentónicas asentadas sobre sustratos duros.

Es bien conocido el hecho de que el proceso de sucesión ecológica ha sido referido y ejemplificado a través de comunidades vegetales terrestres, debido a la facilidad con que puede observarse el fenómeno en dicho ambiente. En el medio marino, en cambio, el estudio de estos procesos presenta grandes dificultades y por otra parte, los mismos ocurren frecuentemente de manera muy distinta a la que se observa en el ambiente terrestre.

Esto último ha inducido a muchos autores a poner en duda que la constitución de las comunidades bentónicas sea el resultado de un proceso de verdadera sucesión ecológica. Sin embargo, es evidente que al sumergir un sustrato duro inerte, como es el caso de los paneles experimentales utilizados en el presente estudio, se producen una serie de etapas en la colonización y posterior desarrollo de las po-

blaciones, que configuran un tipo particular de sucesión (Bastida, 1971 a y b).

Por medio de los estudios del fouling ha sido posible bosquejar los pasos fundamentales en la evolución de las comunidades bentónicas. Estas etapas pueden variar notablemente, ya que dependen de un conjunto complejo de factores químicos, físicos y biológicos, siendo particularmente importantes aquellos vinculados con las condiciones ambientales y las características de los organismos asentados en la zona donde se llevan a cabo las experiencias.

En base a las investigaciones realizadas en los puertos argentinos (Bastida, 1971 a 1976), se ha podido comprobar que ciertas etapas en la evolución de la comunidad se repiten siguiendo un modelo similar, al margen del factor latitudinal. Otras etapas, por su parte, presentan características particulares en cada una de las áreas estudiadas. Incluso en una misma zona, ellas pueden variar notablemente de un año a otro.

Estos hechos configuran de por sí un cuadro de gran complejidad que dificulta establecer en forma precisa las etapas sucesionales en la evolución de las comunidades incrustantes e invalidan la posibilidad de representar los pasos en la integración de las mismas mediante un esquema fijo, como han sugerido en su momento ciertos autores (Woods Hole Oceanographic Institution, 1952).

Los resultados de los ensayos sobre fouling realizados hasta el presente en nuestras costas, indican que el proceso de sucesión ecológica de comunidades bentónicas es sumamente rápido, especialmente si se lo compara con el de comunidades vegetales terrestres. Otro rasgo fundamental en la evolución de estas comunidades es que la sucesión estacional tiende a enmascarar el proceso evolutivo, haciéndose difícil el reconocimiento de una verdadera sucesión ecológica.

Tal vez la forma más simple de esquematizar el fenómeno de integración de comunidades incrustantes consista en representarlo mediante un circuito con un punto de partida (sustrato limpio), seguido por una "microsucesión básica" ("slime film" o película inicial) y una "macro-sucesión secundaria", hasta llegar a una comunidad con rasgos de estabilidad. A este último punto puede arribarse por

distintas vías que dependerán, para una misma zona, de la época en que se sumerge el sustrato y de la dinámica de las especies locales (Bastida, 1971 a).

La importancia del "slime film" o película inicial ha sido mencionada por numerosos autores (Coe y Allen, 1937; ZoBell, 1937, 1938 y 1945; Hendey, 1951; Woods Hole Oceanographic Institution, 1952; Crisp, 1965; Bastida, 1971 a y b; entre otros). En base a estos estudios, ha podido determinarse en forma fehaciente la existencia de verdaderas etapas sucesionales en la evolución de las comunidades incrustantes, además de ciertos aspectos aplicados de gran importancia. Entre ellos puede mencionarse el hecho de que ciertas especies poseen, para su exitosa fijación, requerimientos estrictos vinculados con la presencia previa en el sustrato de determinados organismos o de condiciones físico-químicas particulares.

Las primeras etapas de desarrollo del fouling suelen transcurrir con mayor rapidez que las subsiguientes. Tal es así que para el puerto de Mar del Plata, en los meses cálidos, es necesario efectuar muestreos diarios para poder detectarlas, siendo por lo tanto insuficientes las inspecciones mensuales.

En el presente capítulo se comentan los fenómenos evolutivos básicos que se observan sobre los paneles acumulativos. Durante el primer mes de inmersión, las inspecciones fueron realizadas en forma continuada, a fin de analizar la integración de la película inicial; a partir de allí, las mismas se realizaron mensualmente.

En este ensayo, debido a la época de inmersión del sustrato experimental (18/XII/73), coincidente con un paulatino calentamiento de las aguas portuarias, los procesos de colonización inicial se han presentado en forma muy rápida. Ya en las primeras cuarenta y ocho horas de inmersión se registra una importante fijación y proliferación de bacterias; paralelamente se adhieren numerosas partículas de detrito, asociados en muchos casos con bacterias, así como protozoos, especialmente ciliados libres. De esta forma se concreta una primera alteración del sustrato original, referida especialmente a textura, dureza, brillo y pH.

Paulatinamente hacen su ingreso las diatomeas, en su

mayoría especies bentónicas, si bien también se registra la presencia de especies planctónicas como Skeletonema costatum, dominante en el plancton portuario en esa época del año. Entre las diatomeas bentónicas, las especies dominantes en los cuatro niveles son Pleurosigma y Synedra. Estas diatomeas, junto con los organismos mencionados anteriormente, van constituyendo el film inicial. De esta forma, se modifican notablemente las características del sustrato original que se convierte, por otra parte, en un medio rico en recursos alimentarios.

Las características tróficas del film inicial posibilitan el ingreso de nuevas especies y su posterior desarrollo. Así, transcurridos los diez primeros días de inmersión, la comunidad en formación se hace más compleja con la colonización por parte de otras especies de protozoos, tanto libres como sésiles, que tienden a compartir la dominancia con las diatomeas, especialmente en los niveles inferiores de carena. A partir de ese momento ingresan invertebrados libres de pequeña talla, tales como copépodos harpacticoides, rotíferos, nematodos y las larvas de los macrocomponentes de la comunidad.

En este estado de la colonización, tienden a diferenciarse claramente las características del panel de línea con respecto a los de carena. Cabe destacar que, desde el punto de vista ecológico, los paneles A, B, C y D deben ser divididos en tres zonas fundamentales:

- I. Zona homologable al piso mediolitoral, que incluye el cinturón de algas y la franja inmediatamente por debajo de éste (Bastida, 1971 a). Esta zona I comprende, aproximadamente, el tercio o la mitad superior de la porción sumergida del panel A o panel de línea.
- II. Zona de transición, que puede estar colonizada por componentes de distribución mediolitoral como infralitoral, si bien entre los organismos adultos, estos últimos suelen ser mayoría. Esta zona comprende la mitad inferior de la porción sumergida del panel A y el borde superior del primer panel de carena o panel B.

III. Zona de carena, que es homologable al piso infralitoral y donde no se encuentran elementos mediolitorales en el estado adulto. Esta zona comprende más de las tres cuartas partes del panel B y la totalidad del C y el D.

La diferenciación que surge entre el panel de línea y los paneles de carena reside fundamentalmente en la presencia del esbozo de cinturón algal que se observa en el primero, en las proximidades de la línea de flotación. Esto es consecuencia del desarrollo acelerado de una parte de los contingentes colonizadores que, en los inicios del proceso, se fijan en niveles no siempre propicios para su desarrollo y posteriormente desaparecen. El cinturón ha estado caracterizado, en esta parte del ensayo, por las clorofitas Enteromorpha y Ulva.

Una vez constituido este cinturón algal, se registra la puesta de huevos por parte de los insectos de la familia Chironomidae. Antes de transcurrido el mes eclosionan las larvas, que pastorean sobre las mencionadas algas, así como también sobre diversas especies de diatomeas.

Por debajo de esta zona de dominancia vegetal se observa la colonización de los cirripedios Balanus amphitrite y B. improvisus; algunos ejemplares han ingresado a los paneles paralelamente a la formación del film inicial y otros lo hacen en forma más tardía. En los niveles inferiores ingresa, por otra parte, Balanus trigonus.

Aprovechando el detrito que se deposita sobre los paneles, las larvas de Polydora ligni construyen sus habitáculos, contribuyendo a compactar el tapiz biológico. Por su parte, los campanuláridos Obelia angulosa y Gonothyraea inornata, cumplen la misma función, distribuyéndose desde el panel de línea hasta los niveles de carena. La presencia de estos hidozoos condiciona el ingreso a la comunidad del nudibranquio Tenellia pallida, que se alimenta exclusivamente de los pólipos.

Luego de un mes de inmersión se establece, pues, una comunidad bastante evolucionada, con gran diversificación específica y con todos los elementos para autorregularse con el transcurso del tiempo, en su tendencia a lograr características de estabilidad. Resumiendo sus rasgos más

sobresalientes, se caracteriza por un cinturón algal constituido por Enteromorpha - Ulva - Chironomidae; por debajo de este nivel domina una asociación de Balanus amphitrite - B. improvisus - Polydora ligni y otra integrada por Obelia angulosa - Gonothyraea inornata - Tenellia pallida.

Cabe destacar que éste ha resultado un mes fundamental para el futuro desarrollo de la comunidad, no sólo por el alto índice de diversidad específica alcanzado, sino también por el notable ritmo de crecimiento logrado por varios de sus componentes. La clorofita Enteromorpha, por ejemplo, llega a una talla máxima de 28 cm, lo que arroja un promedio de crecimiento de un centímetro por día. Balanus amphitrite, por su parte, alcanza un diámetro máximo de 7 mm y las colonias de campanuláridos una altura de aproximadamente 2 cm.

Durante el segundo mes de inmersión, la comunidad no se ve mayormente modificada en cuanto a la diversidad de sus componentes. Entre las nuevas especies que ingresan, cabe mencionar a Siphonaria lessoni y Sphaeroma cf. serratum, que se asocian al cinturón algal, tanto por requerimientos de tipo trófico como por sus hábitos mediolitorales. En la zona de carena se fija Ciona intestinalis, que influye marcadamente en la evolución de la comunidad (Bastida, 1971 a y b).

El rasgo fundamental de esta etapa de desarrollo del fouling es el marcado aumento de talla de los ejemplares de las diversas especies, como así también el incremento en la densidad de los mismos. Esto trae aparejado un notable aumento en los valores de biomasa, aproximadamente diez veces mayores que los del mes precedente. Por otra parte, se suscitan claros procesos de competencia espacial; así, el cinturón de algas ha impedido la distribución de los cirripedios hacia la línea de flotación. En los paneles de carena, en cambio, es Ciona intestinalis la que no permite la fijación de nuevos contingentes de cirripedios en aquellos lugares donde se encuentra asentada.

Durante el tercer mes de inmersión, la comunidad no presenta mayores cambios en cuanto a las especies que la componen. Sin embargo, los organismos ya establecidos alcanzan sus tallas máximas y algunos ejemplares logran cumplir su ciclo biológico. De esta forma vuelve a incrementarse notablemente la biomasa del fouling y la comunidad adquiere ca-

racterísticas de estabilidad muy semejantes a las de aquellas establecidas sobre las construcciones portuarias vecinas. Entre las pocas especies que ingresan a los panales pueden mencionarse a los briozoos Bugula y Conopeum.

Durante el cuarto mes de inmersión, algunos componentes de la comunidad se han desprendido del sustrato experimental por haber completado su ciclo de vida. Este hecho queda claramente evidenciado por un descenso en los valores de biomasa. En el cinturón algal se producen modificaciones consistentes en un empobrecimiento de las especies anteriormente dominantes, que tienden a ser desplazadas por la rodofita Polysiphonia, la cual se encontraba inicialmente en baja densidad. Esta rodofita alcanza una talla de 10 cm aproximadamente, mientras que los ejemplares de Enteromorpha que aún permanecen sobre el panel llegan a medir 9 cm.

En cuanto a las poblaciones de cirripedios, éstas presentan modificaciones vinculadas con el aumento de la talla media y con un incremento en el índice de mortalidad de los individuos, si bien este último aspecto se compensa en cierta medida con el ingreso a la comunidad de nuevos contingentes colonizadores. La mortalidad registrada en este grupo ha promovido indirectamente un notable aumento de la población del isópodo Sphaeroma, que aprovecha los caparazones vacíos de los cirripedios como refugio. La población de campanuláridos, por su parte, permanece estable, notándose un incremento en la talla cuyo valor llega, en algunos ejemplares, a los 7 cm. En cambio los contingentes de Ciona y Polydora se ven notablemente reducidos por haber cumplido su ciclo biológico un alto porcentaje de los individuos.

Los eventos acontecidos en la comunidad hasta este momento traen como consecuencia la exposición parcial de sectores del sustrato, sobre los cuales tienen lugar fenómenos de recolonización, con dominancia de los componentes típicos de la película inicial. La comunidad continúa en este proceso de parcial declinación y reordenamiento durante el transcurso del quinto mes, época en que prolifera notablemente el briozoo Bowerbankia gracilis.

Al cumplirse el medio año de inmersión, puede observarse que el nivel de línea de flotación está dominado por Polysiphonia, estando ausentes del mismo las larvas de quiro-

nómidos. En el resto de los paneles la comunidad se caracteriza por la presencia de cirripedios, campanuláridos, Bowerbankia y Polydora.

En el séptimo mes de iniciado el ensayo, el fouling presenta un notable incremento en su biomasa, alcanzando de esta forma los valores más altos del ciclo. Este aumento en la biomasa se debe principalmente al notable desarrollo que han adquirido las poblaciones de campanuláridos, Bowerbankia y Polydora, al igual que otros componentes de la comunidad que, ante la falta de espacio, actúan como epibiontes de las mencionadas especies. En algunos sectores se producen agrupaciones muy densas del hidrozoo Tubularia crocea.

En los niveles superiores, el característico cinturón algal está constituido en su porción superficial por las clorofitas Ulva y Enteromorpha, e inmediatamente por debajo, por abundantes ejemplares de la rodofita Polysiphonia. Además, comienzan a renovarse las poblaciones de cirripedios, merced al ingreso en este nivel de ejemplares de Balanus improvisus, proceso que continúa durante el octavo mes de inmersión, pero siempre exclusivamente sobre el panel A. En cuanto al resto de la comunidad, no se observan modificaciones de importancia, salvo que las poblaciones de Balanus amphitrite y B. trigonus van reduciéndose paulatinamente por mortalidad de los adultos. Esta situación se prolonga durante el noveno mes y al arribar al décimo, se registran descensos en los valores de biomasa. Los mismos se estabilizan en el décimoprimer mes de inmersión, fecha en la cual finalizan las observaciones de paneles acumulativos.

En la tabla I se incluye la lista de todas las especies vegetales y animales que se han registrado en las comunidades incrustantes del puerto de Mar del Plata desde el comienzo de las investigaciones en la zona.

---

#### CONSIDERACIONES FINALES

---

Las características hidrológicas del puerto de Mar del Plata, durante este nuevo período de investigaciones, han

configurado un cuadro semejante al observado en años anteriores. Entre los factores que registran fluctuaciones particulares, cabe mencionar la salinidad, que ha seguido un ritmo propio, regulado fundamentalmente por las precipitaciones pluviales. Por otra parte, el pH, íntimamente vinculado con los procesos de contaminación local, ha presentado en algunos casos, valores inferiores a los normales.

Las investigaciones realizadas sobre balsa experimental han permitido obtener información muy precisa sobre los valores de biomasa de la comunidad incrustante, tanto sobre muestras mensuales como acumulativas. Por otra parte, ha quedado claramente establecido que cualquiera de los métodos empleados (peso húmedo, seco o cenizas), permite obtener datos de útil aplicación en estudios experimentales del fouling.

Por medio de estas determinaciones cuantitativas, puede concluirse que los valores de biomasa de paneles mensuales (comunidades de treinta días de vida) están íntimamente vinculados con la temperatura del agua. Teniendo en cuenta la relación directa entre ambos factores, es posible afirmar que el brusco descenso de la biomasa que se produce a partir de marzo corresponde a una anomalía ambiental no determinada. Por otra parte, los cálculos predictivos basados en la configuración térmica del presente período sugieren que dicho descenso debería haberse producido en el mes de setiembre, ya que en estudios previos se ha establecido que los valores más bajos de biomasa tienen lugar aproximadamente dos meses después de registrarse las temperaturas medias mínimas del año.

En cuanto a los valores de biomasa de paneles acumulativos, se observa que la temperatura ejerce sobre ellos una influencia distinta a la registrada sobre paneles mensuales; en los primeros, la temperatura del agua sólo influye en forma evidente durante el proceso inicial de colonización y en el transcurso de las primeras etapas sucesionales de la comunidad. De esta forma, los valores más altos pueden llegar incluso a coincidir con los meses más fríos del año, como en el presente ensayo.

Tanto los valores de biomasa como los estados de desarrollo alcanzados por el fouling en períodos de treinta días

indican que las comunidades del puerto de Mar del Plata son altamente agresivas. A pesar de tratarse de una zona templada, se registra durante parte del año una colonización semejante e incluso superior a la de zonas tropicales, por lo que esta área constituye un excelente medio para la evaluación de las propiedades tóxicas de pinturas antiincrustantes.

En base a la colonización registrada sobre paneles mensuales, ha sido posible bosquejar una vez más los ciclos de fijación de las principales especies. La comparación de estos nuevos datos con los obtenidos en años previos permite establecer que muchos organismos, como por ejemplo las diatomeas, pueden presentar ciclos muy variables, tanto en duración como en densidad de fijación. Estas variaciones no estarían reguladas en forma directa por los factores ambientales considerados en el presente estudio. Sin embargo, las preferencias batimétricas parecen mantenerse estables en el transcurso de los años e independientes de la configuración del ciclo de fijación.

Otras especies, por su parte, han presentado una marcada prolongación en la duración del ciclo, como es el caso de Polydora ligni. En esta especie, el mismo ha sufrido, con el correr del tiempo, una ampliación, principalmente favorecida por su afinidad con los ambientes contaminados y el simultáneo desplazamiento de otras especies sensibles a este factor. En otros organismos, en cambio, se ha producido una reducción en la duración del ciclo, como se observa en el tunicado Ciona intestinalis.

La estrecha relación existente entre los procesos de colonización y la temperatura del agua, ha quedado una vez más ejemplificado a través de la fijación de Balanus amphitrite y B. trigonus. También ha sido posible confirmar la asociación que se establece entre ciertos componentes de la comunidad, como es el caso de los campanuláridos (Obelia angulosa y Gonothyrea inornata) y el nudibranquio Tenellia pallida.

Los procesos de sucesión ecológica de comunidades incrustantes quedan evidenciados con el estudio de los paneles acumulativos. Los pasos básicos en la constitución de estas comunidades tienen lugar en los primeros meses de ensayo, coincidiendo con la época más cálida del año. Las etapas evolutivas se desarrollan en cortos períodos y a los pocos días de inmersión el sustrato experimental presenta un film o pelí-

cula inicial bien constituido, con la consiguiente transformación de sus características originales.

Luego del primer mes de inmersión, es posible diferenciar claramente el nivel de línea de flotación y los de carena. Básicamente, se define en los niveles superiores un cinturón algal dominado por las clorofitas Ulva y Enteromorpha que, con el correr del tiempo, tienden a ser reemplazadas por la rodofita Polysiphonia. En los niveles inferiores, se observa una dominancia de cirripedios (Balanus amphitrite, B. improvisus y B. trigonus), Polydora ligni y campanuláridos (Obelia angulosa y Gonothyraea inornata).

Con respecto a los valores de biomasa, la comunidad presenta una serie de oscilaciones, si bien en ningún momento se registran bruscos descensos como los que se producían en años anteriores, cuando la dominancia correspondía a Ciona intestinalis.

A medida que la comunidad adquiere un mayor grado de complejidad, se presentan claros procesos de competencia espacial, según ha quedado evidenciado en un ensayo particular realizado con Balanus amphitrite. Los resultados de este ensayo indican que, a nivel de línea de flotación, la mayor competencia se produce con Enteromorpha, que reduce la posibilidad de fijación de B. amphitrite en aproximadamente un 20 por ciento. En los niveles de carena, la competencia se suscita con Ciona intestinalis, que disminuye la fijación de cirripedios entre 5 y 27 por ciento, según se considere el panel B o el C respectivamente.

---

#### BIBLIOGRAFIA

---

- Bastida, R., 1968.- Preliminary notes on the marine fouling at the port of Mar del Plata (Argentina). *Compte Rendu 2nd. Int. Congr. mar. Fouling Corrosion* (Athens, Greece): 557-562.
- Bastida, R., 1971a.- Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1966/67. *Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol.*, 3 (2): 205-285.

- Bastida, R., 1971b.- Las incrustaciones biológicas en las costas argentinas. La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata durante tres años consecutivos. *Corrosión y Protección (España)*, 2 (1): 21-57.
- Bastida, R., 1972.- Studies of the Fouling Communities along Argentine Coasts. Proc. 3rd. Int. Congr. mar. Fouling Corrosion (Gaythersburg, Maryland): 1-17.
- Bastida, R. y H. Adabbo, 1975.- Fijación del fouling en el Puerto de Mar del Plata (período 1969/70). *LEMIT-ANALES*, 5-1975: 5-39.
- Bastida, R., H. Adabbo and V. Rascio, 1976.- Toxic action of antifouling paints with different toxicant concentrations. *Corrosion Marine-Fouling*, 1/76: 5-17.
- Bastida, R., D. Capezzani and M. Torti, 1971.- Fouling organisms in the port of Mar del Plata (Argentina). I. *Siphonaria lessoni*: ecological and biometric aspects. *Marine Biology*, 10: 297-307.
- Bastida, R., J. J. Caprari y V. Rascio, 1969.- Las incrustaciones biológicas (fouling) y su control por medio de pinturas. *Actas IV Congr. Lat. Zool.*, Caracas, Venezuela.
- Bastida, R. y S. L'Hoste, 1976.- Estudio sobre las relaciones tróficas de las comunidades incrustantes del puerto de Mar del Plata. *LEMIT-ANALES*, 5-1976.
- Bastida, R., E. Spivak, S. L'Hoste y H. Adabbo, 1974.- Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. I. Estudio de la fijación sobre paneles mensuales, período 1971/72. *LEMIT-ANALES*, 5-1974, 97-165.
- Bastida, R. y M. R. Torti, 1975.- Estudio preliminar de las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano (Argentina). *LEMIT-ANALES*, 5-1971, 45-75.
- Crisp, D. J., 1965.- The Ecology of Marine Fouling. 5th. *Symp. Brit. Ecol. Soc.*: 99-117.
- Edmonson, C. and W. Ingram, 1959.- Fouling organisms in Hawaii. *Occ. Papers, Bernice P. Bishop Mus.*, 14: 251-300.
- Hendey, N., 1951.- Littoral Diatoms of Chichester Harbour, with special reference to fouling. *J. R. Micr. Soc.*, 71: 1-86.
- Kawahara, T., 1962.- Studies on the Marine Fouling Communities. I. Development of the fouling community. *Rep. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie*, 4 (2): 27-41.
- Miyazaki, I., 1958.- On fouling organisms in the oyster farm. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 4 (5): 225-252.

- O.C.D.E., 1966.- Salissures marines. Recherches coopératives hydrologiques et biologiques. Dir. Aff. Sci., 84 pp.
- Rascio, V., 1973.- Pinturas antifouling o antiincrustantes, en: Estudios sobre corrosión metálica. SENID: 295-325.
- Rascio, V. y R. Bastida, 1973.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes. V. Acción de los tóxicos sobre algas a nivel de línea de flotación. LEMIT-ANALES, 4-1972, 45-61, Corrosión y Protección (España), 4 (3): 19-27.
- Rascio, V., R. Bastida y J. J. Caprari, 1969.- Contribución al comportamiento de las pinturas antiincrustantes. II. Influencia del contenido de tóxico. Peintures, Pigments, Vernis (Francia), 45 (11): 724-735.
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1968.- Contribution a l'étude du comportement des peintures antisalissures. Proc. 2nd. Congr. mar. Fouling Corrosion (Athens, Greece).
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1969.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. I. Influencia del tipo de tóxico y de la solubilidad del vehículo. Peintures, Pigments, Vernis, 45 (2): 102-115.
- Rascio, V. y J. J. Caprari, 1970.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. III. Nuevas experiencias realizadas en el Puerto de Mar del Plata, período 1968/70. Corrosión y Protección (España), 1 (4): 19-33.
- Relini, G. y E. Giordano, 1969.- Distribuzione verticale e insediamento delle quattro specie di balani presenti nel porto di Genova, Natura, Milano, 60 (4): 251-281.
- Skerman, T., 1958a.- Marine fouling at the port of Lyttelton. N. Zeal. J. Sci., 1 (2): 224-257.
- Skerman, T., 1958b.- Marine fouling at the port of Auckland. N. Zeal. J. Sci., 2 (1): 57-94.
- Werner, W. E., 1967.- The distribution and ecology of the barnacle Balanus trigonus. Bull. mar. sci., 17: 64-84.
- Woods Hole Oceanographic Institution, 1952.- Marine Fouling and Its Prevention. U.S. Naval Inst., Annapolis, Maryland, 388 pp.
- Zobell, C. E., 1937.- The influences of solid surfaces upon the physiological activities of bacteria in sea water. J. Bacteriol., 33: 186.
- Zobell, C. E., 1938.- The sequence of events in the fouling of submerged surfaces. Dig. Fed. Paint Varnish Prod. Clubs, 178: 379-385.

Zobell, C. E., 1946.- Marine Microbiology. Chronica Botanica,  
Waltham, Mass., 240 pp.

LISTA DE ESPECIES REGISTRADAS SOBRE Balsa EXPERIMENTAL DESDE 1965 HASTA EL PRESENT  
EN EL PUERTO DE MAR DEL PLATA

ALGAS

Crisofitas

Actinoptichus sp.  
Achnantes sp.  
Amphora sp.  
Asterionella japonica  
Bacillaria sp.  
Biddulphia roperiana  
Biddulphia spp.  
Chaetoceros sp.  
Cocconeis sp.  
Coccinodiscus sp.  
Ditylum sp.  
Fragilaria sp.  
Grammatophora marina  
Grammatophora sp.  
Limnophora lyngbyei  
Melosira sulcata  
Navicula cf. grevillei  
Navicula spp.  
Nitzschia closterium  
Nitzschia longissima  
Nitzschia seriata  
Opephora sp.  
Pinnularia sp.  
Plagiogramma sp.  
Pleurosigma sp.  
Rhizosolenia sp.  
Skeletonema costatum  
Stephanopyxis sp.  
Synedra sp.  
Thalassionema nitzschioides  
Thalassiosira sp.  
Thalassiotrix sp.  
Triceratium sp.

Cianofitas

Lyngbia lutea  
Microcoleus tenerinus  
Phormidium corium

Clorofitas

Bryopsis plumosa  
Cladophora sp.  
Enteromorpha flexuosa  
Enteromorpha intestinalis  
Enteromorpha prolifera  
Ulothrix pseudoflacca

Feofitas

Ectocarpus confervoidea  
Petalonia fascia

Rodofitas

Bangia sp.  
Callithamnion sp.  
Ceramium sp.  
Erythrocladia sp.  
Polysiphonia sp.  
Porphyra umbilicalis  
Pterosiphonia sp.

PROTOZOOS

Dinoflagelados

Ceratium sp.  
Dinophysis sp.  
Exuviaella sp.  
Goniodoma sp.  
Peridinium sp.  
Prorocentrum sp.

Silicoflagelados

Dictyocha sp.

Ciliados

Claustrofolliculina sp.  
Codonella sp.  
Colpidium sp.  
Condylostoma sp.  
Cothurnia sp.  
Euplotes sp.  
Favella sp.  
Frontonia sp.  
Helicostomella sp.  
Lacrymaria sp.  
Lagotia sp.  
Mesodinium sp.  
Petalotricha sp.  
Tintinnopsis spp.  
Tintinnus sp.  
Trachelonema sp.  
Vorticella sp.  
Zoothamnium sp.

Suctorios

Acineta sp.  
Ephelota sp.  
Podophrya sp.

- Rizópodos
- Amoeba sp.  
Boliyina sp.  
Elphidium sp.  
Quinqueloculina sp.
- CELENERADOS
- Gonothyrea inornata  
Obelia angulosa  
Ramirezia balsaea  
Tubularia crocea
- PLATELMINTOS indet.
- NEMERTINOS indet.
- ROTIFEROS -
- Colurella sp.  
Trichocerca sp.
- ANELIDOS
- Cirratulus cirratulus  
Dorvillea sp.  
Eulalia sp.  
Halosydnella australis  
Hydroides elegans  
Hydroides platani  
Lumbrinereis sp.  
Mercierella enigmatica  
Polydora ligni  
Serpula sp.  
Stauronereis sp.  
Syllidea armata  
Syllis gracilis  
Syllis robertianae  
Thelepus sp.  
Tiposyllis prolixa
- BRIOZOOS
- Browerbankia gracilis  
Bugula neritina  
Bugula sp.  
Conopeum sp.  
Cryptosula pallasiana
- MOLUSCOS
- Buccinanops sp.  
Brachydontes rodriguezi  
Chaetopleura tehuelcha  
Mytilus platensis  
Pyrene isabellei  
Pyrene paessleri  
Polycera marplatensis  
Saxicava solida  
Siphonaria lessoni  
Tenellia pallida
- PICNOGONIDOS
- Achelia assimilis  
Anoplodactylus petiolatus  
Anoplodactylus pigmaeus  
Anoplodactylus stictus  
Tanystylum orbiculare
- CRUSTACEOS
- Copépodos
- Harpacticus pulvinatus  
Harpacticus sp.  
Heterolaophonte pauciseta  
Paraltheuta minuta  
Paralaophonte meinerti  
Robertgurneya falklandiensis  
Tisbe gurneyi
- Isópodos
- Idotea baltica  
Sphaeroma cf. serratum
- Anfípodos
- Caprella dilatata  
Corophium cf. insidiosum  
Hyale sp.  
Jassa sp.
- Cirripedios
- Balanus amphitrite  
Balanus glandula  
Balanus improvisus  
Balanus trigonus
- Decápodos
- Cyrtograpsus altimanus  
Cyrtograpsus angulatus  
Coenophthalmus tridentatus  
Pachycheles haigae  
Pelidnota rotunda  
Pilumnoides hassleri  
Platyxanthus crenulatus
- INSECTOS
- Larvas Chironomidae
- TUNICADOS
- Botryllus schlosseri  
Ciona intestinalis  
Didemnidae  
Molgula manhattensis  
Molgula cf. occidentalis  
Molgula robusta
- PECES
- Gobiosoma (Austrogobius) parri  
Hypleurochilus fissicornis  
Ribeiroclinus eigenmanni

T A B L A II

BIOMASA DEL FOULING DE PANELES MENSUALES. PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO, 18-XII-73/18-XII-74

Período de inmersión	Nivel	Peso húmedo			Peso seco			Peso cenizas		
		(g)	(g/dm <sup>2</sup> )	(g)	(g)	(g/dm <sup>2</sup> )	(g)	(g/dm <sup>2</sup> )	(g)	(g/dm <sup>2</sup> )
18-XII-73/ 18-I-74	A	34,6	17,53	2,00	1,03	1,40	0,72			
	B	41,8	9,72	2,59	0,56	1,70	0,40			
	C	40,6	9,44	3,92	0,91	2,67	0,62			
	D	26,3	6,11	1,96	0,46	1,08	0,25			
	Total	143,3	9,44	10,27	0,68	6,85	0,46			
18-I-74/ 18-II-74	A	35,0	18,00	3,17	1,62	1,62	0,83			
	B	99,1	23,05	13,49	3,14	7,76	1,80			
	C	64,5	15,04	13,50	3,14	11,22	2,61			
	D	112,3	26,11	13,37	3,11	7,46	1,74			
	Total	310,9	20,70	43,53	2,90	28,06	1,90			
18-II-74/ 18-III-74	A	60,3	30,92	7,50	3,84	4,46	2,29			
	B	146,2	33,63	21,00	4,88	12,57	2,92			
	C	67,5	15,69	12,20	2,84	7,92	1,84			
	D	40,5	9,42	11,00	2,56	7,71	1,79			
	Total	314,5	21,18	51,70	3,48	32,66	2,20			
18-III-74 18-IV-74	A	6,0	3,08	0,50	0,26	0,27	0,14			
	B	10,5	2,44	1,20	0,28	0,82	0,19			
	C	7,8	0,88	0,50	0,12	0,35	0,08			
	D	4,1	0,95	0,70	0,16	0,46	0,11			
	Total	28,4	1,64	2,90	0,20	1,90	0,13			
18-IV-74 18-V-74	A	7,9	4,08	0,93	0,49	0,60	0,31			
	B	17,1	3,98	2,03	0,47	1,43	0,33			
	C	12,3	2,86	1,31	0,30	0,92	0,21			
	D	9,5	2,16	1,06	0,25	0,99	0,23			
	Total	46,7	3,14	5,33	0,36	3,94	0,27			
18-V-74 18-VI-74	A	3,7	1,90	0,55	0,28	0,37	0,19			
	B	5,4	1,26	0,71	0,16	0,51	0,12			
	C	2,1	0,49	0,33	0,08	0,24	0,06			
	D	1,5	0,20	0,24	0,06	0,17	0,04			
	Total	12,6	0,85	1,83	0,12	1,29	0,09			

18-VI-74/ 18-VII-74	A	8,4	4,31	0,88	0,45	0,64	0,33
	B	9,6	2,23	1,05	0,24	0,69	0,16
	C	5,3	1,23	0,66	0,15	0,44	0,10
	D	6,9	1,60	0,66	0,15	0,46	0,11
	Total	30,2	2,03	3,25	0,22	2,23	0,15
18-VII-74/ 18-VIII-74	A	13,9	6,62	1,88	0,96	1,32	0,67
	B	21,5	4,98	3,13	0,73	2,31	0,54
	C	9,3	2,16	0,90	0,21	0,74	0,17
	D	5,9	1,37	0,76	0,18	0,61	0,14
	Total	49,6	3,35	6,66	0,45	4,98	0,33
18-VIII-74/ 18-IX-74	A	13,1	6,74	2,36	1,21	1,61	0,82
	B	23,3	5,42	3,84	0,89	2,38	0,55
	C	11,2	2,60	0,99	0,23	0,55	0,13
	D	8,5	1,97	1,07	0,25	0,72	0,17
	Total	56,2	3,78	8,26	0,56	5,25	0,35
18-IX-74/ 18-X-74	A	8,1	4,15	1,07	0,55	0,85	0,43
	B	27,5	6,39	3,18	0,79	2,01	0,47
	C	13,5	3,14	1,36	0,36	1,27	0,29
	D	7,8	1,81	0,94	0,22	0,72	0,17
	Total	56,9	3,83	6,96	0,47	4,85	0,33
18-X-74 18-XI-74	A	8,5	4,36	1,32	0,68	0,99	0,51
	B	31,1	7,25	3,29	0,76	2,71	0,63
	C	20,2	4,69	2,80	0,65	2,27	0,53
	D	13,1	3,05	1,55	0,36	1,33	0,31
	Total	72,9	4,91	8,95	0,60	7,30	0,49
18-XI-74 18-XII-74	A	27,8	14,26	3,37	1,73	1,91	0,98
	B	63,8	13,30	13,97	3,25	9,32	2,17
	C	69,2	11,44	11,20	2,60	8,18	1,90
	D	41,7	9,69	6,94	1,61	4,79	1,11
	Total	184,5	12,43	35,48	2,38	24,20	1,63

T A B L A III

## BIOMASA DEL FOULING DE PANELES ACUMULATIVOS. PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 18-A. S-XII-74

Meses de inmersión	Nivel	Peso húmedo		Peso seco		Peso cenizas	
		(g)	(g/dm <sup>2</sup> )	(g)	(g/dm <sup>2</sup> )	(g)	(g/dm <sup>2</sup> )
2	A	91,0	46,67	22,80	11,69	18,27	9,38
	B	123,0	28,60	29,50	6,86	23,56	5,48
	C	255,5	59,42	41,30	9,60	28,02	6,52
	D	271,3	63,09	62,00	14,42	42,13	9,80
	Total	740,8	49,89	155,60	10,48	111,99	7,54
3	A	165,5	84,87	73,50	37,69	62,63	32,13
	B	392,0	91,16	140,50	32,67	117,88	27,41
	C	471,2	109,58	111,20	25,86	88,96	20,69
	D	434,3	101,00	87,20	20,28	69,45	16,15
	Total	1 463,0	98,50	412,40	27,77	338,92	22,82
4	A	203,0	104,10	60,80	31,18	49,13	25,19
	B	366,0	85,11	102,00	23,72	87,44	20,33
	C	234,0	54,42	80,50	18,72	70,86	16,48
	D	224,5	52,21	52,00	12,09	41,38	9,62
	Total	1 027,5	69,19	295,30	19,89	248,81	16,49
5	A	224,3	115,03	71,80	36,82	61,11	31,34
	B	534,4	128,93	196,60	45,72	131,74	30,64
	C	290,6	67,58	79,30	18,44	61,25	14,24
	D	255,3	59,37	69,40	16,14	59,52	13,84
	Total	1 304,6	89,20	417,10	28,09	313,62	21,12
6	A	146,9	75,33	50,70	26,00	39,06	20,03
	B	395,0	91,86	124,20	28,88	98,39	22,88
	C	340,8	79,23	106,80	24,84	89,86	20,90
	D	279,4	64,95	74,30	17,28	59,95	13,94
	Total	1 162,1	74,26	356,00	24,00	287,26	19,34

7	A	328,0	168,21	95,50	48,97	81,01	41,54
	B	665,0	154,20	219,50	51,04	185,64	43,17
	C	419,0	97,45	128,40	29,87	95,27	22,15
	D	493,5	114,76	112,30	26,12	92,42	21,49
	Total	1 905,5	128,18	555,70	17,42	454,34	30,59
8	A	139,5	71,54	48,95	25,10	36,21	18,57
	B	428,0	99,53	175,30	40,76	118,12	27,47
	C	144,7	33,65	85,50	19,89	70,87	16,48
	D	344,5	80,11	91,50	21,28	55,20	12,85
	Total	1 056,7	71,16	401,25	27,02	280,40	18,88
9	A	300,0	154,56	108,00	55,38	63,32	32,47
	B	538,0	125,11	193,05	44,89	136,50	31,74
	C	209,0	48,60	97,00	22,56	82,09	19,10
	D	292,5	68,02	90,60	21,07	57,30	15,32
	Total	1 239,5	90,47	488,65	32,90	339,21	22,84
10	A	265,0	134,87	79,20	40,61	69,84	35,81
	B	431,0	100,25	135,10	31,42	116,65	27,12
	C	177,0	41,16	62,90	14,65	57,08	15,27
	D	154,5	31,28	42,10	9,79	36,31	8,44
	Total	1 007,5	67,71	319,30	21,30	279,86	18,84
11	A	161,2	82,66	53,20	27,28	33,22	17,05
	B	492,5	114,55	142,10	33,04	98,55	22,91
	C	178,2	36,70	68,10	15,44	45,17	10,30
	D	160,1	37,25	48,20	11,21	32,41	7,55
	Total	972,0	63,30	311,60	20,98	209,35	14,09

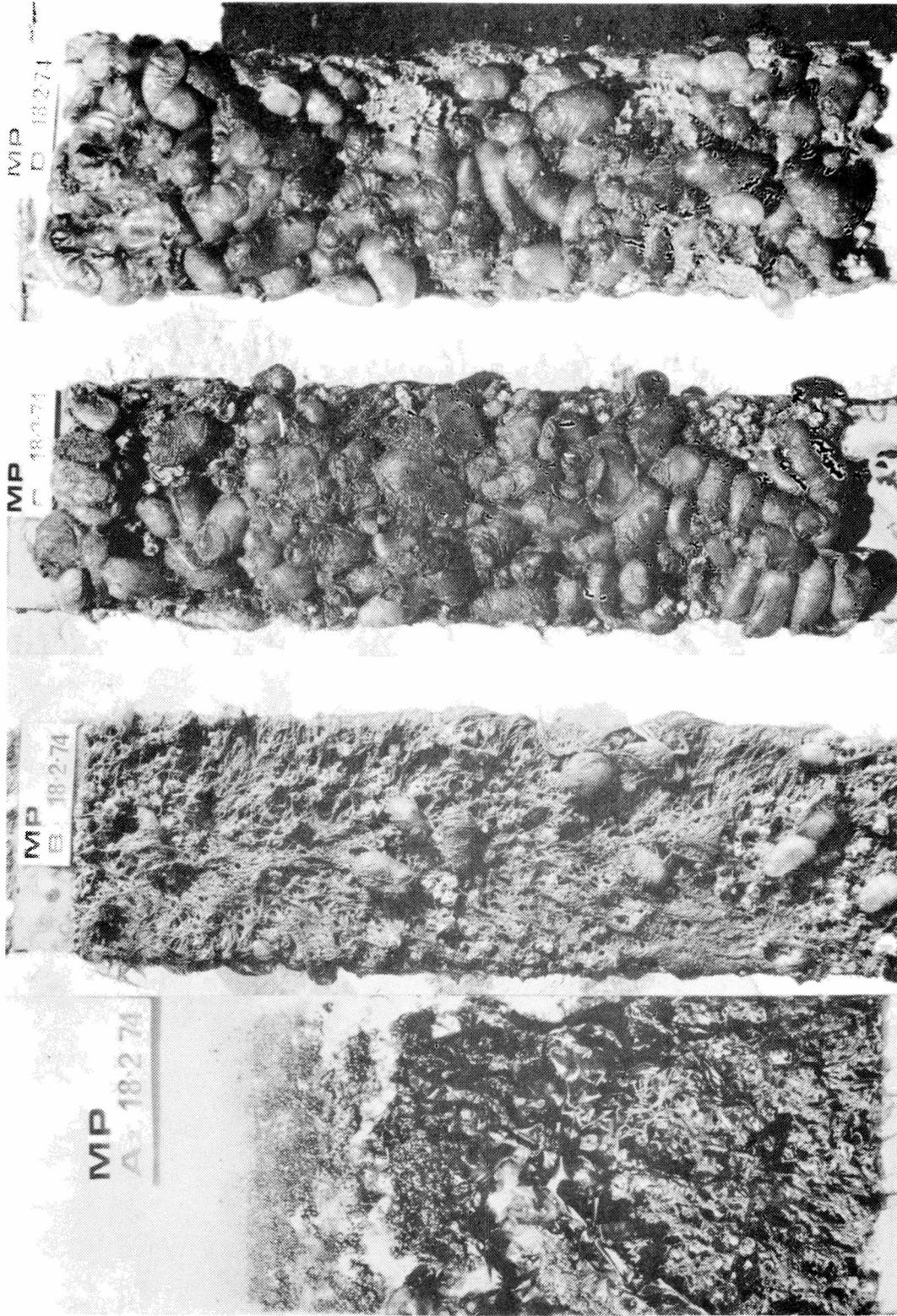


Fig. 17.- Paneles acumulativos luego de dos meses de inmersión

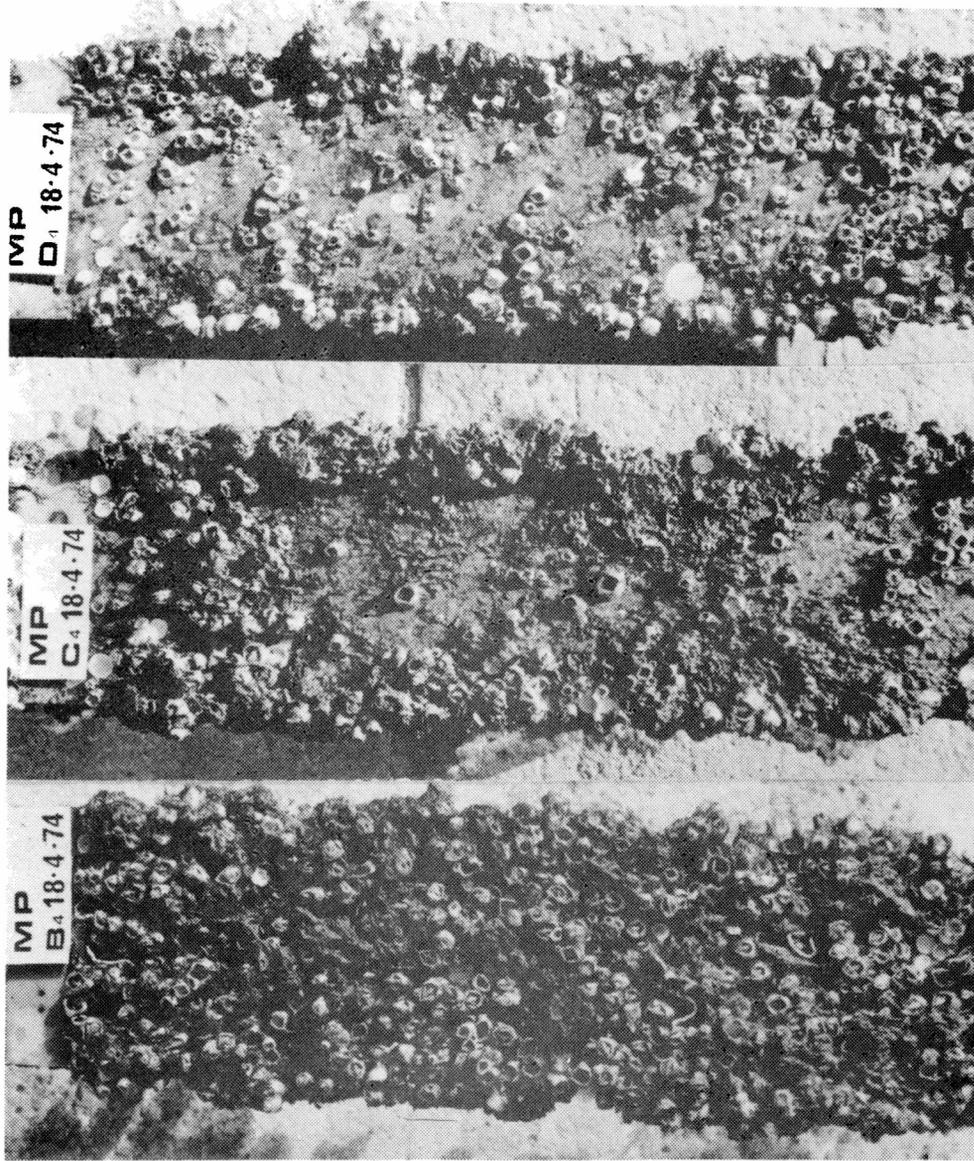


Fig. 18.- Paneles acumulativos luego de cuatro meses de inmersión

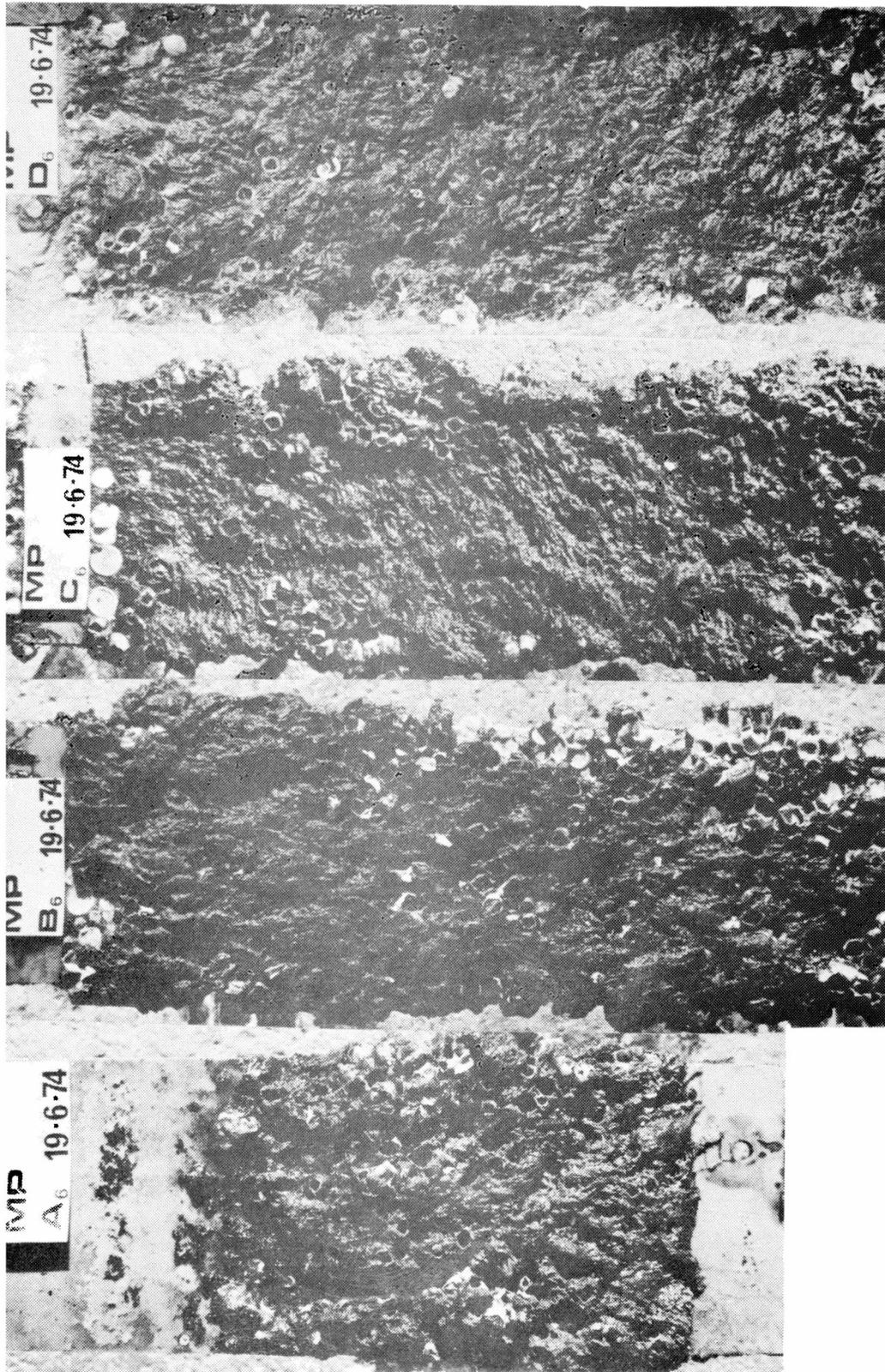


Fig. 19.- Paneles acumulativos luego de seis meses de inmersión

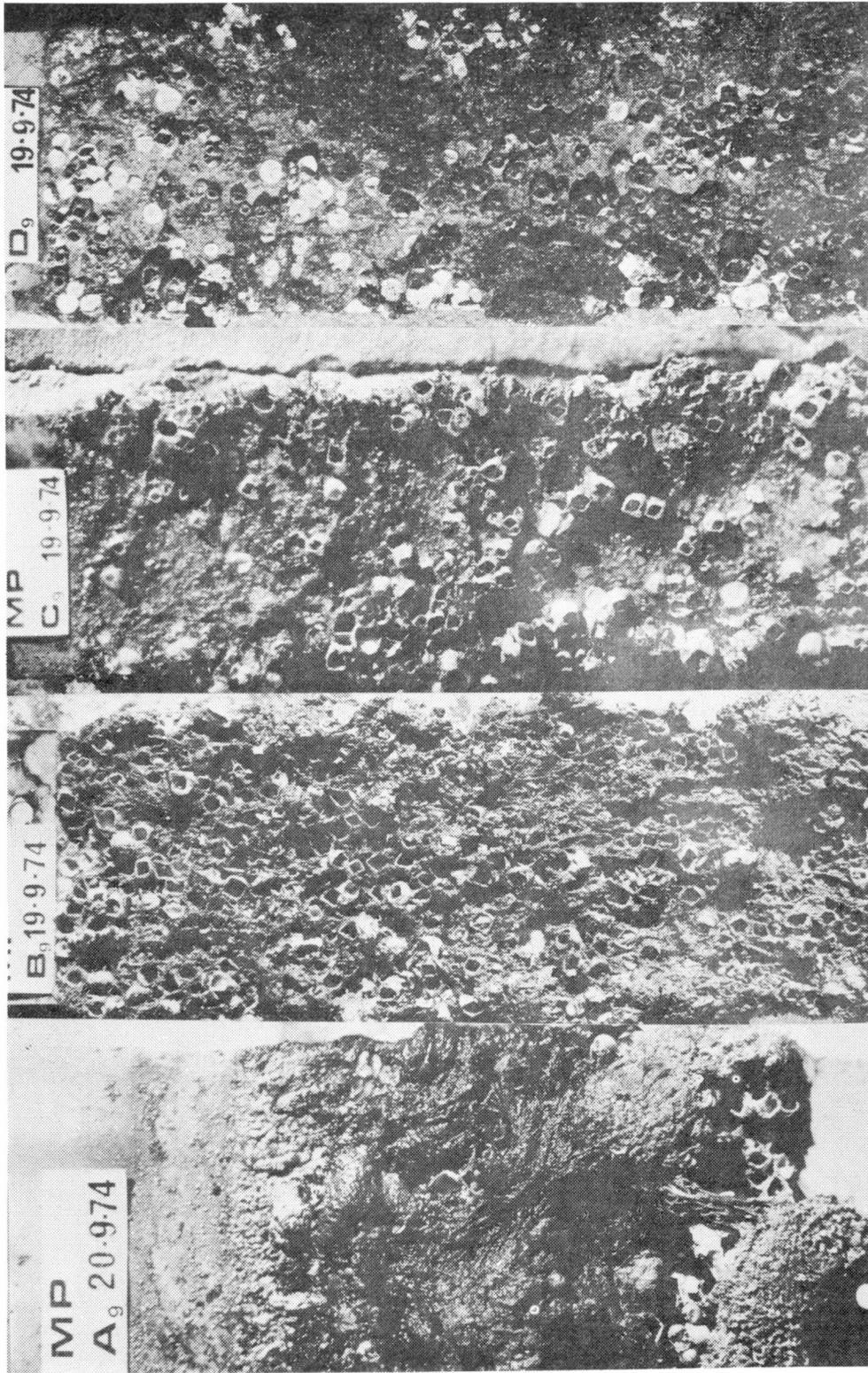


Fig. 20.- Paneles acumulativos luego de nueve meses de inmersión

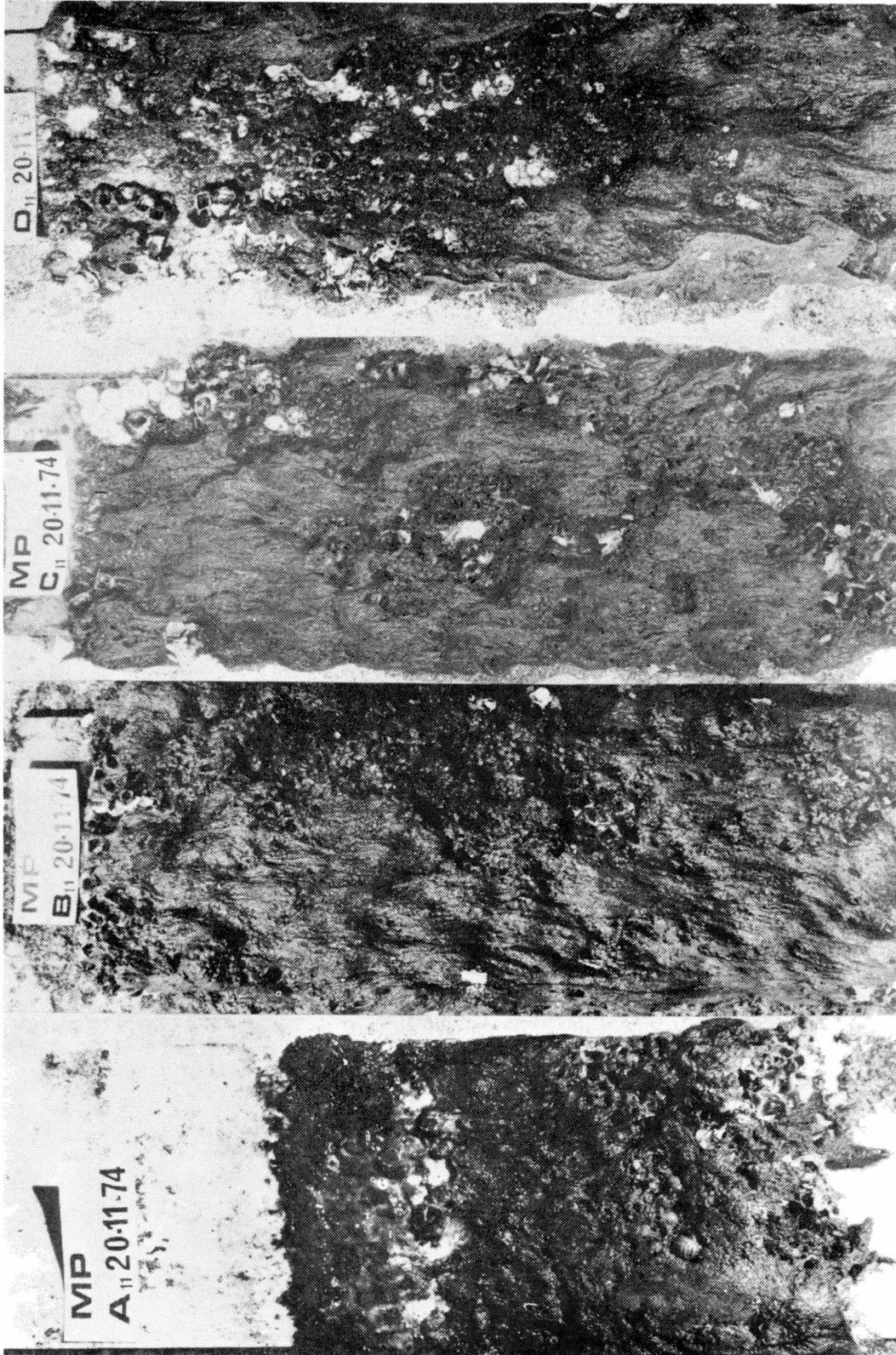


Fig. 21.- Paneles acumulativos luego de once meses de inmersión