

**LAS INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS  
EN LAS COSTAS ARGENTINAS**

**La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata  
durante tres años consecutivos**

**Lic. Ricardo O. Bastida**

**Serie II, nº 168**

Cuando iniciamos las investigaciones preliminares sobre las comunidades incrustantes en 1964, no existían en Latinoamérica antecedentes sobre este tipo de estudios. Desde entonces, paulatinamente fueron surgiendo algunos trabajos provenientes de diversas zonas como la Bahía de Guanabara y Recife en Brasil (1, 2), Cuba (3), Jamaica (4) y más recientemente en el noreste del Golfo de México (5).

Estos trabajos, si bien variables en orientación y perspectivas, aportan datos importantes por la carencia de información específica en esas regiones. Sin embargo, a través de los mismos no se desprende que existan planes de continuidad en las investigaciones, característica ésta fundamental para el aprovechamiento integral de los resultados.

El hecho de encarar los estudios de fouling tanto desde el punto de vista biológico como químico a lo largo de varios años, es la norma que se ha adoptado en los planes de investigación que llevan a cabo el Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT) y el Instituto de Biología Marina de Mar del Plata. Actualmente se ha concluido con el tercer año de ensayos en balsa experimental y el cuarto está en marcha.

La secuencia de estas investigaciones realizadas en el puerto de Mar del Plata junto con observaciones preliminares de las comunidades portuarias, permite bosquejar, con intentos predictivos, los ciclos de fijación de las principales especies a través de los paneles mensuales, lo que encierra gran importancia para los estudios y programación del comportamiento de pinturas antiincrustantes. Todo esto, claro está, siempre que no se produzcan cambios ambientales de importancia, fenómeno bastante frecuente en las áreas portuarias. Por ello, pese al cúmulo de información existente, siempre se deberá al menos tener un control de las condiciones ambientales generales y de la estabilidad de las comunidades bentónicas portuarias.

De acuerdo con la información con que contamos hasta el momento, el puerto de Mar del Plata es el de mayor fouling de las costas argentinas. Esto constituye una gran ventaja, ya que al

al realizar los ensayos en una zona altamente agresiva, las formulaciones de pinturas que resulten exitosas seguramente podrán servir de base para iniciar ensayos similares en otros puntos de nuestras costas.

El estudio de los ciclos de fijación de las especies incrustantes no sólo se halla referido al aspecto eminentemente aplicado, sino que constituye una base para el conocimiento ecológico y biológico de las especies en cuestión, ya que pueden detectarse en muchos casos los efectos de los factores ambientales tanto sobre la fijación como sobre el desarrollo y reproducción de las mismas. Poco se conoce sobre estos aspectos en nuestro país; de ahí que paralelamente al estudio de los ciclos de fijación y evolución de las comunidades, se hayan considerado las especies más importantes para realizar estudios en particular. Ya han finalizado las investigaciones sobre el Gasterópodo Pulmonado Siphonaria lessoni y actualmente se está trabajando sobre algunos Crustáceos Decápodos y Cirripedios.

A medida que se sigan desarrollando las investigaciones, el análisis de los ciclos de fijación deberá pasar a constituir una tarea de control y paralelamente se continuará el estudio de la biología y ecología de las principales especies que, en definitiva, son las que nos permitirán tener un conocimiento más preciso de las comunidades incrustantes.

---

#### AREA DE ESTUDIO

---

Las características ambientales del puerto de Mar del Plata han sido exhaustivamente consideradas en trabajos previos (6, 7). Haremos sin embargo un resumen de las observaciones realizadas durante los tres años de ensayo.

Las condiciones hidrológicas del puerto de Mar del Plata demostraron presentar una dinámica bastante complicada, según lo establecen los trabajos en realización del Lic. J. I. Carreto del Instituto de Biología Marina de Mar del Plata, de quien provienen en parte los datos químicos expuestos en este trabajo.

Las muestras de agua para análisis fueron tomadas junto a la balsa en superficie. Sin embargo, teniendo en cuenta que los desplazamientos de las masas de agua parecerían producirse en forma sumamente irregular, concluimos que en el futuro las muestras deberán ser ampliadas tanto horizontalmente como en profundidad.

### Temperatura

Por tratarse de una zona templada, los cambios anuales de temperatura, tanto del agua como del aire, son muy amplios y condicionan períodos de fijación de intensidad que varía con la estación del año.

En la fig. 1 puede observarse que los registros térmicos son semejantes en los tres años, aunque los dos últimos muestran valores más altos en la estación fría, lo que resulta más evidente en los gráficos de máximas y mínimas absolutas. (fig. 2).

La temperatura juega en nuestra área un rol fundamental en los ciclos de fijación sobre los paneles mensuales. Su influencia es mucho menos marcada en las comunidades en evolución adheridas sobre los paneles acumulativos.

### Salinidad

Los valores observados son similares en los tres años (fig. 3); las diferencias no parecen responder a influencias estacionales. La característica más llamativa es que los valores de salinidad son levemente menores a los del área externa, lo que en algunos casos responde seguramente a los efectos de precipitaciones pluviales. Esta característica no es, sin embargo, tan importante como para alterar los ciclos de fijación. Cabe destacar, además, que el aporte fluvial al puerto de Mar del Plata es totalmente nulo.

### pH

El pH constituye un factor que en nuestra zona de estudios debe ser controlado continuamente por las fluctuaciones que experimenta a lo largo del año y por estar íntimamente ligado con el fenómeno de contaminación (fig. 4).

Los valores de pH descienden a medida que nos internamos en la banquina portuaria donde se hallan más desarrolladas las plantas industriales y donde fondean los buques pesqueros y de trans-

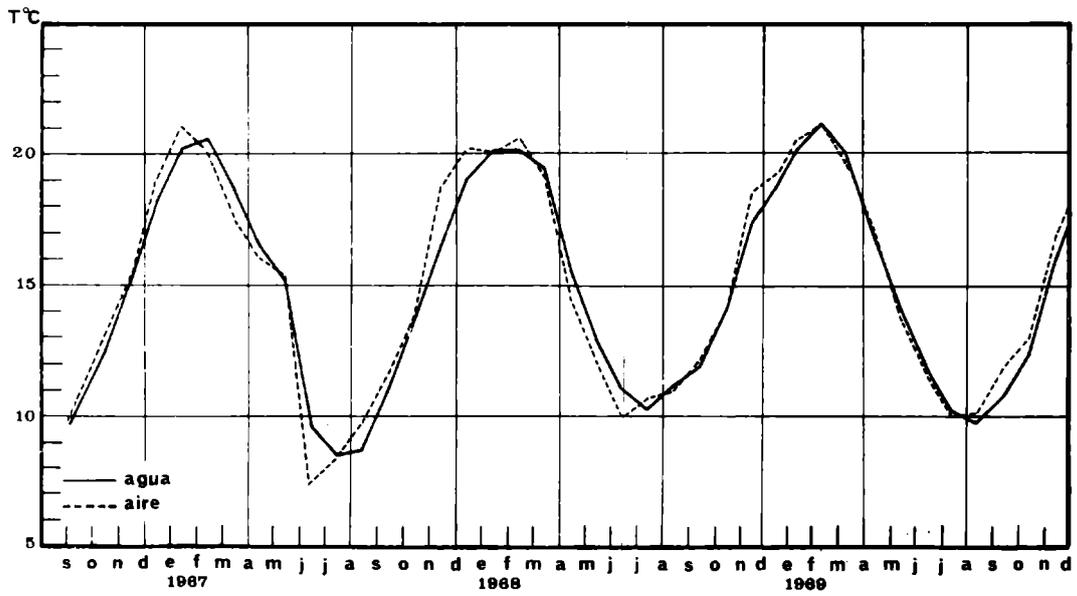


Fig. 1.- Temperatura media del agua y del aire, puerto de Mar del Plata, setiembre 1966/noviembre 1969

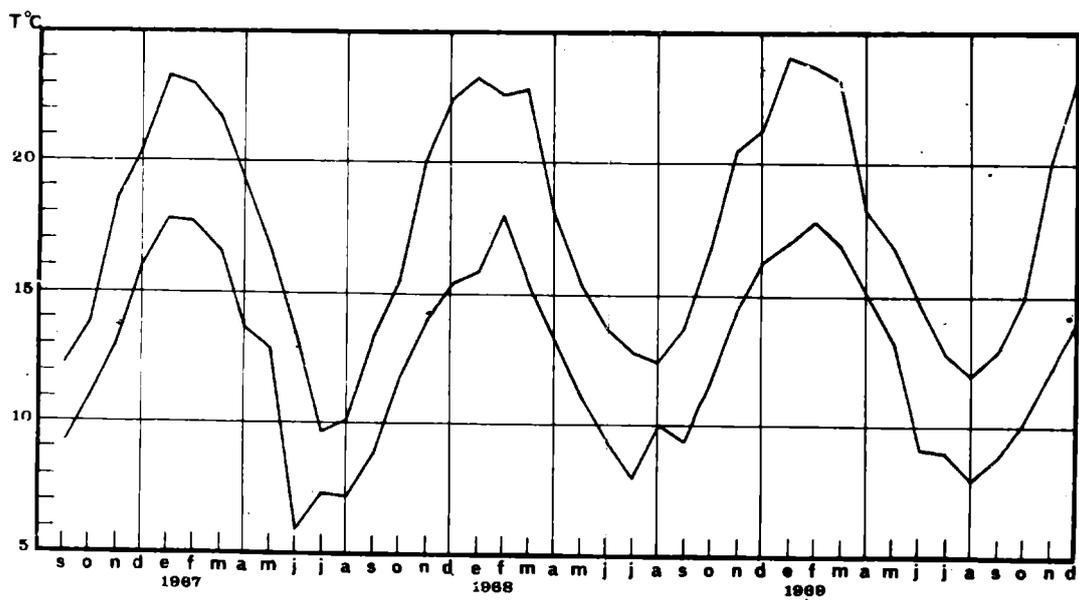


Fig. 2.- Temperatura máxima y mínima del agua, puerto de Mar del Plata, setiembre 1966/noviembre 1969

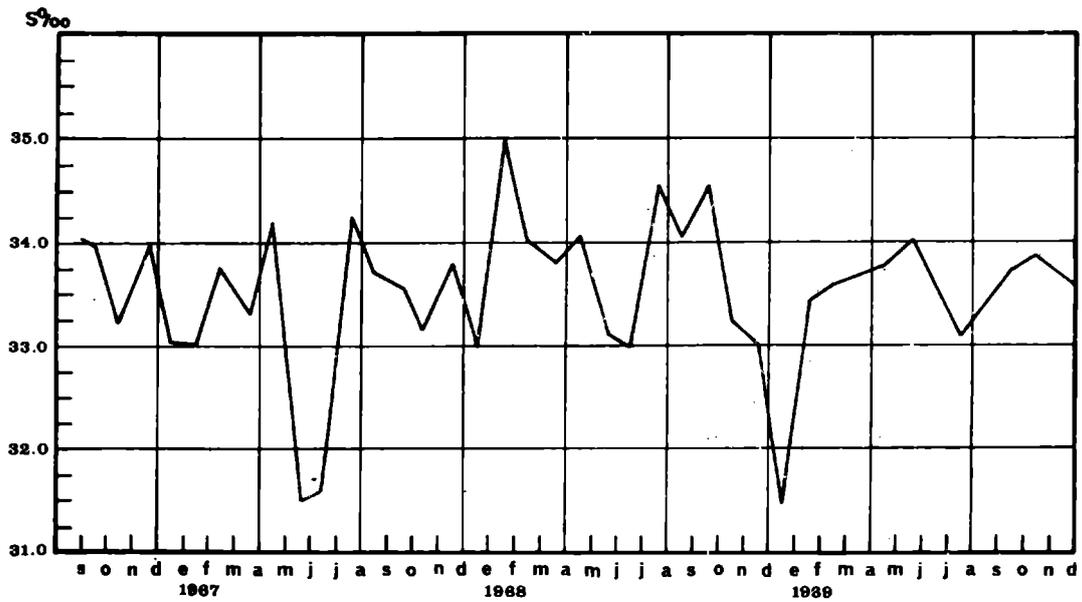


Fig. 3.- Salinidad del agua, puerto de Mar del Plata, setiembre 1966/noviembre 1969

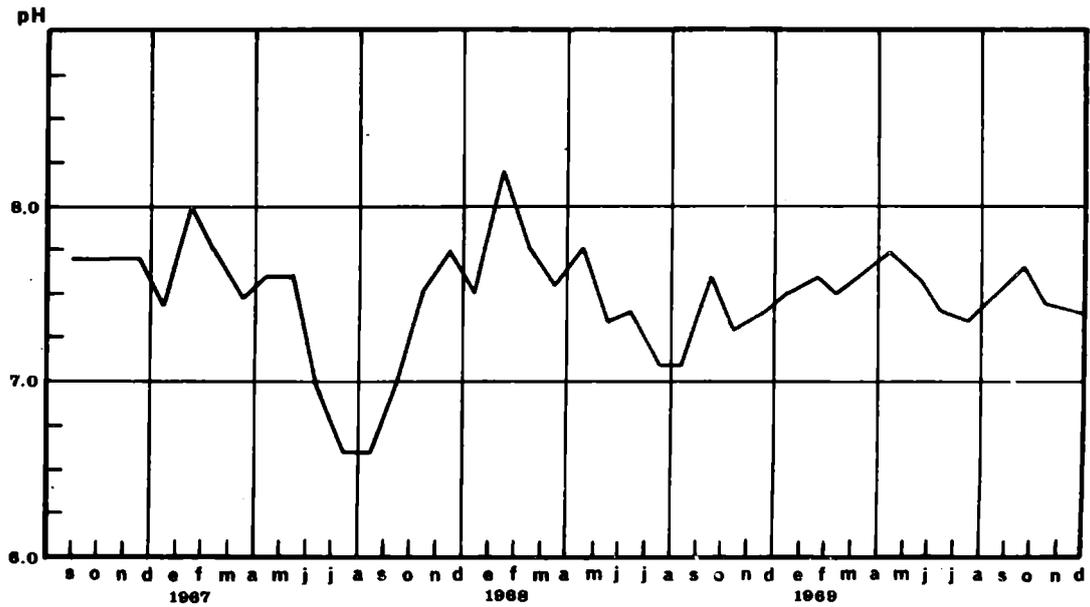


Fig. 4.- pH del agua, puerto de Mar del Plata, setiembre 1966/noviembre 1969

porte.

Las variaciones de pH tienen especial importancia en relación con el comportamiento de las pinturas antiincrustantes, formuladas para un medio levemente alcalino.

### Transparencia

La transparencia, medida con disco de Secchi, muestra semejanzas a lo largo de los tres años. Se notaron variaciones que, sin embargo, no responden a fenómenos cíclicos. Más aún, durante el día suelen registrarse variaciones bastante amplias relacionadas principalmente con cambios en la turbulencia provocados por acción de las mareas.

Generalmente en bajamar suele descender la transparencia por desplazamiento hacia el lugar donde está ubicada la balsa, de aguas más internas de la banquina que son siempre mucho más turbias.

El valor mínimo de transparencia registrado se encuentra aproximadamente en los 50 cm y el máximo en 3 m. Los valores promedio se encuentran alrededor del metro de profundidad.

Si bien la transparencia condiciona en forma definitiva la fijación de algas sobre nuestros paneles de ensayo, sus variaciones se producen en períodos tan cortos que no alteran la distribución vertical de estos vegetales, al menos en forma apreciable.

---

### METODOLOGIA

---

Los tres ciclos de investigaciones fueron realizados sobre la balsa fondeada en un punto fijo del puerto. Los detalles de la misma han sido descriptos ampliamente en trabajos previos (6, 7, 8).

Las muestras biológicas fueron obtenidas sobre cuatro paneles de 40 x 30 cm, dispuestos verticalmente desde superficie hasta 2 m de profundidad. El panel superior o panel de línea, que-

da sumergido sólo en su parte inferior.

Durante el primer año de investigaciones fue analizada toda la superficie de colonización para tener la certeza de registrar el total de los organismos presentes. Durante el segundo año se hicieron cálculos aproximados del área mínima y se obtuvo una submuestra consistente en dos corridas verticales de espátula de 5 cm de ancho, que representaba el 33 % de la superficie total.

Las submuestras eran obtenidas de diversa manera, de acuerdo a los modelos de distribución de los organismos. En los casos de distribución homogénea a lo largo de todo el panel, la submuestra podía ser obtenida en franjas verticales continuas; en los paneles que presentaban diferencias en la distribución, en cambio, la corrida se hacía en forma escalonada para lograr la máxima representatividad posible.

Durante el tercer período, y en virtud de que la submuestra presentaba aún dificultades para su estudio por la abundancia de organismos, se hicieron nuevos cálculos del área mínima, para tratar de reducirla. Se determinó así que con una sola corrida de espátula por panel resultaba suficiente, tanto para los mensuales como para los acumulativos.

En los paneles mensuales que sólo presentaban la película inicial, pudo comprobarse que la submuestra podía llegar a reducirse aún más en virtud de que los organismos presentan una distribución casi homogénea y son en su mayor parte microscópicos o difícilmente detectables a simple vista. Calculamos así que para los meses de fijación débil (meses de invierno), se pueden obtener muestras representativas con menos del 10 % de la superficie total. Para estandarizar los muestreos obtuvimos en todos los casos muestras del 17 % aproximadamente, que corresponde a una corrida vertical de 5 cm de ancho.

Los organismos más pequeños (Diatomeas, Protozoos, etc.) fueron analizados bajo microscopio en el sedimento formado como resultado de la limpieza de organismos de mayor talla, a través de mallas muy finas o por simple decantación. De esta forma la frecuencia relativa podía obtenerse en forma más precisa analizando una segunda submuestra, constituida por un volumen fijo de sedimento, previamente homogeneizado.

Como en dos oportunidades tuvo que se sacada la balsa de su lugar de emplazamiento para efectuar reparaciones, se continuaron las observaciones sobre otro sustrato flotante de las cercanías, a lo que se agregaron observaciones sobre las paredes portuarias. Estos datos unidos a la extrapolación de información previa, permitieron obtener los ciclos de fijación sin discontinuidades.

Los ciclos de observación sobre balsa se efectuaron durante los siguientes períodos: primer ciclo, 1/IX/66 - 1/IX/67; segundo ciclo, 1/X/67 - 1/IX/68; tercer ciclo, 1/XI/68 - 1/XI/69.

De las muestras se obtuvieron datos de frecuencia relativa, utilizando la misma escala empleada en trabajos previos y semejante a la de uso internacional. Los valores de abundante, frecuente, escaso y raro están referidos a trazos de distinto grosor en los gráficos correspondientes. Sobre aquellas especies de particular interés fueron efectuados recuentos numéricos que se reservaron para los estudios específicos.

---

## PRINCIPALES ORGANISMOS INCRUSTANTES Y SUS CICLOS DE FIJACION

---

### ALGAS

#### Diatomeas

La lista específica que se incluye pone de manifiesto que son muy pocas las nuevas citas respecto de las que se registraron durante el ciclo 1966/67, previamente publicado.

En el gráfico (figura 5) fueron consideradas todas las especies en general, pues si bien hay diferencias en la dominancia a lo largo del año, parte de las mismas están representadas en forma permanente. Integran el grupo de especies dominantes Nitzschia closterium, Lycmophora lyngbiei, Grammatophora sp., Melosira sulcata y unas pocas más.

En los trabajos anteriores hemos destacado la importancia que tienen estos organismos en las primeras etapas sucesionales

y el papel fundamental que juegan en la comunidad, desde el punto de vista trófico.

La fijación de Diatomeas muestra un comportamiento semejante durante los tres ciclos anuales. Puede notarse en el gráfico un fenómeno particular que se repite en forma cíclica, y que consiste en una reducción en la fijación durante los meses más cálidos del año, correspondiente durante el primer ciclo al mes de enero, en el segundo a febrero y en el tercero a enero. Las temperaturas medias durante esos meses oscilaron entre 20.1 y 20.2°C. Si bien durante los meses cálidos la densidad de las poblaciones de Diatomeas aumenta en nuestra zona (9), también se aceleran los procesos sucesionales de las comunidades incrustantes, de manera que estas algas son rápidamente desplazadas por otros organismos en un tiempo relativamente corto. De ahí que a los treinta días la densidad ya haya disminuído notablemente.

#### Clorofitas

Enteromorpha intestinalis (fig. 6) ha resultado ser la Clorofita más importante en nuestros paneles de ensayo. Se fija principalmente en los niveles superiores, es decir en el panel A y borde superior del panel B.

La fijación en los niveles inferiores ha sido escasa o rara, ostentando los ejemplares pequeño desarrollo. Las condiciones ambientales poco propicias como ser la falta de luz adecuada hacen que la Enteromorpha fijada no logre mantenerse por mucho tiempo, siendo desplazada por otras especies típicas de esos niveles. Este proceso puede verificarse en los paneles acumulativos.

Los tres ciclos de fijación estudiados presentan similitudes bastante marcadas en lo que respecta a esta especie. Las épocas de fijación máxima y mínima coinciden en general, aunque hay ciertos desplazamientos a lo largo de los tres años.

La máxima fijación que alcanza valores de frecuente y abundante comienza en primavera; el período correspondiente a fijación rara o nula coincide con el final del otoño y comienzos del invierno.

Si bien esta especie presenta una tolerancia amplia a los cambios de temperatura, su máxima fijación y óptimo desarrollo

está directamente vinculado con las fluctuaciones térmicas. Existe cierto paralelismo entre el gráfico de fijación y las curvas de temperatura. Así, durante el primer ciclo, la máxima fijación y óptimo desarrollo corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero, con temperaturas de 18.2, 20.2 y 20.6°C respectivamente; el segundo ciclo a noviembre y diciembre con 16.5 y 19.1°C y en el tercero, a noviembre, diciembre y enero con 17.4, 18.8 y 20.1°C. Es precisamente en esos meses cuando el crecimiento de Enteromorpha es de alrededor de 1. cm por día en los niveles superiores; en los ejemplares de los paneles más profundos este valor se reduce a la décima parte.

Ulva lactuca (fig. 7) se distribuye verticalmente en forma similar a la especie anterior, aunque Ulva es aún más estricta en sus requerimientos de iluminación. Es por ello que los ejemplares fijados en el panel B no llegan a perdurar, según lo demuestran los paneles acumulativos.

La fijación más intensa correspondió al ciclo 1966/67 (mes de enero), si bien se extendió por un período más corto que en los años subsiguientes. El crecimiento de Ulva es mucho más lento que el de Enteromorpha intestinalis por lo cual esta especie nunca llega a alcanzar sus tallas máximas en los paneles mensuales.

La máxima fijación correspondió al mes de enero para los dos primeros ciclos y a abril para el tercero, con temperaturas medias entre 20.2 y 16.9°C.

En zonas afectadas por las mareas, Ulva y Enteromorpha suelen habitar distintos niveles. En los paneles de la balsa experimental probablemente Enteromorpha, que es la de crecimiento más rápido y la de requerimientos ecológicos menos estrictos, ejerza una presión sobre Ulva y tienda a desplazarla o a evitar su fijación.

Bryopsis plumosa (fig. 8) es la tercera Clorofita registrada con cierta frecuencia. En los tres ciclos se notan variaciones bastante llamativas, sobre todo en lo que se refiere a sus requerimientos batimétricos. Durante el primer ciclo se fijó exclusivamente en el panel de línea; en el segundo alcanzó el panel C. En el tercer año de ensayo la fijación fue mínima y restringida exclusivamente al panel A.

Los datos obtenidos sobre la fijación de esta especie no nos permiten llegar a ninguna conclusión coherente y las variaciones probablemente se deban a que esta alga no está bien adaptada a los ambientes contaminados.

#### Rodofitas

Polysiphonia sp. (fig. 9) y Ceramium sp. son las representantes principales de este grupo de algas, mostrando ambas exactamente los mismos períodos de fijación, aunque en los dos últimos años de ensayo la densidad de esta última disminuyó notablemente. Es por ello que analizaremos exclusivamente la fijación de Polysiphonia sp. durante los tres ciclos.

Es la única alga que en nuestra zona puede colonizar el panel D, si bien encuentra mejores condiciones para su desarrollo en los niveles superiores. Su abundancia respecto de las Clorofitas siempre es menor en el panel A, pero en los acumulativos suele llegar a desplazarlas.

Los tres ciclos anuales muestran semejanzas, si bien el último ha resultado menos intenso. Pese a algunas interrupciones puede ser considerada una especie que se fija a lo largo de todo el año.

#### PROTOZOOS

Están muy bien representados en los cuatro niveles durante los tres años de estudio y juegan un rol importante en las primeras etapas de colonización ya que constituyen el alimento fundamental para muchas especies.

De todas las especies representadas la más importante ha sido siempre Zoothamnium sp. En los dos últimos años colonizó los paneles otro Protozoo sésil, Ephelota sp., que resultó ser menos importante que la especie anterior.

La fijación homogénea de los Protozoos durante todo el año en los tres ciclos de estudio, hacen innecesaria su graficación.

#### CELENTERADOS

Tubularia crocea (fig. 10) es un Hidrozoo caracterizado por

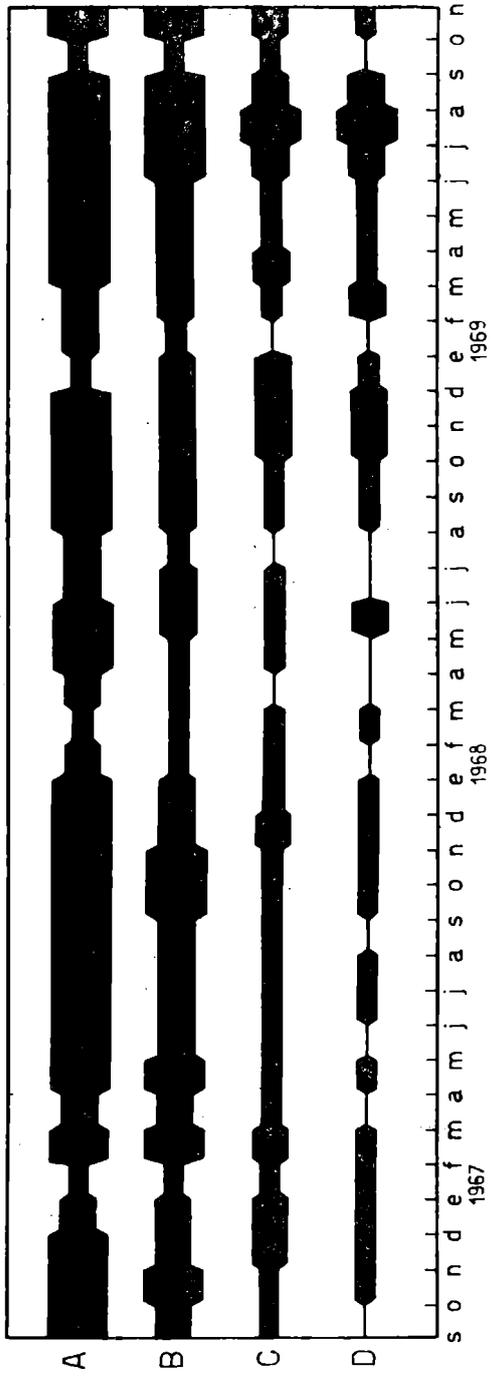


Fig. 5.- Diatomeas

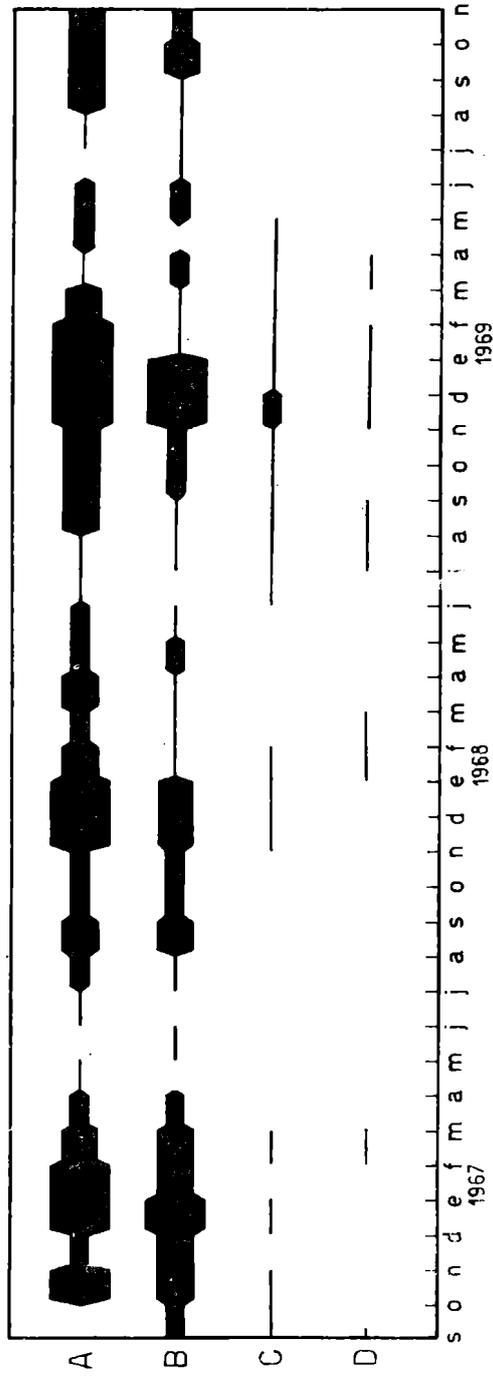


Fig. 6.- Enteromorpha intestinalis

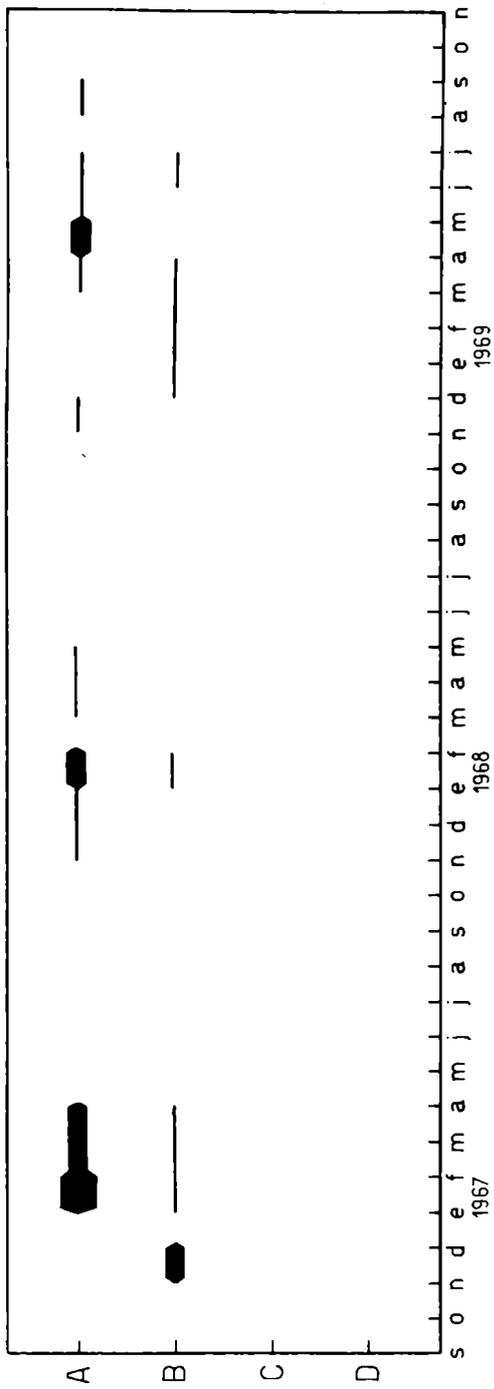


Fig. 7.- Ulva lactuca

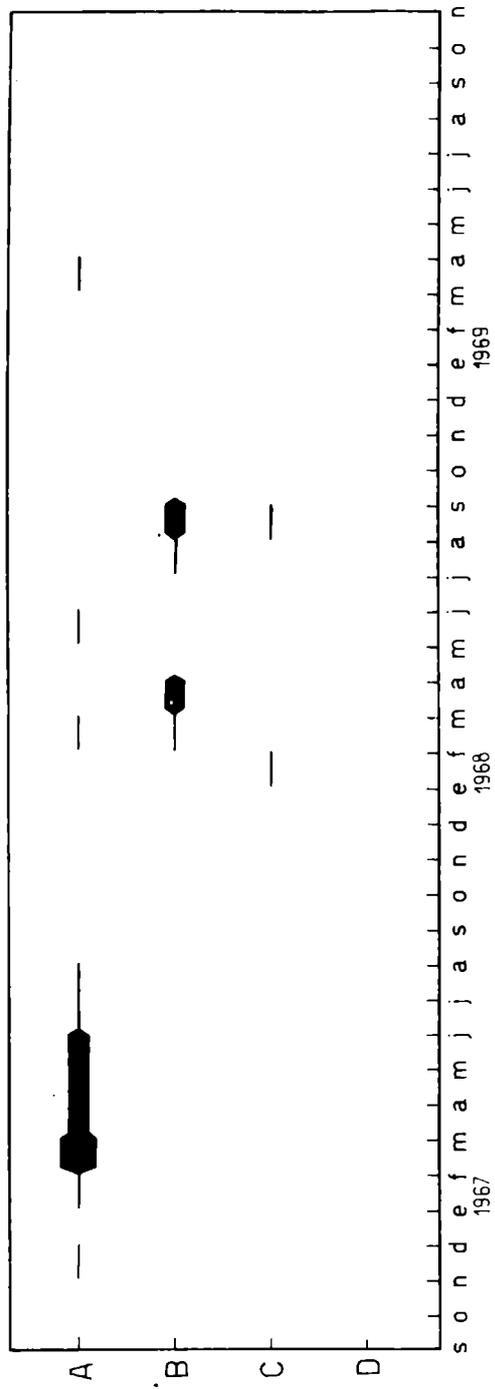


Fig. 8.- Bryopsis plumosa

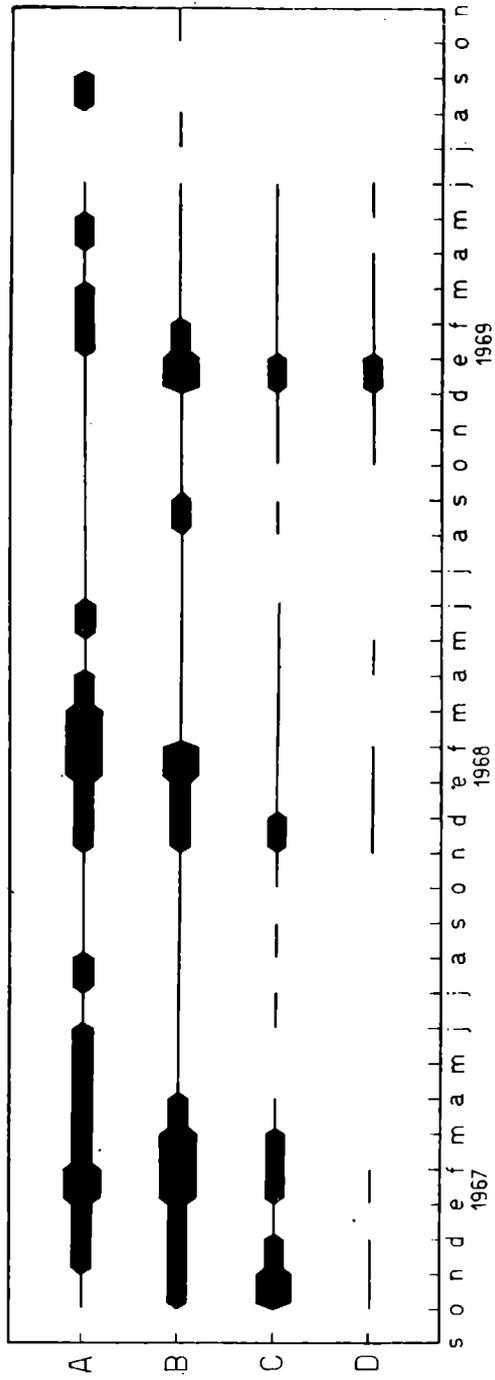


Fig. 9.- *Polysiphonia* sp.

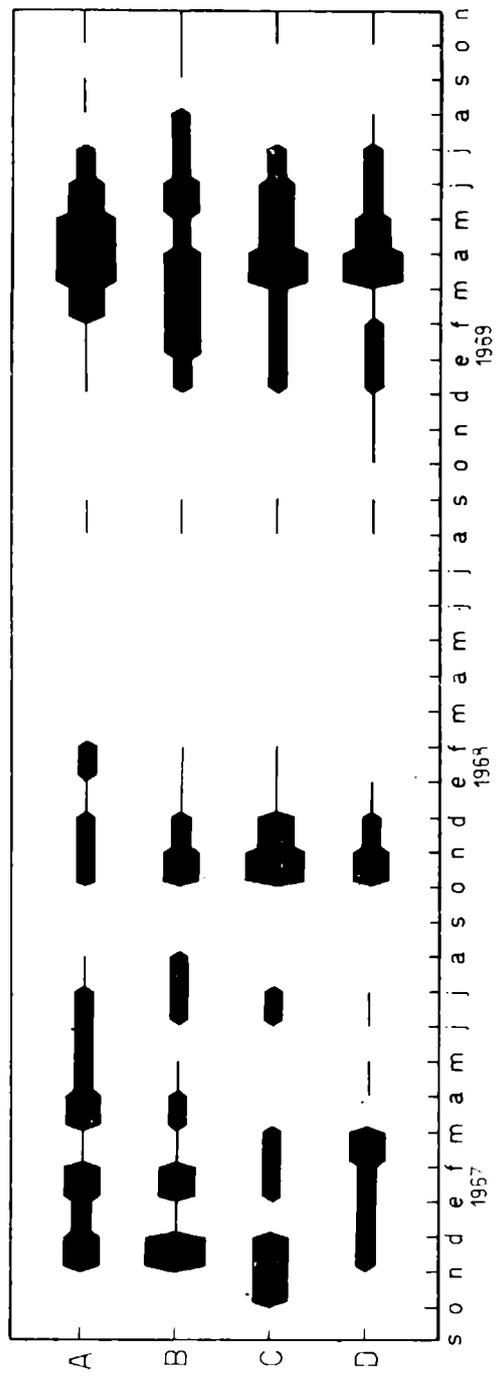


Fig. 10. *Tubularia crocea*

que su distribución sobre los paneles es heterogénea, mostrando preferencia por adherirse sobre los bordes o formando agrupaciones en forma de mechones más o menos compactos, sobre el resto de la superficie.

Es de rápido crecimiento y capaz de alcanzar la madurez sexual en menos de 30 días durante los meses cálidos, y aún de completar totalmente su ciclo de vida, encontrándose muchas veces sobre los paneles sólo los restos de los hidrocaulos de ejemplares adultos.

Los tres ciclos estudiados presentan ciertas variaciones. El primero y tercero son semejantes entre sí; durante el segundo, en cambio, no existen registros desde febrero hasta agosto, si bien las condiciones térmicas permitirían esperar su presencia.

Dentro del rango de profundidades ensayadas, Tubularia no parece presentar predilecciones batimétricas. Su presencia en la categoría de abundante está referida, en los tres ciclos, a temperaturas medias que oscilan entre 13.4 y 20.0°C.

La alta resistencia de esta especie a los tóxicos justifica la importancia de poder predecir con mayores fundamentos su ciclo de fijación.

Gonothyraea inornata y Obelia angulosa (fig. 11) son dos especies que se fijan en forma simultánea y tienen ciclo similar, si bien la primera es siempre más abundante.

Se caracterizan por madurar sexualmente a lo largo del año en menos de 30 días, período en el cual muchas veces también completan su ciclo vital.

Son capaces de colonizar en igual medida los cuatro niveles y las colonias se distribuyen sobre los paneles en forma bastante homogénea.

Al igual que Tubularia crocea, estas dos especies muestran menor fijación durante el segundo año de ensayo. Probablemente un mismo factor sea limitante para las tres especies consideradas, si bien resultó imposible detectarlo hasta el momento. De los tres ciclos, el último es el que mostró mayor fijación.

No parece existir una clara correlación con la curva de temperatura y, como sucedió en el último ciclo, pueden estar presen-

tes a lo largo de todo el año.

#### NEMATODES

Los Nematodos han disminuído su abundancia durante los dos últimos ciclos de ensayo. En el segundo año se nota un período de mínima intensidad entre mayo y julio, mientras que en el tercero se presenta entre julio y octubre.

Los antecedentes del ciclo 1966-67 nos permiten descartar a la temperatura como agente causal de las colonizaciones reducidas.

#### ANELIDOS

La familia Serpulidae (fig. 12) está representada en la balsa experimental por cuatro especies, a saber, Mercierella enigmatica, Serpula vermicularis, Hydroides norvegica y Eupomatus sp., de las cuales las tres primeras son las más conspicuas y poseen un ciclo de fijación similar.

Todas ellas muestran preferencia por fijarse en los paneles de carena, siendo la fijación sobre el de línea siempre menor. Esto coincide con lo que ocurre en los sustratos naturales, ya que son especies típicas del piso Infralitoral y, de acuerdo a lo mencionado en otras publicaciones anteriores (10), el panel de línea si bien no registra las mareas, en gran medida es homologable al piso Mediolitoral, por la oscilación de la superficie del agua.

Son organismos de fijación estacional, íntimamente ligados con los cambios de temperatura. Los períodos de fijación se inician en el primer ciclo de estudios en el mes de diciembre con una temperatura media de 18,2°C, en el segundo ciclo también en diciembre con 19.1°C y en el tercero en noviembre con 17.4°C.

Estos períodos de fijación persisten luego con las máximas temperaturas pero las colonizaciones abundantes perduran durante el otoño, se anulan durante el invierno y hacia fines de primavera y comienzos del verano se reinicia nuevamente la fijación.

La máxima frecuencia relativa corresponde a Mercierella y

Serpula.Hydroides norvegica siempre está presente en menor proporción. La presencia de Eupomatus sp. es ocasional y en cantidades que no alteran la abundancia general de los Serpúlidos.

El crecimiento de todas estas especies suele ser muy acelerado en la estación cálida, alcanzando durante esos períodos talla de varios centímetros. La máxima fijación y óptimo desarrollo en el primer ciclo es el mes de marzo (18.5°C), en el segundo, marzo y abril (19.3-15.4°C) y nuevamente marzo y abril (20.0-16.9°C) en el tercero.

En los paneles colonizados por Serpúlidos y por otros organismos, los nuevos anélidos reclutas tienden a aprovechar el mínimo espacio disponible, fijándose en forma casi perpendicular en los paneles, en vez de apoyarse totalmente en ellos.

Polydora cf. ciliata (fig. 13) es otro Poliqueto importante tanto por su abundancia como por su resistencia a los tóxicos de uso frecuente.

Esta especie inicia su ciclo de fijación en forma variable en cada uno de los años estudiados. Durante el primer ciclo su aparición fue tardía, comenzando en marzo, es decir, seis meses después de iniciado el ensayo; en los años siguientes la fijación se efectuó en los comienzos del ensayo, siendo el último ciclo el mejor representado.

El análisis general nos indica que existen marcadas discontinuidades en la fijación, y aparentemente la presencia de esta especie en número mínimo o nulo estaría vinculado con las temperaturas extremas, tanto máximas como mínimas.

Polydora figura entre los organismos incrustantes perjudiciales ya que los tubos blandos que forma, brindan sustrato de adhesión para otras especies que, aunque poco resistentes, se mantienen a una distancia de la película de pintura donde el tóxico prácticamente no puede actuar.

#### MOLUSCOS

Eubbranchus sp. (fig. 14) es el Molusco mejor representado en los paneles mensuales. Ya fue citada oportunamente la relación existente entre este Nudibranquio y las colonias de Go-

nothyraea inornata y Obelia angulosa (10). La comparación de los gráficos respectivos certifica que la presencia de Eubranchus está exclusivamente condicionada por la presencia y abundancia de los Hidrozoos mencionados. Así, durante el segundo ciclo caracterizado por una menor fijación de Hidrozoos, sólo se fijó el Nudibranquio durante el mes de octubre que, precisamente fue para aquellos, el de máxima abundancia.

### CRUSTACEOS

#### Copépodos

Tisbe furcata y Harpacticus sp. (fig. 15) fueron registradas conjuntamente sobre la balsa, en proporciones semejantes.

En todos los muestreos mensuales efectuados se han encontrado ejemplares sexualmente maduros, lo que justifica su presencia a lo largo de todo el año, en los tres ciclos, si se exceptúa el hiato registrado de febrero a abril de 1967. La temperatura por lo tanto parece no tener gran importancia en los procesos de maduración sexual.

La máxima fijación corresponde a la estación fría coincidente con la mayor permanencia de Diatomeas, de las cuales se alimenta junto con el detrito orgánico.

#### Anfípodos

Corophium sp. (fig. 16) fue, durante el primer ciclo, el único Anfípodo registrado; sin embargo, en los dos restantes, aparecieron otras especies, las que durante algunos meses, llegaron a ser numéricamente importantes. Las mismas son actualmente motivo de estudio por parte de los especialistas.

Corophium muestra una progresiva permanencia desde el primer ciclo hasta que en el último se lo encuentra durante todo el año en los cuatro niveles. La máxima fijación, sin embargo, coincide con temperaturas medias que oscilan entre 16.5 y 20.1°C.

Este Anfípodo es una especie típica del ambiente portuario, que presenta una gran afinidad por las áreas con alto contenido de materia orgánica.

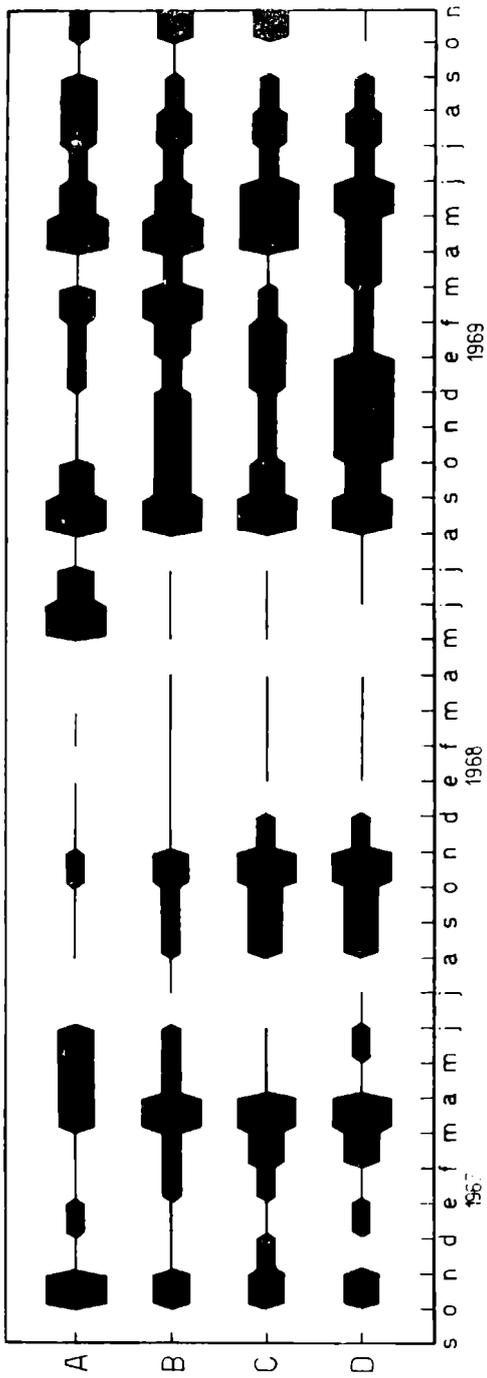


Fig. 11.- *Gonothyraea inornata* + *Obelia angulosa*

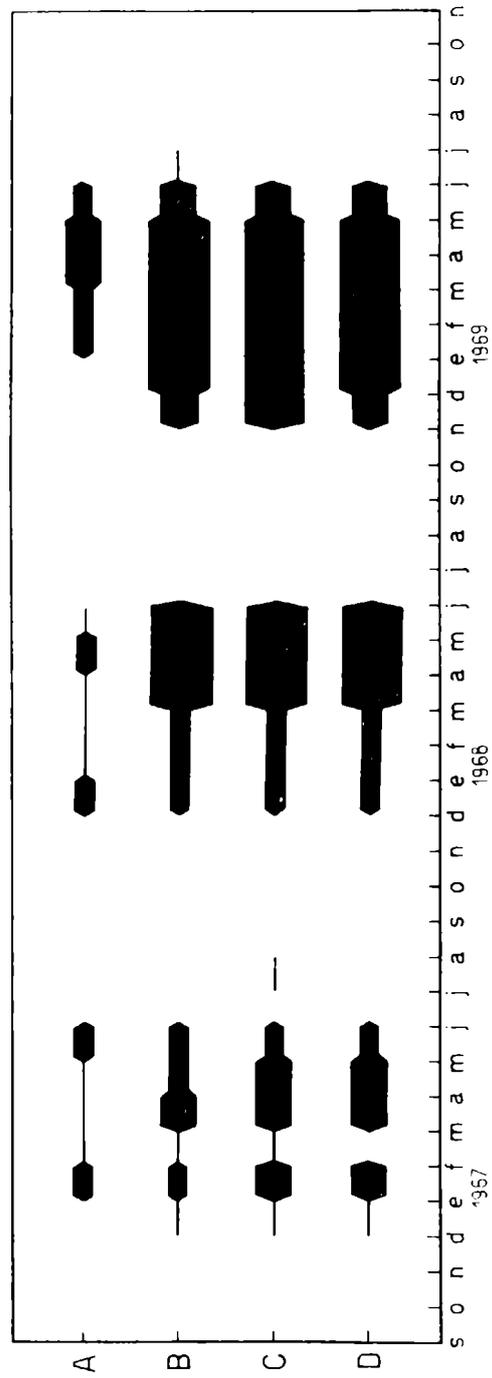


Fig. 12.- *Mercierella enigmatica* + *Serpula vermicularis* + *Hydroides norvegi*

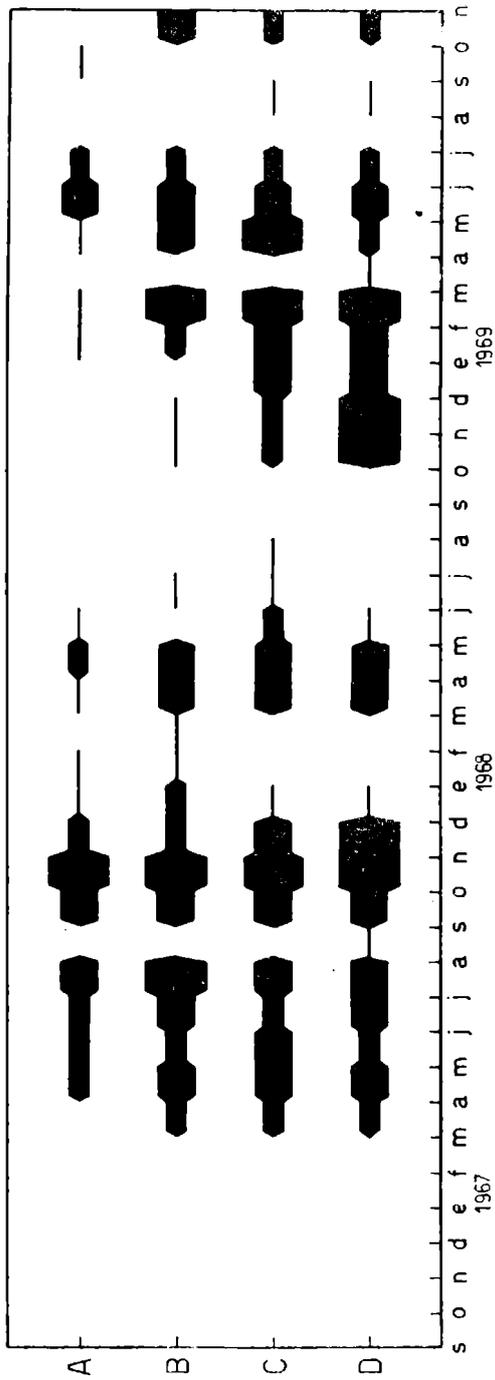


Fig. 13.- Polydora cf. ciliata

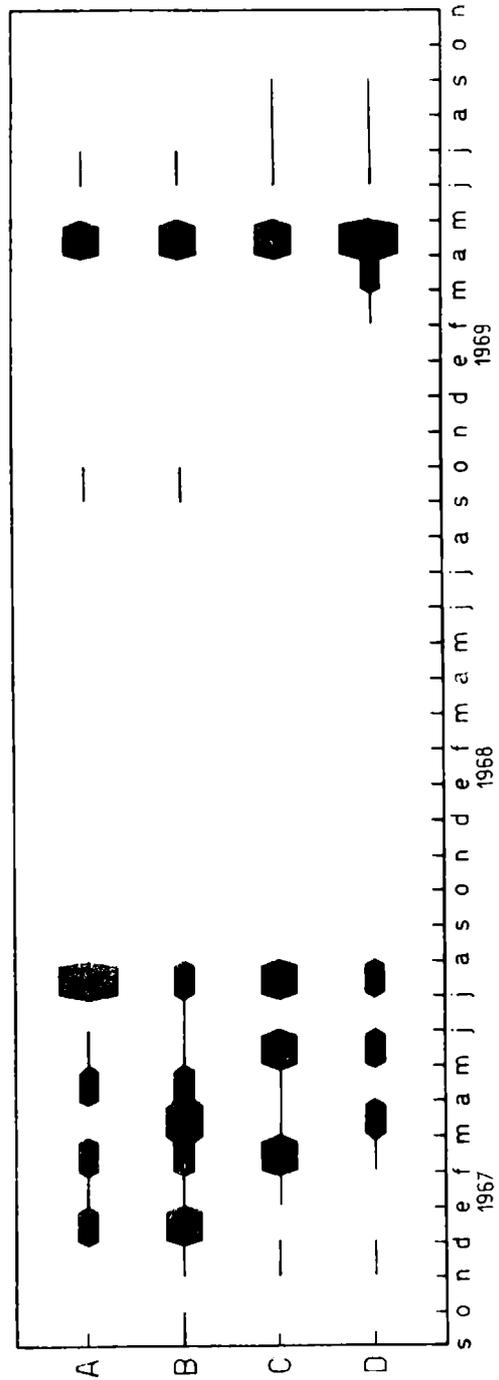


Fig. 14.- Eubranchus sp.

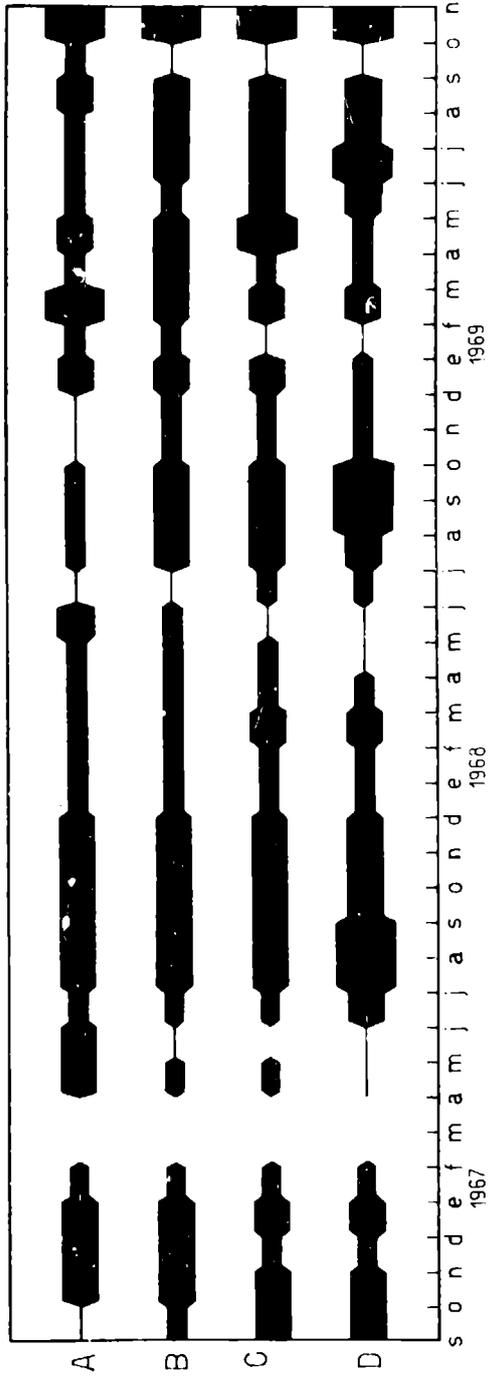


Fig. 15.- *Tisbe furcata* + *Harpacticus* sp.

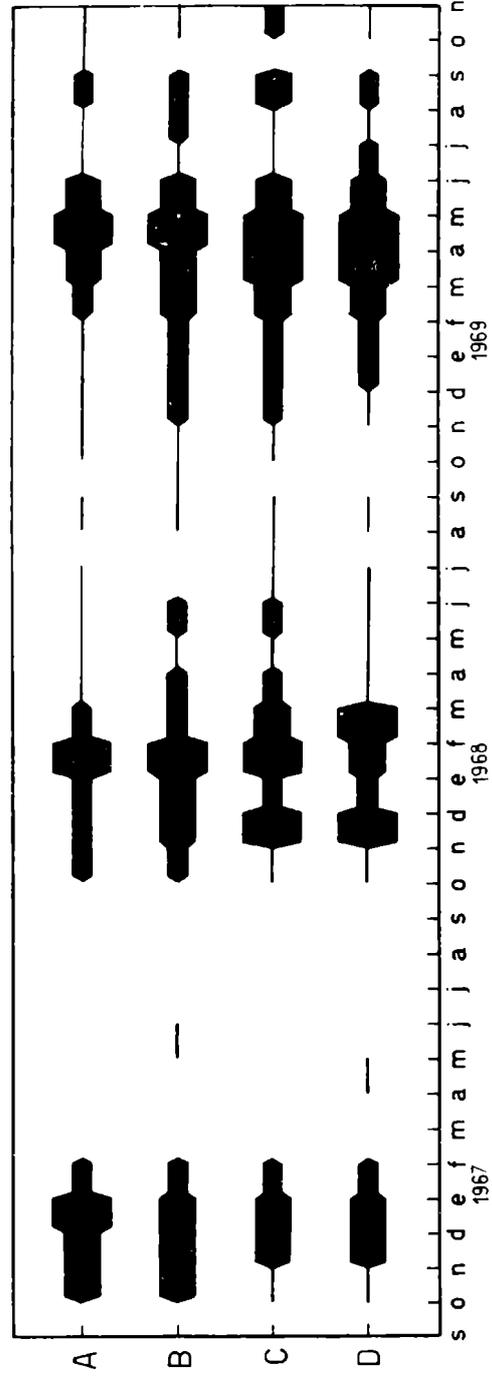


Fig. 16.- *Corophium* sp.

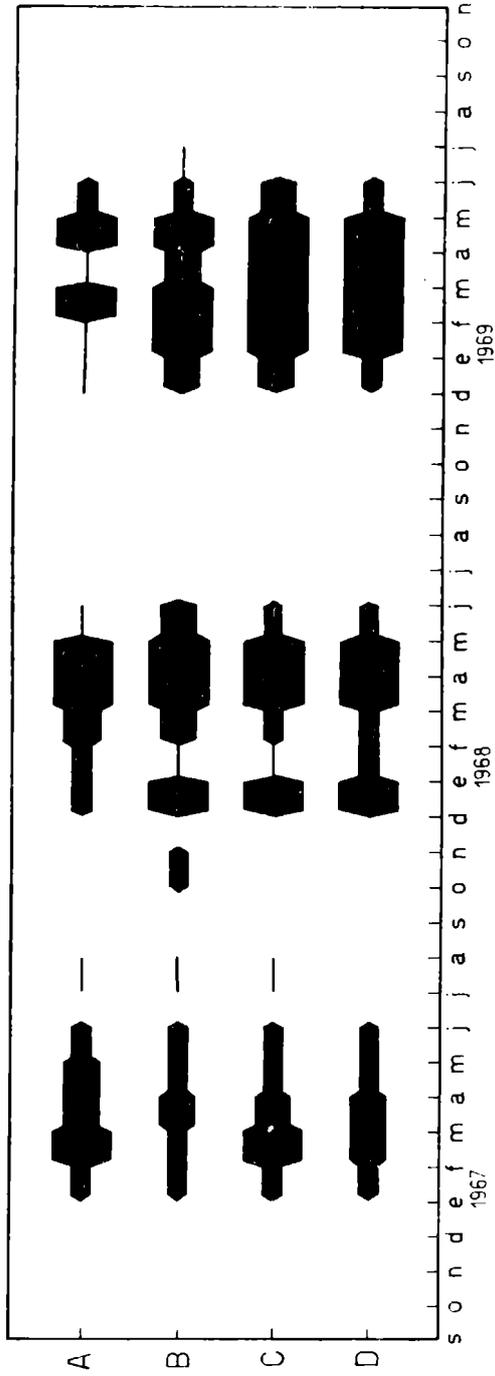


Fig. 17.- *Balanus amphitrite* + *Balanus trigonus*

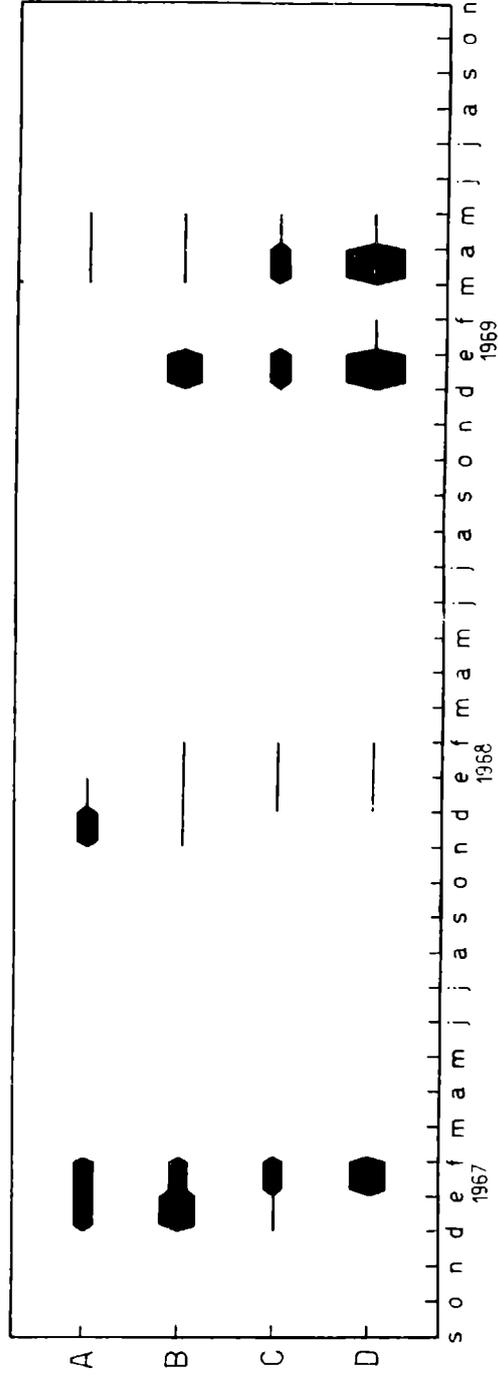


Fig. 18.- *Cyrtorapsus angulatus*

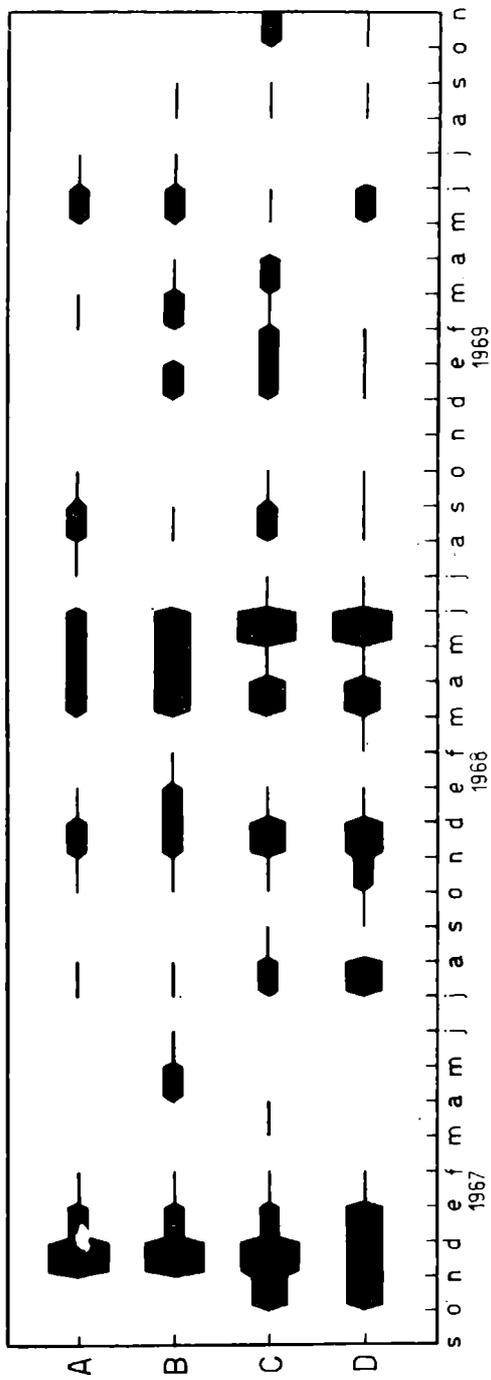


Fig. 19.- *Bowerbankia gracilis*

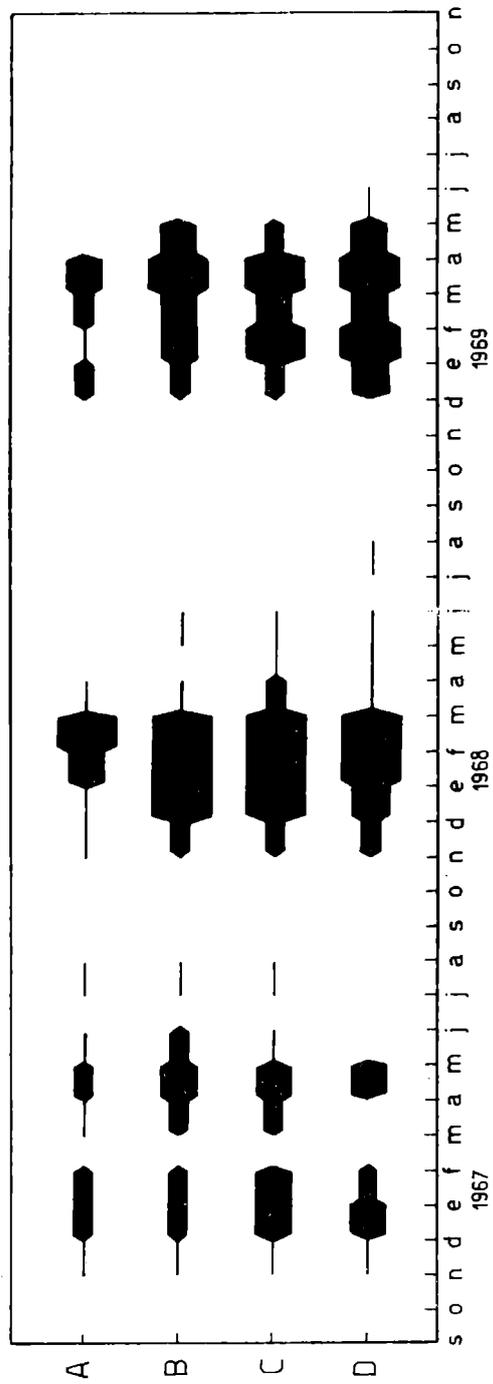


Fig. 20.- *Bugula sp.*

## Cirripedios

Balanus amphitrite y Balanus trigonus (fig. 17) son las dos especies de Cirripedios que, en nuestros paneles, constituyen unos de los organismos más perjudiciales de las comunidades incrustantes.

Ambas especies difieren en su distribución batimétrica. Balanus amphitrite es capaz de desarrollarse desde el panel de línea hasta el más profundo. Balanus trigonus, en cambio, encuentra la profundidad óptima para su desarrollo en el panel D. Su presencia en número muy reducido en el panel A es sólo ocasional. Ambas especies están sujetas al problema de la competencia por el espacio.

Ambos Cirripedios presentan un ciclo de fijación semejante y estacional, vinculado directamente con la temperatura.

Los ejemplares de la zona portuaria comienzan en primavera su proceso de maduración sexual. Las larvas son retenidas hasta que se dan las condiciones térmicas necesarias para su liberación. Las épocas de fijación en nuestra balsa fueron el mes de enero con 20.2°C, diciembre con 19.1 y diciembre con 18.8 en los tres ciclos, respectivamente. Balanus amphitrite parece ser un poco menos estricta, ya que se han registrado dos fijaciones, como escasa y rara, en 13.4 y 17.4°C.

Parece ser que la temperatura influye más directamente sobre la liberación de las crías que sobre la vida de las larvas que, consecuentemente, se ven menos afectadas a las variaciones de la misma.

Datos preliminares sobre el crecimiento de ambas especies indican que éste es más acelerado en Balanus amphitrite que en Balanus trigonus. La primera puede crecer más de 5 mm, en 30 días a lo sumo, durante los meses cálidos. Por otra parte el crecimiento de estos Cirripedios es mucho mayor en la balsa que en los espigones del puerto, lo que coincide con las observaciones realizadas en otras latitudes (11).

En la zona portuaria los Balanus considerados son unas de las especies más conspicuas que sirven para caracterizar total o parcialmente los pisos Mediollitoral e Infralitoral.

La densidad de los Cirripedios ha aumentado en los tres años de ensayo. Aún no han podido establecerse las causas que motivan este fenómeno.

#### Decápodos

Cyrtograpsus angulatus (fig. 18) y Cyrtograpsus altimanus son las dos especies de Brachyura mejor representadas en nuestra balsa experimental. Es evidente que este grupo de Crustáceos necesita para su colonización que la comunidad se encuentre en una etapa avanzada de desarrollo (7), que en los paneles mensuales se alcanza en los meses de máxima fijación. Así, durante los tres ciclos, comienzan a aparecer los primeros cangrejos en los meses de noviembre y/o diciembre. La colonización perdura sólo durante tres o cuatro meses.

Cyrtograpsus angulatus es numéricamente más importante que Cyrtograpsus altimanus en los paneles mensuales, posiblemente por su mejor adaptación a las condiciones del sustrato experimental, sobre todo en lo que se refiere a la disponibilidad de refugios adecuados.

Aparentemente Cyrtograpsus angulatus es capaz de desarrollarse sin preferencias por una determinada profundidad. Cyrtograpsus altimanus, en cambio, pareciera ser más abundante en los niveles superiores (6).

Si bien ambas especies no son perjudiciales como organismos incrustantes, juegan un papel importante ya que sus espectros tróficos incluyen gran parte de los organismos que integran la comunidad.

#### BRIOZOOS

La eurihalinidad, euritermia y las amplias posibilidades de Bowerbankia gracilis (fig. 19) para vivir en ambientes contaminados dificultan la vinculación directa entre los ciclos de fijación y los factores ambientales.

El esquema de fijación muestra frecuentes discontinuidades a lo largo de los tres años analizados, que pueden estar vinculadas con la influencia de ciertos factores ambientales sobre

los procesos de maduración sexual de esta especie.

Por otra parte parece no evidenciarse una clara predilección por una determinada profundidad en la colonización de Bowerbankia.

Bugula sp. (fig. 20) es otro de los típicos componentes de las comunidades incrustantes de Mar del Plata.

Es una especie estacional cuyo período de fijación comienza en noviembre durante los dos primeros ciclos y en diciembre en el último, extendiéndose aproximadamente hasta abril o mayo. Sin embargo este período puede alargarse por algunos meses, registrándose en esos casos fijaciones de ínfima magnitud.

Durante los dos últimos años, la fijación ha sido más intensa, registrándose los valores de abundante en temperaturas que oscilan entre 19.1 y 21.1°C.

Otra especie de este género, Bugula neritina, presente en la mayor parte de los puertos del mundo, fue registrada por vez primera en el mes de marzo de 1968.

#### TUNICADOS

Ciona intestinalis (fig. 21) se halla restringida casi exclusivamente al área portuaria, siendo la especie dominante de las comunidades bentónicas del piso Infralitoral. Su importancia también es muy considerable sobre la balsa experimental.

De crecimiento acelerado, muestra su óptimo desarrollo sobre los paneles mensuales en los meses de verano. La fijación de esta especie generalmente produce, debido a competencia por el espacio, el desplazamiento de otras especies, fijadas previamente.

Ciona intestinalis coloniza los paneles prácticamente durante todo el año y si bien hay meses de fijación mínima o nula pueden determinarse claramente tres contingentes colonizadores principales. Durante el primer ciclo son claramente evidenciables; son menos notorios en los ciclos subsiguientes.

Si los tres grupos de fijación están vinculados con la existencia de tres razas fisiológicas dentro de la especie, que se

reproducen entre rangos de temperatura distinta (12), deberá ser confirmado con el análisis de nuevos ciclos o experiencias de laboratorio.

Resulta evidente del análisis de los tres ciclos la preferencia por la colonización de los niveles inferiores, hecho que ya se puso de manifiesto en trabajos previos (7). Al mismo tiempo el máximo desarrollo de esta especie se logra en menos tiempo a nivel del panel D.

Otras de las ascidias registradas en nuestra balsa experimental pertenecen al género Molgula. El período de fijación de estas especies es relativamente corto. Su presencia en los paneles mensuales es escasa ya que necesitan para su desarrollo que la comunidad se encuentre en una etapa de evolución avanzada.

---

#### LOS PROCESOS DE DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

---

La evolución de las comunidades incrustantes, es decir, su sucesión, que en el caso del fouling presenta características muy peculiares, se refleja en forma clara y evidente a través de los paneles acumulativos, capaces de seguir los pasos que se producen en la comunidad desde que se sumerge el sustrato artificial hasta el final del ensayo, que generalmente tiene un año de duración.

Sin embargo en los paneles mensuales, que sólo se hallan sumergidos por períodos de 30 días, se producen importantes procesos sucesionales que dependen principalmente de la época del año.

Para establecer claramente estas etapas iniciales sería necesario, como indicamos oportunamente (10), efectuar observaciones aproximadamente cada 5 ó 10 días. Como nuestros muestreos fueron realizados cada 30 días no podemos detallar la secuencia de la sucesión en los paneles mensuales, pero sí hacer referencia al grado de evolución de esas comunidades mes a mes, a lo largo del año.

Como la velocidad en que se concretan las etapas sucesionales es directamente proporcional a la temperatura, luego de los tres

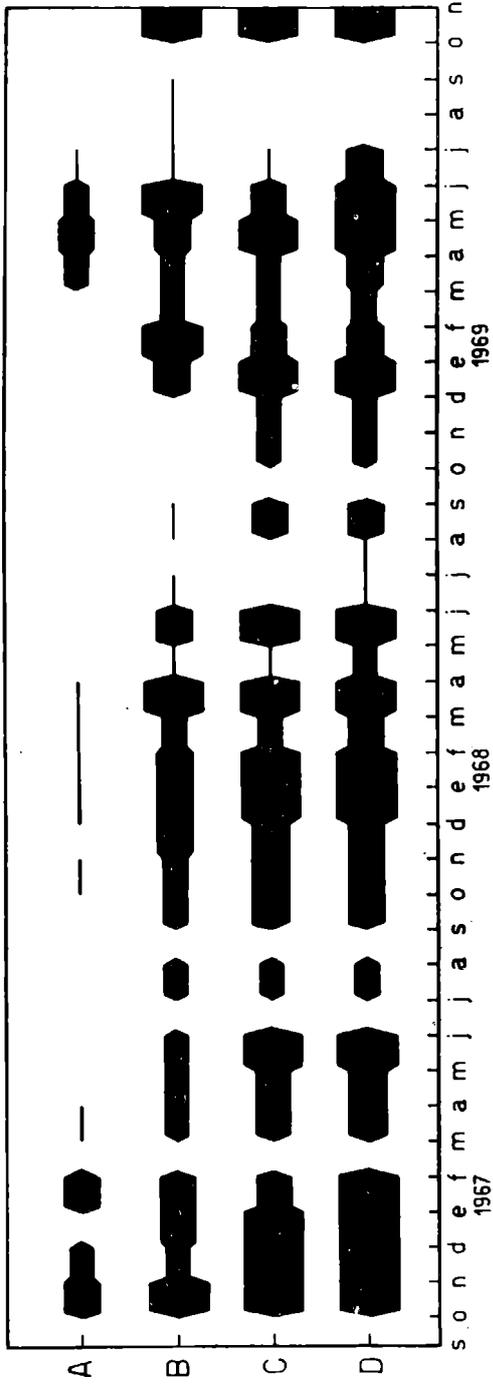


Fig. 21.- Ciona intestinalis

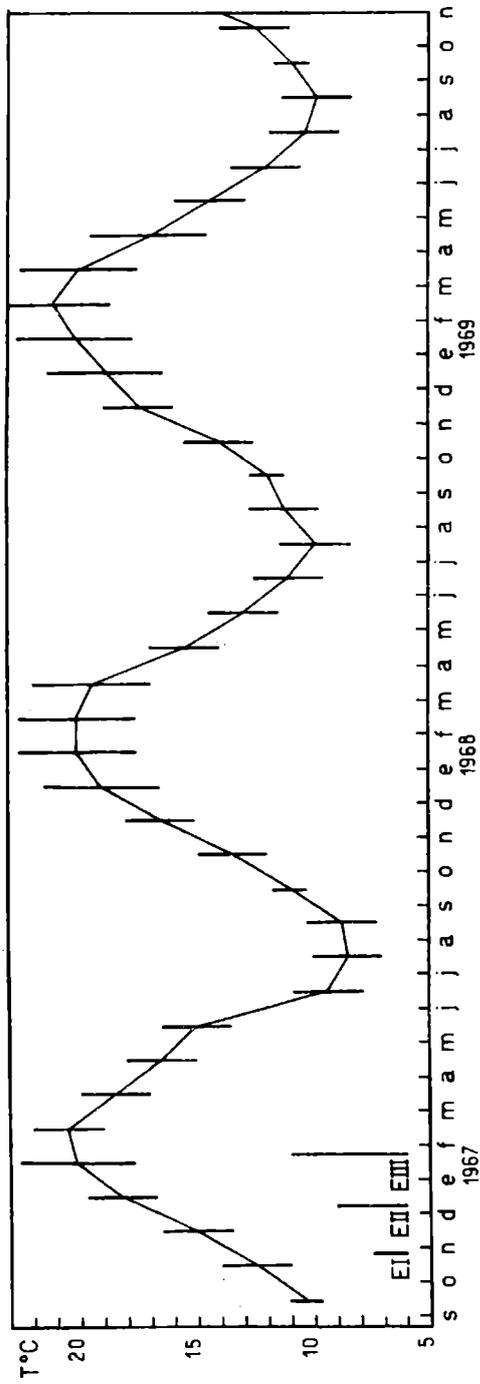


Fig. 22.- Estados de desarrollo de la comunidad sobre paneles mercuriales

ciclos analizados la variación de esta última permitió detectar los diversos estados que presenta la comunidad en las primeras etapas de formación.

Es indudable que aún no existen criterios universales con respecto a la forma en que deben definirse estos estados dentro de los procesos de desarrollo de las comunidades incrustantes. El logro de un acuerdo constituye un hecho importante, especialmente en relación a los estudios en común que tienden a concretarse en áreas apartadas entre sí.

De esta forma podrán compararse con mejores fundamentos dos áreas distintas y determinar el grado de agresividad de las mismas, la que está determinada no sólo por sus componentes específicos, sino también por la velocidad de integración de las comunidades.

Entre los diversos esquemas sobre los estados de desarrollo de una comunidad creemos que el de Kawahara (13) es uno de los más acertados y que, por otra parte, coincide con conclusiones expresadas en trabajos previos (10).

Los estados que se describen a continuación deben ser considerados en relación a las características de las comunidades en su proceso de integración y no al tiempo transcurrido, ya que esta es una variable vinculada con las características ambientales, que pueden cambiar notablemente de una zona a otra, e incluso en una misma área, a lo largo del año, y en relación a las estaciones consideradas.

La caracterización de los distintos estados corresponde a la descripción de Kawahara, a la que hemos agregado nuestra propia experiencia. Es aconsejable, para identificarlos, descartar aquellas especies nadadoras como por ejemplo Anfípodos, Isópodos, Copépodos, etc., ya que su presencia puede ser en algunos casos esporádica y no estar vinculada con el grado de desarrollo de la comunidad a la cual integran momentáneamente.

#### Estado I

Comprende la colonización casi inmediata del sustrato sumergido por las Bacterias. Esta fijación no es visible a simple vista y no altera el color original de la superficie experimental.

Tabla I

Estado	Subestado	Meses	Temperatura media	
I		setiembre 1966 setiembre 1967 setiembre 1968 setiembre 1969	11,2°C	
II	II A	junio 1967 julio 1967 agosto 1967 junio 1968 julio 1968 agosto 1968 junio 1969 julio 1969 agosto 1969	10,1°C	
	II B	octubre 1966 febrero 1967 abril 1967 mayo 1967 noviembre 1967 mayo 1968 octubre 1968 noviembre 1968 octubre 1969	15,3°C	13,1°C
	II C	noviembre 1966 diciembre 1966 marzo 1967 octubre 1967 abril 1968 mayo 1969	15,8°C	
III		enero 1967 diciembre 1967 enero 1968 febrero 1968 marzo 1968 diciembre 1968 enero 1969 febrero 1969 marzo 1969 abril 1969	19,6°C	

Posteriormente se concreta la colonización de las Diatomeas, Protozoos y otras Algas microscópicas. Paralelamente se evidencia la adhesión de partículas detríticas de diverso origen, las que junto con los organismos anteriormente mencionados, van otorgando al sustrato una coloración característica que puede ir del verde amarillento al verde pardo oscuro. A simple vista sólo se registra una película gelatinosa y brillante que puede presentar espesor variable. Esta película resulta fundamental para los colonizadores posteriores, ya que otorga una textura particular y brinda un recurso trófico de gran importancia, especialmente para los estados larvales de muchos grupos.

#### Estado II

Comienza con la fijación de especies de mayor talla. Algunas de ellas, llamadas pioneras, se caracterizan por fijarse en forma más rápida y adquirir un desarrollo considerable en un tiempo muy breve. A ellas le seguirán otras, las que en su conjunto servirán de base para la constitución definitiva de la comunidad. Esta es la etapa en la cual se fijan las principales especies y está condicionada en gran medida, por los procesos de reproducción de las comunidades bentónicas del área.

De acuerdo a las características de las comunidades de nuestra zona de estudios, nos hemos visto en la necesidad de crear dentro del estado II tres subestados A, B y C, fácilmente identificables. Estos subestados se basan principalmente sobre la diversidad específica lograda hasta el momento y la distribución y densidad de los organismos incrustantes.

#### Estado III

Constituye una etapa en la cual los organismos colonizadores de la etapa anterior se desarrollan y aumentan en volumen. A su vez se continúan los procesos de colonización, si bien los mismos están en cierta medida limitados por el desarrollo de las especies previamente fijadas. Existen a su vez ciertos cambios en los componentes iniciales y se notan claros fenómenos de competencia por el espacio.

#### Estado IV

Es la culminación del estado anterior y las especies dominan-

tes adquieren su máximo desarrollo. Es el momento en que se registran los máximos valores en la biomasa de la comunidad. Correspondería a lo que podemos llamar la etapa climáxica del fouling.

Contrariamente a lo que sucede en las áreas bentónicas naturales, esta etapa de equilibrio de la comunidad tiene poco tiempo de vida, ya que en las condiciones portuarias, principalmente en lo que respecta a la gran abundancia de alimento, los organismos cumplen su ciclo en corto plazo, hecho favorecido por otras características que ofrece el sustrato flotante artificial (10).

#### Estado V

Se produce la declinación de la comunidad por la muerte de los organismos que han completado su ciclo. Los valores de biomasa experimentan un descenso brusco.

#### Estado VI

Se produce la casi total desaparición de las especies que constituían la comunidad y nuevamente queda libre el sustrato para ser colonizado una vez más, lo que da comienzo al estado I.

El sustrato suele presentar un alto contenido de ácido sulfhídrico como resultado de los procesos de putrefacción de los organismos muertos.

Cabe mencionar que cada uno de estos estados es factible de ser subdividido de acuerdo a las características regionales de la fijación. El paso de un estado a otro no siempre se produce en forma homogénea a lo largo de toda la superficie del panel y se presentan situaciones intermedias que pueden sin embargo agruparse, ya sea en los subestados propuestos, o directamente en un estado dado de acuerdo a la magnitud de la cobertura.

Interesaba pues determinar hasta que estados se llegaba a alcanzar en los paneles mensuales a lo largo del año y ver además si los períodos correspondientes a estos estados eran homologables a lo largo de los tres ciclos.

Las correspondencias entre los tres estados y los meses de los tres ciclos analizados nos hicieron ver la precisa relación entre el estado de desarrollo de las comunidades y el factor temperatura. El gráfico indica claramente este fenómeno, y los sub-

estados del estado II se presentan siempre antecediendo y precediendo al estado I, siguiendo las oscilaciones de la curva de temperatura media del agua en superficie.

El primer paso para vincular de una manera más precisa estados y temperatura consistió en analizar el promedio de temperaturas que correspondía a cada uno de los estados y subestados. Las mismas indicaron diferencias ya que los valores aumentaban desde el estado I al III y del subestado A al C del estado II respectivamente. Sin embargo las variaciones de la media, aunque se repetían en cada uno de los ciclos, podrían no ser significativas. Por tal motivo efectuamos un análisis de varianza que arrojó los valores que se indican en la tabla II.

De estos datos se desprende que las diferencias térmicas entre los tres estados (I, II y III) son muy significativas al nivel 1 % de probabilidad, al igual que entre los 3 subestados (IIA, IIB y IIC).

Con el fin de discriminar más las diferencias, analizamos los 3 subestados de a pares determinando que la significación era alta entre los subestados A y B; el valor de F entre B y C, en cambio, es significativo sólo al nivel 5 % de probabilidad.

Otro aspecto interesante detectado a través de este análisis es que el estado I está condicionado en todos los casos por las temperaturas de los dos meses anteriores que siempre corresponden a los de media más baja. Por lo tanto la acción de la temperatura condiciona una detención o una disminución del ritmo de maduración sexual de las especies incrustantes, más que una acción directa sobre los estados larvales. Contrariamente, el estado III está determinado directamente por la temperatura de ese mes o del mes anterior, la que condiciona evacuaciones de tipo masivo y desarrollo acelerado de las larvas.

Hemos podido comprobar que en un mismo bastidor los paneles pueden presentar ciertas variaciones en el estado de desarrollo de las comunidades. Este hecho nos permite determinar cuál es la profundidad óptima que condiciona una mayor progreso en las etapas sucesionales y en qué medida este factor ecológico actúa sobre los organismos fijados.

En virtud de la importancia que tienen estas correlaciones

T A B L A II

ANALISIS DE VARIANZA

---

Entre Estado I, II y III	F = 12,7	(2 , 37)
Entre subestado IIA, IIB y IIC	F = 19,7	(2 , 21)
Entre subestado IIA y IIB	F = 29,8	(1 , 17)
Entre subestado IIB y IIC	F = 6,84	(1 , 14)

---

y la facilidad de identificación de los diversos estados en relación con la temperatura, consideramos que resulta un sistema que debería ser aplicado en todo ensayo. De esta manera en pocos años se pueden hacer predicciones correctas sobre el estado de desarrollo de las comunidades fijadas sobre paneles mensuales en función de los registros térmicos, además de tener una clara idea de la agresividad de la zona en cuestión y poder compararla con otras áreas. Indudablemente existen aún métodos estadísticos y consideraciones ecológicas más finas que pueden brindar mayor información en pos del conocimiento de la dinámica de estas comunidades bentónicas tan particulares.

---

## CONCLUSIONES

---

1.- Las observaciones efectuadas sobre las principales características hidrológicas del puerto de Mar del Plata indican los siguientes aspectos:

a) Las temperaturas medias del agua superficial muestran gran semejanza a lo largo de los tres ciclos analizados, lo que condiciona en gran medida la repetición de los ciclos estacionales de fijación. Las diferencias observadas con las temperaturas de aguas externas se presentan durante cortos períodos, referidos principalmente al calentamiento de la superficie durante los meses cálidos y al enfriamiento durante los meses fríos.

b) La salinidad no muestra variaciones cíclicas y se llegan a alcanzar valores inferiores a los del área externa vecina. Las características que presenta este factor en nuestra zona hace que no tenga acción sobre los ciclos estacionales de fijación.

c) El pH muestra valores siempre por debajo de lo normal, debido al grado de contaminación del área portuaria; el mismo va descendiendo desde la desembocadura hacia la parte más interna.

d) La dinámica de las aguas portuarias demostró presentar un esquema bastante complicado, por lo que notamos la necesidad de que en el futuro las muestras sean obtenidas no sólo en balsa si-

TABLA III

LISTA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS SOBRE PANELES MENSUALES EN  
EL PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 1966/69

ALGAS

Diatomeas

Amphora sp.  
Cocconeis sp.  
Grammatophora spp.  
Licmophora lyngbyei fa.  
    elongata  
Licmophora lyngbyei fa.  
    abbreviata  
Licmophora lyngbyei fa.  
    minor  
Navicula spp.  
Nitzschia closterium  
Nitzschia longissima  
Pinnularia sp.  
Plagiogramma sp.  
Thalassiothrix nitzchoides  
Pleurosigma sp.  
Synedra affinis  
Coscinodiscus sp.  
Melosira sulcata  
Opephora sp.  
Achnanthes spp.

Cianofitas

Lyngbia lutea  
Microcoleus tenerrinus  
Phormidium corium

Clorofitas

Cladophora sp.  
Enteromorpha intestinalis  
Ulva lactuca  
Bryopsis plumosa

Rodofitas

Polysiphonia sp.

Ceramium sp.

Porphyra umbilicalis \*

PROTOZOOS

Peridinium sp.  
Amoeba sp.  
Zoothamnium sp.  
Vorticella sp.  
Euplotes sp.  
Frontonia sp.  
Trachelonema sp.  
Lacrymaria sp.  
Mesodinium sp.  
Tintinnopsis spp.  
Favella sp.  
Ephelota sp.  
Lagotia sp.  
Claustrofolliculina sp.

CELEENTERADOS

Tubularia crocea  
Gonothyraea inornata  
Obelia angulosa

ROTIFEROS

Trichocerca sp.  
Colurella sp.

ANELIDOS

Eupomatus sp.  
Hydroides norvegica  
Mercierella enigmatica  
Serpula vermicularis  
Polydora cf. ciliata  
Syllis robertianae  
Dorvillea sp. \*  
Halosydnella australis \*

MOLUSCOS

Eubranchus sp.  
Siphonaria lessoni \*  
Buccinanops sp.  
Saxicava solida \*  
Brachydontes rodriguezii \*  
Pyrene paessleri

PICNOGONIDOS

Anoplodactylus stictus  
Anoplodactylus petiolatus  
Anoplodactylus pigmaeus  
Tanystylum orbiculare  
Achelia assimilis

CRUSTACEOS

Copépodos

Tisbe cf. furcata  
Harpacticus sp.  
Paraltheutha minuta

Isópodos

Sphaeroma sp. \*  
Idotea baltica \*

Anfípodos

Corophium sp.  
Caprella dilatata \*

Cirripedios

Balanus amphitrite  
Balanus trigonus

Decápodos

Cyrtograpsus angulatus  
Cyrtograpsus altimanus  
Coenopthalmus tridentatus \*  
Pilumnoides hassleri \*

BRIOZOOS

Bugula sp.  
Bowerbankia gracilis  
Membranipora sp.  
Bugula neritina

TUNICADOS

Ciona intestinalis  
Molgula robusta  
Molgula manhattensis  
Molgula cf. occidentalis

Nota.- Existen varias especies de diversos grupos que no se incluyen en esta lista por no estar aún identificadas taxonómicamente.

\* Especies típicas de los paneles acumulativos, que ocasionalmente han sido registradas sobre paneles mensuales.

no cubriendo una zona más amplia.

2.- El análisis de los ciclos de fijación de las principales especies, a lo largo de tres años consecutivos, nos permiten concluir diversos aspectos detallados a continuación.

a) Las Diatomeas presentan un comportamiento semejante a lo largo de los tres ciclos estudiados, mostrando variaciones a lo largo del año en la dominancia de determinadas especies. Durante los meses cálidos, si bien corresponde a la época de máxima abundancia en el área, aparecen en mayor proporción sobre los paneles en relación con la aceleración de los procesos sucesionales de la comunidad.

b) Las Clorofitas están principalmente representadas por Enteromorpha intestinalis. Su nivel de fijación está referido especialmente al panel A y borde superior del B. Los tres ciclos de fijación analizados presentan grandes similitudes. La máxima fijación y óptimo desarrollo se produce a fines de primavera y verano con temperaturas medias que oscilan entre 16.5 y 20.6°C, época en que los ejemplares pueden crecer 1 cm por día.

Ulva lactuca presenta su mejor fijación sobre el panel A. Los ciclos muestran ciertas diferencias a lo largo de los tres años. La máxima fijación se presentó con temperaturas medias que oscilaron entre 20.2 y 16.9°C.

Bryopsis plumosa demostró ser una especie bastante sensible a los factores contaminantes del área portuaria, en donde muestra ciclos de fijación y desarrollo distintos a los de áreas naturales, y variables de un año a otro.

c) Las Rodofitas principalmente representadas por Polysiphonia sp. y Ceramium sp., han mostrado, entre ambas, variaciones numéricas a lo largo del tiempo. Semejantes en proporción durante el primer ciclo, Polysiphonia ha estado mejor representada durante los dos últimos.

d) Los Protozoos se han fijado en forma homogénea a lo largo de las cuatro profundidades ensayadas durante los tres ciclos de estudio, siendo la especie dominante a través de ellos Zoothamnium sp.

e) Los Celenterados representados por Tubularia crocea, Gono-

thyraea inornata y Obelia angulosa muestran un rápido crecimiento en los paneles mensuales, alcanzando en muchos meses la madurez sexual en menos de 30 días. En algunos casos llegan a completar su ciclo vital en ese corto período. En las tres especies se notó una disminución en la fijación durante el segundo ciclo de ensayos, sin conocerse las causas. Ninguna de estas especies demuestra predilecciones batimétricas.

f) Los Serpúlidos constituyen los Anélidos mejor representados en los paneles mensuales. Mercierella enigmatica y Serpula vermicularis son las dos especies más abundantes; les siguen Hydroides norvegica y Eupomatus sp., estando esta última representada en pequeñas proporciones. Todas estas especies tienen igual ciclo de fijación, constituyendo uno de los grupos de clara fijación estacional en relación con la temperatura. La fijación comienza a fines de la primavera, con temperaturas que oscilan entre 17,4 y 19,1°C. La máxima fijación y óptimo desarrollo se logra a fin del verano y comienzo del otoño, época en que son capaces de formar tubos de aproximadamente 5 cm de largo en menos de 30 días. En todos los casos la fijación ha resultado mucho menor en el panel de línea que en el de carena, en virtud de sus requerimientos batimétricos.

g) Polydora cf. ciliata es otro Anélido bien representado durante los ensayos; su ciclo de fijación, como el de las especies anteriores, se ha incrementado en los dos últimos años. El mismo se caracteriza por presentar discontinuidades, que probablemente corresponden a los ciclos de reproducción de los adultos. Los tubos formados promueven fenómenos de epibiosis que pueden resultar perjudiciales por la resistencia de esta especie a las pinturas tóxicas. Si bien muy resistentes a los cambios ambientales, las temperaturas extremas máximas y mínimas parecen afectar su fijación.

h) Los Copépodos Tisbe furcata y Harpacticus sp. se fijan conjuntamente y durante iguales períodos. Son de fijación anual y capaces de reproducirse a lo largo de todo el año. La máxima colonización coincide con la mayor abundancia de Diatomeas en los paneles, organismos de los cuáles se alimentan.

i) Balanus amphitrite y Balanus trigonus presentan claros ciclos de fijación estacional, vinculados con la temperatura. La distribución batimétrica de ambas especies difiere, si bien po-

seen igual ciclo de fijación. La colonización comienza a fines de primavera-comienzos del verano, cuando la temperatura media del agua alcanza aproximadamente los 18°C. Balanus amphitrite posee un crecimiento más rápido, llegando a alcanzar la talla de 5 mm en menos de treinta días. La densidad de los Cirripedios ha ido en aumento paulatino desde el comienzo de las experiencias.

j) Bugula sp. es una de las especies mejor representadas del grupo de los Briozoos; su fijación comienza a fines de la primavera y se extiende hasta mediados del otoño. Las fijaciones de máxima abundancia y de óptimo desarrollo tienen lugar a temperaturas que oscilan entre 19.1 y 20.1°C.

k) Ciona intestinalis es el Tunicado más conspicuo en los paneles mensuales. Su presencia se registra a lo largo de todo el año, con algunos intervalos de mínima o nula fijación; se producen tres contingentes colonizadores principales, y esto, según algunos autores, respondería a la existencia de razas fisiológicas cuya reproducción se efectúa en rangos de temperatura diversa. Resulta evidente la preferencia por la colonización en los niveles inferiores, donde además el crecimiento es más acelerado; durante los meses de verano pueden alcanzar aproximadamente 3 cm en menos de treinta días.

3.- El análisis del estado de desarrollo de la comunidad en los paneles mensuales, en los tres años de observaciones, permite inferir las siguientes conclusiones:

a) De acuerdo a la clasificación que hemos adoptado, el máximo grado de desarrollo alcanzado fué el estado III, lo que demuestra el ritmo sucesional acelerado de las comunidades de nuestra área, en general considerablemente superior al de otros puertos estudiados.

b) Fué posible subdividir al estado II en tres subestados (A, B y C), fácilmente discernibles, que generalmente anteceden y preceden al estado I.

c) A través de un test de significación se confirmó la relación existente entre el estado de desarrollo y la temperatura media del agua.

d) En nuestro caso, las temperaturas que condicionan los es-

tados de desarrollo están vinculadas por los procesos de reproducción y no por las exigencias térmicas de las larvas; de ahí que los estados de menor desarrollo (estado I) tengan lugar generalmente dos meses después de registrarse las mínimas temperaturas medias del año. Los estados de mayor desarrollo (estado III) en cambio, están directamente condicionados por la temperatura de ese mes o del mes anterior, que son generalmente las más altas del año, y que desencadenan de inmediato reproducciones masivas y acelerado crecimiento de las larvas y de las formas juveniles.

e) Consideramos que la vinculación de los estados de desarrollo de los paneles mensuales con las temperaturas del agua debería ser aplicada en todo ensayo, para así poder comparar entre diversas áreas las características de las comunidades incrustantes. Esto permitiría, además, efectuar cálculos predictivos de acuerdo a los registros térmicos.

f) Las variaciones en el desarrollo que se producen en un mismo bastidor pueden permitir detectar la profundidad óptima de evolución de la comunidad, es decir la profundidad a la cuál los procesos sucesionales son más acelerados.

g) Por otra parte, el análisis del estado de desarrollo constituye un dato más sobre la importancia de las comunidades incrustantes de Mar del Plata, en cuanto a su agresividad y a la velocidad de evolución. Siendo una zona de clima templado presenta durante parte del año, en sus colonizaciones mensuales, características iguales o superiores a las de zonas tropicales.

---

#### BIBLIOGRAFIA

---

- (1) Lacombe, D., 1965.- Observações sôbre corrosão em placas de aço na Baía de Guanabara. Instituto de Pesquisas da Marina, NT/22/1965, 1/20.
- (2) Barroso Fernandes, L. M. y A. Fernandes da Costa, 1967.- Nota sôbre organismos marinhos incrustantes e perfurantes das embarcações. Boletim de Estudios de Pesca, 7, (3), 9/26.

- (3) Kucherova Z. S., 1967.- Crecimientos marinos indeseables sobre superficies neutrales y tóxicas en la región de La Habana. Estudios, 2, (2), 45/61.
- (4) Naval Oceanographic Office, 1968.- Oceanographic cruise summary marine biofouling studies in Montego and Oyster Bays, Jamaica; January 1967 to January 1968. IR NO 68-116, 1/21.
- (5) Pequegnat, W. E. and L. H. Pequegnat, 1968.- Ecological aspects of marine fouling in the Northeastern Gulf of México. Texas A & M University, 68-22T, 1/80.
- (6) Bastida, R., 1967.- Preliminary notes of the marine fouling at the Port of Mar del Plata (Argentina). Compte Rendu, 2nd. International Congress on Marine Fouling and Corrosion, Athens, Greece.
- (7) Bastida, R., 1968.- Las incrustaciones biológicas en el Puerto de Mar del Plata, período 1966/67, 1a. parte. LEMIT, Serie II, 1/68..
- (8) Rascio V. y J. J. Caprari, 1968.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes. I. Influencia del tipo de tóxico y de la solubilidad del vehículo. Peintures, Pigments, Vernis, 45, (2), 102/13; Industria y Química, 26, (3), 170/77.
- (9) Carreto J. I., 1968.- Variaciones en la biomasa fitoplanctónica en aguas costeras de Mar del Plata. Carpas, 14/D.Téc. 34, 1/9.
- (10) Bastida, R., 1969.- Las incrustaciones biológicas en el Puerto de Mar del Plata, período 1966/67, 2a. parte. LEMIT, 4-1969 (Serie II, n° 144), 1/60.
- (11) Crisp, D. J., 1965.- Ecology of marine fouling. Ecology and the Industrial Society. Fifth Symposium of the British Ecological Society, 99/117.
- (12) Runnström, S., 1937.- Die Anapassung der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere an die Temperaturverhältnisse verschiedener Verbreitungsgebiete. Bergen Mus. Aarb., (3).

- (13) Kawahara, T., 1962. Studies on the marine fouling communities. I. Development of a fouling community. Report of the Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie, 4, (2), 27/41.
- (14) Ramírez, F. C., (en prensa).- Paralteutha minuta, una nueva especie de Copépodo (Harpacticoidea, Peltidiidae) hallado en aguas costeras de Mar del Plata. Revista del Museo de La Plata.

Nota.- Este trabajo fué realizado con subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CNICT), y por convenio entre el LEMIT y el Instituto de Biología Marina de Mar del Plata.