

**LAS INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS EN EL
PUERTO DE MAR DEL PLATA, PERIODO 1966-67**

2a. parte

Lic. Ricardo Bastida

SERIE II, n^o 144

INTRODUCCION

Los complejos procesos de colonización de sustratos artificiales y la posterior evolución de las comunidades incrustantes hacen necesario que las investigaciones sobre el fouling sean encaradas simultáneamente por dos caminos diferentes.

Uno de ellos, cuyos resultados ya han sido publicados (Bastida, 1968) es el análisis de la fijación mensual de las especies a lo largo de un cierto periodo, nunca inferior a un año, que nos aporta la información básica necesaria para establecer los ciclos de reproducción y de fijación. Nos brinda además ciertos datos sobre el crecimiento e integración de las comunidades debido a los rápidos procesos sucesionales que se dan en el medio marino, y en especial en los ambientes portuarios como el de Mar del Plata.

El otro camino es el análisis de paneles acumulativos -motivo del presente trabajo- que nos brinda información sobre el desarrollo de las comunidades incrustantes desde el comienzo del ensayo hasta su finalización.

Esta parte debe tener como base el conocimiento de la fijación mensual, para poder así discernir claramente, dentro de la comunidad en desarrollo cuáles de sus componentes son el resultado de procesos de verdadera sucesión y cuáles responden a meras influencias de la fijación estacional, llamada por varios autores sucesión estacional.

Dada la complejidad de los procesos de colonización y la metodología de trabajo que se ha utilizado, debemos reconocer que no es posible hacer una separación terminante entre ambos fenómenos en todos los casos, y menos aún si tenemos en cuenta que hasta el presente gran parte de los especialistas sobre el tema no han llegado a un acuerdo sobre la terminología de uso frecuente en ecología que debe aplicarse en la evolución de las comunidades incrustantes.

Desde el punto de vista ecológico, el estudio de las incrustaciones biológicas brinda importantes aportes, ya que no sólo sirve para obtener un mayor conocimiento de las comunidades portuarias y establecer sus diferencias con las de las zonas aledañas, sino también para determinar con bastante precisión el ritmo de integración de las diversas especies, y la productividad del bentos del área estudiada.

En cuanto a los aspectos estrictamente aplicados a la tecnología, este conocimiento resulta fundamental para el análisis del funcionamiento de los sistemas de pintura y para su valoración definitiva como medio de control del fenómeno de fouling. Permite determinar claramente las variaciones que se presentan en la integración y evolución de las comunidades sobre sustratos que, como la película de pintura antiincrustante, seleccionan la fijación de acuerdo con la resistencia tóxica específica de los organismos. Los casos de epibiosis, tan frecuentes en las comunidades bentónicas, encierran gran importancia en relación con la acción de las pinturas antifouling y constituyen en estos casos mecanismos de protección eficaces frente a los tóxicos, dado que estos forman sólo una delgada película líquida de características letales, cuyo espesor varía con las condiciones y con la agitación del medio.

METODOLOGIA

La metodología general del trabajo, al igual que el instrumental y las características ambientales de la zona de experimentación (puerto de Mar del Plata) durante el período 1966/67, han sido ya considerados en la primera parte de este trabajo (Bastida, op. cit.). Agregaremos sólo lo concerniente al estudio realizado sobre los paneles acumulativos.

La evolución de las comunidades fue analizada sobre la base del estudio de la fijación producida sobre paneles de acrílico arenados correspondientes a una serie de doce bastidores, que se sumergieron simultáneamente (setiembre 1966), retirándose luego un bastidor por mes.

Se partió de la premisa de que en esas condiciones la fijación y posterior desarrollo de las especies debe ser homogénea, Este método permite seguir el desarrollo de la co-

munidad mes por mes, desprendiendo los organismos del sustrato artificial y analizándolos detenidamente en el laboratorio. Si se hubiera utilizado un bastidor único para todas las observaciones, como se realiza frecuentemente en otras zonas de estudio, el manipuleo reiterado podría haber provocado alteraciones marcadas en el ritmo normal de las asociaciones biológicas. Además hubiera sido imposible registrar todas las especies presentes.

Por otra parte, cuando las incrustaciones adquieren cierto desarrollo, luego de transcurridos los primeros meses se producen naturalmente ciertos desprendimientos. Es por esta razón, además, que la balsa de estudios no es movida de la zona de emplazamiento durante todo el ciclo de investigaciones.

En lo referente a la profundidad, el límite inferior de nuestras investigaciones es de 2 metros, nivel que coincide con la zona de mayor estratificación batimétrica de las asociaciones. Estudios y censos realizados anteriormente sobre las comunidades de las construcciones portuarias, nos habían indicado que no existen mayores diferencias desde los 2 metros hasta la profundidad del fondo, que oscila, a lo largo del puerto, entre 4 y 8 metros.

La falta de información sobre los organismos incrustantes del puerto de Mar del Plata, nos obligó a muestrear íntegramente el anverso de cada uno de los paneles experimentales durante este primer ciclo de fijación. Con el panorama preliminar que tenemos actualmente, estamos en condiciones en el futuro de continuar nuestras investigaciones obteniendo submuestras representativas, lo que facilitará la labor de manipuleo, separación y recuento del material coleccionado.

Los resultados obtenidos hasta el momento nos permiten afirmar que la metodología empleada es satisfactoria para el conocimiento de los fenómenos vinculados con la acción de las pinturas antifouling. En cambio estudios ecológicos minuciosos requerirían, a nuestro juicio, inspecciones más frecuentes, al menos para nuestra zona de trabajo. Los datos sobre los procesos sucesionales, ya publicados anteriormente, permiten estimar que muestreos realizados cada 10 días resultarían eficaces para este tipo de investigación.

Es de hacer notar, además, que la fecha de iniciación de las investigaciones, es decir el momento en que se realiza la inmersión de los paneles experimentales, es de gran im-

portancia en cuanto a la evolución de las comunidades. Debe tenerse presente que durante los primeros meses de inmersión la fijación estacional tiende a predominar sobre los procesos sucesionales que, en gran medida, están determinados por fenómenos de competencia y reemplazo de las superficies previamente colonizadas. De ahí que el camino y el lapso en que se formarían comunidades más o menos estables será distinto de acuerdo con la época del año en que se haya sumergido el sustrato limpio.

EVOLUCION DE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

Si bien en la mayor parte de los casos existe una estratificación biológica evidente a lo largo de los cuatro paneles acumulativos analizados, tomaremos solamente los dos casos extremos (A y D) para establecer las modificaciones que se producen en las comunidades a medida que transcurren los meses de inmersión.

El panel A se caracteriza por estar semisumergido, bajo la influencia del vaivén del agua; de ahí que los organismos fijados en la parte superior del mismo estén afectados por características ecológicas especiales. El panel D, en cambio, está totalmente sumergido, a 2 m de profundidad.

PANEL A

Primer mes de inmersión

El film inicial está perfectamente formado, con dominio exclusivo de organismos microscópicos (microfouling), desde Bacterias hasta Copépodos Harpacticoideos. Dentro de los diversos grupos de organismos, la dominancia está dada por las Diatomeas, siendo las más representadas Grammatophe-
ra sp., Nitzschia closterium y Pinnularia sp. Entre las Algas superiores sólo se encuentran unos pocos talos microscópicos de Enteromorpha intestinalis.

Los Protozoos, representados por Oxytricha sp., y otros Ciliados, son escasos, aunque aumentan en número a medida que incrementa la profundidad. Entre los organismos superiores se encuentran pocos ejemplares de Tisbe furcata y Harpacticus sp.

Segundo mes de inmersión

Las Diatomeas siguen siendo abundantes en este nivel, mientras que los Protozoos han incrementado en número, al igual que los Copépodos Harpacticoideos. Al microfouling se agregan otros integrantes como Nematodos y Cianofitas.

El macrocomponente que caracteriza a la comunidad es el Alga Enteromorpha intestinalis, que muestra un crecimiento muy acelerado, ya que muchos ejemplares alcanzan los 30 cm de longitud, lo que da un incremento en la talla de aproximadamente 1 cm por día. A esta especie se agregan otras Algas como Porphyra umbilicalis, Polysiphonia sp. y Ceramium sp.

El desarrollo de las Algas superiores y el agregado de invertebrados como los Hidrozoos Tubularia crocea, Obelia angulosa y Gonothyrea inornata (los dos últimos bien representados aunque de pequeña talla), otorgan a la comunidad inicial un grado mayor de complejidad.

Los Briozoos están presentes a través de pequeñas colonias de Bowerbankia gracilis, formadas por pocos zooides, y en menor número Bugula sp., cuyas colonias presentan pocas ramificaciones lo que indica el escaso desarrollo de las mismas. Entre estos últimos organismos aparecen algunos ejemplares pequeños del Anfípodo Corophium sp.

Se integran a la comunidad pequeños ejemplares de Ciona intestinalis, difíciles de apreciar a simple vista.

Tercer mes de inmersión

La comunidad se ha desarrollado notablemente, definiéndose en forma clara su estructura, al alcanzar la mayor parte de sus componentes tallas máximas y madurez sexual.

Se nota claramente en este nivel la estratificación biológica. En estos niveles superiores del panel aparecen ejemplares de Ulva lactuca, que acompañan a Enteromorpha intestinalis fijada con anterioridad, constituyendo un claro cinturón de Clorofitas. En él se intercalan algunos ejemplares, poco desarrollados, de Bryopsis plumosa. Por encima de este cinturón se registra por primera vez la presencia de varios ejemplares pequeños del Gasterópodo pulmonado Siphonaria.

lessoni. Por debajo de las Clorofitas se ha desarrollado otro cinturón de Rodofitas, formado por Polysiphonia sp. y Ceramium sp.

Bowerbankia gracilis se desarrolla en forma tal que ha formado un tapiz basal de apreciable espesor, debajo del cual han encontrado refugio numerosos Poliquetos del género Syllis. Se intercalan en esta capa basal hidrorizas de Tubularia crocea, muchos de cuyos ejemplares, luego de cumplir su ciclo, han muerto. El desarrollo de Bowerbankia gracilis ha desplazado totalmente a la película inicial de Diatomeas y otras recientes han colonizado la superficie externa del tapiz de Briozoos. Contrariamente Bugula se ha mantenido sin mayores modificaciones en cuanto al número de ejemplares, si bien las colonias se muestran más ramificadas.

El Anfípodo Corophium se hace cada vez más abundante, notándose la presencia de ejemplares juveniles que corresponden a la segunda generación. A lo largo del panel se registran claramente los tubos característicos de esta especie.

Por debajo de la zona de algas se encuentran ejemplares de Ciona intestinalis que han crecido bastante con respecto al mes anterior, si bien son más pequeños que en los paneles inferiores. Ello indica que su óptimo desarrollo se efectúa a partir de los 50 cm de profundidad, aproximadamente, para sustratos flotantes. Los Hidrozoos Obelia angulosa y Gonothyrea inornata han alcanzado tallas máximas y ya aparecen sobre las colonias ejemplares del Nudibranquio Eubranchius sp.

Se agregan a la comunidad algunos ejemplares del Pélecípodo Mytilus platensis, el Isópodo Idotea baltica, el Picnogónido Anoplodactylus sp., el Cirripedio Balanus amphitrite y los Tunicados Molgula robusta y Molgula manhattensis.

Cuarto mes de inmersión

Los únicos cambios apreciables que se registran en la estructura de la comunidad están constituidos por la reducción del manto de Bowerbankia gracilis y la desaparición de gran parte de los ejemplares de Ciona intestinalis, que se han desprendido del sustrato. Porphyra umbilicalis y Bryopsis plumosa fueron desplazadas por el resto de las Algas, que se desarrollan con todo éxito. Enteromorpha intes-

tinalis sin embargo, ha detenido su crecimiento.

Ante la ausencia de Ciona, Molgula ha incrementado su tamaño y número. Se agregan como nuevos integrantes de la comunidad pequeños Nemertinos, el Isópodo Sphaeroma sp. y el Decápodo Cyrtograpsus angulatus y Cyrtograpsus altimanus.

Quinto mes de inmersión

La comunidad no presenta variaciones notables en su composición. Las algas siguen siendo los macrocomponentes característicos, si bien se ha dado una modificación importante entre estas últimas, ya que la dominancia registrada anteriormente para las Clorofitas ha sido reemplazada por las Rodofitas Polysiphonia y Ceramium.

Entre los Hidrozoos, Tubularia crocea resulta el más importante, formando colonias de hasta 10 cm de longitud, mientras que los Campanuláridos se ven proporcionalmente menos desarrollados que en los meses anteriores.

El número de ejemplares de Siphonaria lessoni ha aumentado por la fijación de nuevos contingentes y se notan claramente los efectos del pastoreo sobre el cinturón superior de Algas.

Asentados sobre el sustrato artificial se registra la presencia de unos pocos ejemplares de Balanus amphitrite. La comunidad, bastante compacta, ha impedido en esta oportunidad el desarrollo de los Tunicados, frecuentes en los paneles inferiores.

El microfouling, como ocurre en los meses precedentes, está formado principalmente por Protozoos, Nematodos, Copépodos y algunos Rotíferos. Los Poliquetos errantes son frecuentes y los Moluscos y Crustáceos permanecen prácticamente inalterados. Se agrega como un nuevo componente de la comunidad, Pyrene paessleri.

Sexto mes de inmersión

La comunidad no ha variado en forma significativa, salvo por la ausencia de ambas especies de Cyrtograpsus, debido al aumento de talla y al incremento de los despla-

mientos, que hacen que éstos se desprendan de los paneles y caigan al fondo, de donde no pueden retornar.

Séptimo mes de inmersión

La comunidad continúa en su organización estable. Muestran un buen desarrollo varios organismos, tales como las tres especies de Hidrozoos registradas y Bugula sp. Se agregan a la comunidad varios ejemplares de poliquetos Serpulidae y un ejemplar de Buccinanops juvenil, especie extraña a este tipo de sustrato. El Anfípodo Corophium muestra marcada reducción.

Octavo mes de inmersión

El Briozoo Bugula y las Algas Rodofitas siguen caracterizando a la comunidad. Los Copépodos Harpacticoides Tisbe furcata y Harpacticus sp. se reducen numéricamente. El Anfípodo Corophium ha desaparecido por completo.

Los Serpúlidos en cambio se han modificado en forma evidente, estando representados por todas las especies que se incluyen en la lista faunística. Se agregan a la comunidad los Pelecípodos Brachyodontes rodriguezi y Saxicava sólida.

El hecho más significativo en este período es la reaparición de los tunicados Ciona y Mogula, que reiniciarán una vez más su ciclo de desarrollo.

Noveno mes de inmersión

La comunidad continúa presentando una estructura estable. Ciona intestinalis ha desaparecido por haber alcanzado durante los últimos 30 días su máximo desarrollo. Permanecen aún pocos ejemplares de Molgula robusta y de Molgula manhattensis, debido a su crecimiento más lento. Se agregan nuevamente a la comunidad ejemplares del Anfípodo Corophium.

Décimo mes de inmersión

La comunidad continúa caracterizada por las Rodofi-

tas y Bugula, además de Bowerbankia gracilis y Tubularia crocea. Nuevamente han logrado fijarse algunos ejemplares de Ciona intestinalis, mientras que los Cirripedios Balanus amphitrite y Balanus trigonus han incrementado su número.

Polydora ciliata ha colonizado en gran número la superficie del panel.

Décimo mes de inmersión

La única variación registrada en la comunidad es la presencia de Bryopsis plumosa, que intenta integrarse a la misma desarrollándose en los niveles superiores del panel.

Décimosegundo mes de inmersión

La comunidad ha permanecido sin mayores modificaciones. Sólo cabe destacar la desaparición de Bryopsis plumosa, especie que no ha podido competir con el resto de Algas que dominan en los niveles superiores. En cuanto a Ciona intestinalis debe mencionarse que no se ha registrado ningún incremento en número y talla.

PANEL D

Primer mes de inmersión

El film inicial está caracterizado por el Ciliado Zoothamnium sp., que coloniza la totalidad de la superficie expuesta, y al que se agregan numerosos copepoditos y ejemplares adultos de Tisbe furcata y Harpacticus sp.

Las Diatomeas sólo están representadas por algunos especímenes de Melosira sulcata.

En los paneles intermedios se nota claramente la declinación paulatina de Diatomeas y el aumento de Protozoos y Copépodos.

Segundo mes de inmersión

La comunidad incrustante está caracterizada en este nivel por Ciona intestinalis. Aproximadamente el 50 por ciento de los ejemplares excede el centímetro de longitud.

Los campanuláridos Obelia angulosa y Gonothyraea inornata se extienden a lo largo de toda la superficie del panel, formando un delgado tapiz blanquecino, mientras que Tubularia crocea se integra formando pequeños manojos, principalmente en los bordes del panel, algunos de los cuales sobrepasan los 3 cm de largo.

Bowerbankia gracilis aumenta su desarrollo, tanto en talla como en número, con respecto al nivel superior, formando así colonias integradas por numerosos individuos de apreciable largo, si bien invisibles aún a simple vista.

El Anfípodo Corophium sp. es abundante a este nivel y se observan muchos ejemplares sexualmente maduros. Otro tanto ocurre con los Harpacticoides Tisbe furcata y Harpacticus sp. Algunos ejemplares de Enteromorpha intestinalis han intentado integrarse sin éxito a la comunidad a este nivel.

Tercer mes de inmersión

La comunidad sigue estando integrada por Ciona intestinalis, especie dominante que ha adquirido su máximo desarrollo. Ocupa el total de la superficie disponible, constituyendo un colchón de casi 10 centímetros de espesor. Casi todos los ejemplares han alcanzado la talla máxima, siendo la media de los 1957 individuos presentes de aproximadamente 5 cm de longitud, con un peso húmedo total de 5,400 kg. A este Tunicado se agregan unos pocos ejemplares de Molgula robusta y de Molgula manhattensis de pequeña talla.

El resto de la comunidad, restringida en su desarrollo por la competencia por el espacio con Ciona intestinalis, presenta los mismos componentes que el nivel A. Hacen excepción Siphonaria lessoni, típica de niveles superiores, las algas y Balanus amphitrite, que no encuentran sustrato disponible para su fijación, debido al desarrollo de Ciona.

La comunidad ha adquirido el aspecto de aquellas estables que hemos registrado sobre las construcciones portuarias en nuestros estudios preliminares.

Cuarto mes de inmersión

Se ha desprendido totalmente el manto de Ciona intestinalis y el sustrato queda suficientemente libre como para

permitir la recolonización.

Nuevos contingentes de Ciona intestinalis de alrededor de medio centímetro de largo, se distribuyen a lo largo del panel. Entre ellos aparecen algunos ejemplares de Molgula.

Bowerbankia gracilis se desarrolla nuevamente en forma de tapiz, mientras que las colonias de Bugula sp. resultan frecuentes. Aparece por primera vez una colonia del Briozoo incrustante Membranipora sp. Otros componentes de la comunidad son: Cyrtograpsus angulatus, Idotea baltica, Balanus trigonus y Mytilus platensis.

Los Harpacticoideos Tisbe furcata y Harpacticus sp. y el Anfípodo Corophium sp. siguen siendo abundantes, pese a las modificaciones que se han dado en la estructura de la comunidad, posiblemente debido a la facilidad de los mismos para trasladarse a lo largo de todo el panel y adaptarse a los cambios surgidos.

Quinto mes de inmersión

Nuevamente la comunidad está caracterizada por un colchón de Ciona intestinalis que recubre el panel con un espesor de varios centímetros, volviéndose nuevamente al estado que presentaba durante el tercer mes. Los datos cuantitativos coinciden aproximadamente con los de ese momento, habiéndose registrado un total de 1 068 ejemplares, con una talla media de 4 cm y un peso total de 2,400 kg. Debe agregarse a las mismas 100 ejemplares de Molgula, con un peso total de 103 g y una talla máxima de 2 cm.

Sexto mes de inmersión

Al igual que durante el cuarto mes, los Tunicados se han desprendido del panel, dejando libre el sustrato para la recolonización. En este caso, la misma fue efectuada en forma dominante por Obelia angulosa y Gonothyraea inornata, que forman un tapiz blanco amarillento, característica macroscópica de la comunidad. Se unen a ellos conjuntos de Tubularia crocea y escasas colonias de Bugula y Membranipora.

Balanus trigonus, aprovechando la exposición del sus-

trato, ha colonizado la superficie, si bien la mayor parte de los organismos aparecen muertos poco tiempo después de la fijación. También algunos ejemplares de varias especies de Poliquetos Serpulidae han logrado fijarse. Se han desprendido en cambio los ejemplares de Cyrtograpsus.

Séptimo mes de inmersión

Los Nudibranchios Eubranchus sp. se han integrado en gran número a la comunidad, debido a la fijación previa de los Campanuláridos.

En este nivel los Anfípodos están poco representados. El aspecto general de la comunidad no ha variado mayormente, salvo por la fijación de numerosos ejemplares de Ciona intestinalis de pequeña talla. Los Syllidae están presentes en gran número, y Bugula sp. es frecuente.

Octavo mes de inmersión

La comunidad se halla una vez más encaminada hacia la dominancia de Tunicados, que paulatinamente desplazan a Bugula sp. y a los Campanuláridos, que quedan restringidos a pequeñas superficies. Los Serpúlidos, ya frecuentes en este nivel, se adhieren sobre el sustrato y sobre los Tunicados.

Los Pelecípodos Saxicava solida y Brachyodontes rodriguezii se agregan como nuevos integrantes de la comunidad. Los Copépodos Harpacticoideos, como el Anfípodo Corophium, han desaparecido.

Noveno mes de inmersión

El estado del panel indica que durante los 30 días precedentes los Tunicados alcanzaron su máximo desarrollo y densidad, desprendiéndose luego para dejar el sustrato libre. El mismo ha sido colonizado por Bugula sp., Bowerbankia gracilis, Obelia angulosa y Gonothyraea inornata, que en conjunto forman el tapiz amarillento que caracteriza a la comunidad.

Los Poliquetos errantes son abundantes, mientras que los Serpúlidos están presentes en menor proporción.

Varios de los integrantes citados en los meses anteriores se unen para integrar una comunidad más estable y unos pocos ejemplares de Ciona vuelven a colonizar este nivel.

Décimo mes de inmersión

Contrariamente a lo supuesto, los Tunicados no han seguido su evolución clásica, y Bugula, Bowerbankia y los Campanuláridos siguen caracterizando a la comunidad. Los acompañantes más conspicuos son Balanus amphitrite y Balanus trigonus.

Décimoprimer mes de inmersión

La comunidad no ha evolucionado mayormente en los últimos 30 días, y si bien Ciona ha incrementado en número, los ejemplares son pequeños. La comunidad sigue caracterizada por Bugula y Bowerbankia, ya que los Campanuláridos han declinado levemente.

Décimo segundo mes de inmersión

La estructura de la comunidad es semejante a la que se presenta durante el octavo mes de inmersión. Los organismos característicos son Ciona, Molgula, Bugula, Bowerbankia y los Campanuláridos. A ellos se agregan las especies de Balanus, Poliquetos Syllidae, Serpulidae y Polydora ciliata, entre otros.

Los Anfípodos y Copépodos Harpacticoideos se hacen nuevamente frecuentes.

A través de nuestras consultas bibliográficas hemos notado que la mayor parte de los autores tienden a representar con un esquema fijo los pasos de integración de las comunidades. Esta pretendida rigidez responde a diversos motivos. El principal de ellos es debido a que las investigaciones sobre incrustaciones o sobre repoblación de sustratos naturales desnudos generalmente no son realizadas en la misma zona a lo largo de varios años, y también por la metodología de trabajo, al no encararse en forma simultánea el estudio de paneles mensuales y de paneles acumulativos.

A lo largo del ciclo 1966/67, se puso en evidencia, en base a las observaciones de la evolución de las comunidades, que si bien a través de su desarrollo tendían a constituirse en una comunidad con ciertos rasgos de tipo climáxico estable, el camino seguido para llegar a la misma podía ser realmente muy variable, según la época del año y la fecha de inmersión de los paneles. Los ciclos subsiguientes de investigaciones confirmaron la variabilidad existente en los pasos de integración de las comunidades.

Es dudable, sin embargo, que dentro de las etapas sucesionales, las primeras que constituyen el film inicial son las que se repiten con características más semejantes a lo largo de todo el año, si bien en forma más lenta o más rápida, según se trate de meses fríos o cálidos.

Con respecto al problema de la integración de las comunidades incrustantes, probablemente sea Scheer quien en forma más acertada haya planteado el problema, tanto por el reconocimiento de una verdadera sucesión dentro del proceso, como por las variaciones evidenciadas en la evolución de las comunidades, según el resultado de sus investigaciones a lo largo de varios años.

Creemos que la forma más simple de esquematizar el proceso de integración de comunidades incrustantes, consiste en un circuito con un punto de partida (sustrato limpio), seguido por una "microsucesión" básica (el film o película inicial) y una "macrosucesión" secundaria, hasta llegar a la comunidad estable con varias vías de integración. La ulterior destrucción de la comunidad estable permite generalmente la reiniciación del ciclo.

En los sustratos naturales e incluso en aquellos constituidos por las construcciones portuarias de nuestra zona de estudio, la destrucción de la comunidad suele presentarse en zonas restringidas, debido a que la comunidad se halla expuesta a características variables a lo largo de su superficie, y además por no haberse iniciado en un mismo período la integración de la comunidad. En estos casos pueden presentarse dos fenómenos, uno de ellos constituido por la iniciación del ciclo anteriormente mencionado, y el otro por un traslapamiento por extensión de la comunidad circundante al sustrato descubierta.

El aislamiento de la balsa y la exposición integral de los paneles en un momento dado, hace que se inicie uniformemente la integración y la destrucción de la comunidad en toda la superficie del panel, por lo cual el proceso de traslazo queda generalmente anulado.

En relación con las variaciones que se suelen presentar en la integración de las comunidades, procedimos en cada muestreo mensual a sumergir nuevamente los bastidores cumulativos, una vez limpiados. De esta manera se podría ver al final del ensayo en qué medida la época de inmersión inflúa sobre la constitución de las comunidades incrustantes.

Recordando que la mayor parte de las especies presentan un crecimiento muy acelerado en el área portuaria, las comunidades con rasgos climáxicos o estables suelen alcanzarse en pocos meses. Consecuentemente, las comunidades suelen cumplir su ciclo en corto plazo, desprendiéndose por su propio peso o por la muerte de los ejemplares. Estos procesos sucesionales tan acelerados, hacen que con el correr del tiempo los sustratos sumergidos en épocas distintas lleguen a uniformarse, presentando después de ese período comunidades semejantes.

Hemos podido así determinar que el tiempo necesario para lograr uniformidad biológica en los sustratos sumergidos en diversas épocas, es proporcional a la velocidad de los procesos sucesionales y al crecimiento de las diversas especies.

Los estudios realizados durante el ciclo 1966/67 nos indican que a partir de cinco meses de inmersión, los sustratos sumergidos en diversas épocas del año presentan comunidades semejantes, al margen de la historia evolutiva de su formación.

Además debe mencionarse que a través de la información de la fijación estacional obtenida mediante el análisis de los paneles mensuales, pueden realizarse predicciones sobre la evolución de las comunidades en diversas épocas del año.

Estos aspectos encierran una gran importancia en relación con el comportamiento de las pinturas antiincrustan-

tes. Con esta información podremos valorar perfectamente el comportamiento de una pintura, sabiendo de antemano el tipo de comunidades que se constituirán desde el comienzo de la experiencia, época en que la concentración de tóxico es mayor, y cuáles serán aquellas al final del ensayo, una vez cumplido el año de inmersión, cuando el tóxico tiende a agotarse.

EFFECTO DEL SUSTRATO SOBRE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

El análisis de los paneles acumulativos permitió una vez más efectuar comparaciones con las informaciones preliminares que poseíamos acerca de las comunidades naturales de las áreas vecinas y de las comunidades adheridas a las construcciones portuarias.

Estamos pues capacitados para definir el efecto de la inclinación del sustrato y de la flotabilidad sobre los organismos y sobre las comunidades que ellos integran.

Indudablemente aquellas especies típicas de los Pisos Supalitoral y Mediolitoral se ven reguladas en su comportamiento y distribución, principalmente por los efectos de la marea, la marea e inclinación del sustrato. Era importante establecer si las especies típicas de esos pisos eran también integrantes de las comunidades de los paneles experimentales. A través de la lista de especies que se incluye puede comprobarse que, efectivamente, dichos organismos han colonizado exitosamente los sustratos expuestos.

Por otra parte, en nuestros estudios preliminares de las comunidades portuarias, habíamos comprobado que gran parte de las especies del Mediolitoral, solían incursionar en el Infralitoral, lo que nos hacía presumir su posible presencia sobre la balsa. Sin embargo se ignoraba el tipo de asociación y la organización de las mismas.

Contábamos también con información sobre las diferencias entre las comunidades asentadas sobre sustratos con leve pendiente y las fijadas sobre sustratos perfectamente ver-

ticales.

Los sustratos con pendiente suave y de superficie accidentada presentan una mayor riqueza de especies, tanto en número como en diversidad, dado que brindan numerosas residencias ecológicas bien diferentes (fig. 1). Además, este tipo de sustrato posibilita la existencia de pozas de marea y de zonas debajo de las rocas sueltas con enclaves constituidos por organismos típicos del Infralitoral, tales como Ciona intestinalis, Molgula sp., Balanus trigonus, Bugula sp., Bowerbankia gracilis, Obelia angulosa, Gonothyraea inornata, Tubularia crocea, etc. Se constituyen así comunidades cuyos límites precisos pueden resultar complejos, pero que poseen una extensión bastante amplia si se tiene en cuenta que el desnivel de marea es de alrededor de 90 cm y la moda es calma, y si se la compara además con aquellas de sustratos perfectamente verticales.

Sobre los sustratos verticales las condiciones ambientales tienden a ser muy uniformes, y lo que es más importante, durante la baja marea no queda retenido un volumen de agua considerable como ocurre con los sustratos levemente inclinados. Esta característica, unida a la superficie del sustrato totalmente lisa y sin accidentes, permiten el asentamiento casi exclusivo de aquellas especies típicamente Mediolitorales, y nunca incursionarán especies Infralitorales.

La comparación de los organismos fijados sobre los dos tipos de sustratos mencionados, permite establecer con todo rigor cuáles son las especies eminentemente Mediolitorales y cuáles las que provienen del piso Infralitoral.

Otra consecuencia importante se refiere a la extensión del piso Mediolitoral de los sustratos verticales, que queda restringida al desnivel de marea y a los efectos de la turbulencia o moda típica del área.

Los estudios sobre sustrato flotante permitieron identificar en el panel A o panel de línea, una franja bastante restringida homologable, por sus componentes específicos, al piso Mediolitoral. Si bien dicha zona no sufre los desniveles de marea, está expuesta a los movimientos de la superficie del agua, lo que en cierta medida crea condicio-

nes de alternancia propicias para la constitución de comunidades con características Mediolitorales.

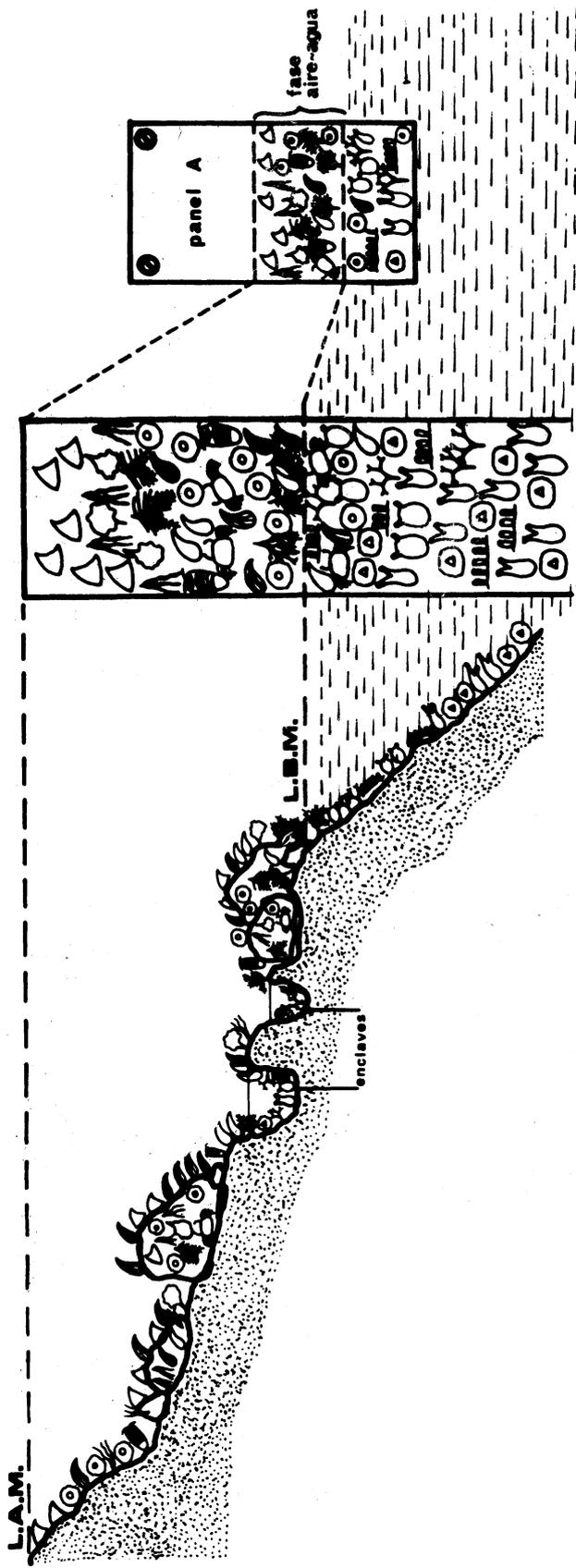
La extensión de esta zona, semejante al Mediolitoral, depende de la turbulencia del agua. En zonas de mar agitado, la parte del panel alternativamente cubierta y descubierta, será mayor. En zonas con mucha moda calma, como la del puerto de Mar del Plata, dicha franja está restringida a alrededor de 10 cm de altura.

Al factor turbulencia deben agregarse además las características de la balsa. De las mismas depende el grado de oscilación ante los movimientos del agua.

El desarrollo de los organismos Mediolitorales en profundidad se ve restringido por la extensión de las comunidades Infralitorales, que juegan un papel competitivo considerable. A los efectos de comprobar experimentalmente este fenómeno de competencia, procedimos a eliminar artificialmente los organismos infralitorales fijados por debajo de la franja correspondiente al Mediolitoral. Este trabajo fue realizado durante tres meses obteniéndose como resultado la extensión de la comunidad Mediolitoral a lo largo de la zona removida de 10 cm de profundidad.

En esta incursión deben mencionarse dos excepciones, cuyas motivaciones fueron también analizadas. Una de ellas es Siphonaria lessona, capaz de vivir en el Infralitoral, según lo comprobado en relevamientos subacuáticos de áreas vecinas. Esta especie no se profundiza, ya que su asentamiento está directamente ligado al abundante cinturón de Algas donde encuentra su fuente de alimento. Para corroborar estas observaciones, procedimos más tarde a eliminar en algunos paneles varios centímetros del cinturón de Algas, con lo que se logró que esta especie se profundizara en busca de su sustento trófico.

El Isópodo Sphaeroma sp. también tiende a mantenerse en niveles superiores, debido a que en ellos ya ha construido sus habitáculos, utilizando generalmente caparazones vacíos de Cirripedios, o ubicándose entre otros organismos, donde permanece refugiado gran parte del día. Esta característica es aún más marcada en los ejemplares juveniles.



REFERENCIAS:

- | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|----------------------------------|---|-----------------------------|
|  | <i>Siphonaria lessoni</i> |  | <i>Ciona intestinalis</i> |  | <i>Bryopsis plumosa</i> |
|  | <i>Brachydontes rodriguezii</i> |  | <i>Balanus amphitrite</i> |  | <i>Sphaeroma sp.</i> |
|  | <i>Mytilus platensis</i> |  | <i>Balanus trigonus</i> |  | <i>Polysiphonia sp.</i> |
|  | <i>Cyrtograpsus angulatus</i> |  | <i>Enteromorpha intestinalis</i> |  | <i>Bugula sp.</i> |
|  | <i>Moigula robusta</i> |  | <i>Ulva lactuca</i> |  | <i>Bowerbankia gracilis</i> |
|  | <i>M.manhattensis</i> | | | | |

Fig. 1.- Efecto del sustrato sobre las comunidades incrustantes

Muy excepcionalmente pueden encontrarse en esta franja algunos ejemplares típicos del piso Infralitoral. Sin embargo estos organismos muestran un menor desarrollo que en los niveles más profundos.

RELACIONES TROFICAS

Dentro del estudio ecológico de las incrustaciones biológicas, reviste particular importancia el conocimiento de las relaciones tróficas de sus componentes, ya que la fijación exitosa de una especie está condicionada en gran medida por su disponibilidad alimentaria.

Los organismos incrustantes, a través de su actividad trófica, regulan la magnitud de algunos de los factores ambientales característicos de las zonas portuarias, tales como la contaminación, y además modifican su propio sustrato.

Por otra parte, este tipo de análisis permite establecer, en definitiva, el sostén trófico primordial de las comunidades incrustantes. Con esta información, muchas especies pueden ser atacadas indirectamente a través de sistemas de pinturas, eliminando a otras más débiles que constituyen su sustrato fundamental.

Experimentalmente hemos podido comprobar la rigurosidad que existe entre muchas especies en cuanto a sus vinculaciones tróficas. Con tal motivo, en varias oportunidades hemos eliminado de los paneles las colonias de Obelia angulosa y Gonothyraea inornata que solían colonizar en alto número, junto con un Nudibranquio del género Eubranchus, que se alimenta y encuentra además refugio en estos dos Campanuláridos. Como resultado de esta remoción, los ejemplares de Eubranchus desaparecieron casi totalmente; otros no pudieron fijarse y desarrollarse sobre dichos paneles. Esto puede ser muy importante, especialmente en aquellos casos en los que la especie presa es menos resistente a los tóxicos que la especie predatora.

La complejidad de las relaciones tróficas no permite

abarcar el total de las especies presentes o el espectro trófico total de cada una de ellas. Por tal motivo hemos seleccionado las más importantes, interrelacionándolas a su vez exclusivamente con los componentes principales de su dieta.

Los organismos detritívoros y filtradores constituyen el más alto porcentaje de las especies registradas en nuestros estudios. Ello ocasiona dificultades en su ubicación exacta en la escala de niveles tróficos, ya que su dieta incluye no sólo detrito orgánico de origen animal y vegetal, sino también otros organismos microscópicos cuya biología trófica es complicada y que se desconoce totalmente. Por otra parte, en el ambiente portuario no siempre puede establecerse la procedencia de los detritos orgánicos, debido a que gran parte de los aportes son de origen alóctono.

Los datos sobre la alimentación de las diversas especies fueron obtenidos por varios medios. En la mayoría de los casos se analizó el contenido estomacal a lo largo de las distintas épocas del año. En otros se observó el comportamiento bajo lupa del material en laboratorio. Esto resultó sumamente eficaz para aquellas especies de pequeña talla, en las que resulta dificultoso emplear el primer método. Por otra parte, algunas especies fueron mantenidas en acuario, observándose el comportamiento de las mismas ante distintos tipos de alimento.

Dentro del nivel trófico N_1 (fig. 2) hemos ubicado a los detritos orgánicos, de características complejas y variables a lo largo del año. Se presentan en dos formas fundamentales: detrito en suspensión y detrito depositado. Están originados principalmente por el aporte de los desagües fabriles, sanitarios, de las embarcaciones portuarias, y por degradación del fitoplancton, que se hace máxima durante los meses cálidos. Esta última representa el mayor porcentaje del total, e incluye también, aunque en menor medida, restos de organismos zooplanctónicos y bentónicos. El detrito orgánico en suspensión, por procesos gravitacionales y de biosedimentación, llega a constituirse en detrito depositado, al cual se agregan las deyecciones de los organismos y los productos de degradación de la misma comunidad.

Junto con el detrito orgánico se ubica, en el nivel

trófico N_1 , el fitoplancton, que como se dijo es muy importante en el área portuaria y varias veces más abundante que el de las áreas vecinas, si bien más pobre en número de especies. Las Diatomeas más abundantes pertenecen al grupo de las Centrales. En las áreas vecinas se agregan varias especies de Pennales que se integran debido a la turbulencia que las remueve del fondo.

Al resto del alimento de origen vegetal, también perteneciente al primer nivel trófico, lo hemos incluido bajo la denominación de fitobentos, que agrupa a las Diatomeas bentónicas y a las Algas superiores. Las primeras ingresan en la dieta de varias especies junto con los detritos orgánicos, además de formar parte, cuando mueren, de los detritos depositados que cubren los paneles. Las algas superiores, por su parte, no constituyen un elemento fundamental, siendo ínfimo el porcentaje de especies del fouling que dependen de ellas. También ingresan como parte del detrito depositado y es de esta forma cómo participan en mayor proporción dentro de la dieta de la comunidad.

Como se observa en la fig. 3, la trama trófica de la comunidad estudiada se fundamenta sobre el detrito orgánico. La gran acumulación de éste último en la zona portuaria justifica el alto grado de colonización y el rápido crecimiento de las especies en relación con las áreas externas, según lo observado en bloques de las escolleras limpiados a esos efectos.

El nivel N_2 está ocupado por el zooplancton, que se alimenta principalmente del detrito orgánico y del fitoplancton, si bien hasta el presente no hay estudios locales al respecto. Los Copépodos Harpacticoideos Tisbé furcata y Harpacticus sp., de hábitos típicamente bentónicos, se alimentan casi exclusivamente de detritos depositados, si bien excepcionalmente pueden hacerlo de pequeñas Diatomeas bentónicas del género Navícula.

Las larvas de Decápodos y de otros Crustáceos que colonizan los paneles, se alimentan principalmente de detrito, que incluye también a las Bacterias, que en gran número se agregan al mismo. Otro de los Crustáceos de típicos hábitos detritívoros es Corophium sp., junto con Cyrtograpsus

angulatus. En el contenido estomacal de este último se encontraron también restos de Algas superiores. No es posible sin embargo determinar si corresponden a pastoreo normal, o si bien se hallaban incluidas en el detrito.

Los organismos filtradores, como Ciona intestinalis, Molgula manhattensis, Molgula robusta, Hydroides norvegica, Marcierella enigmatica, Serpula vermicularis, Balanus amphitrite, Balanus trigonus, Mytilus platensis, Brachyodontes rodriguezii y Saxicava solida, fundamentan gran parte de su dieta sobre el detrito orgánico y el fitoplancton.

El N₃, nivel trófico de los carnívoros primarios, está representado en su mayor parte por organismos que, por sus características detritívoras también se ubican en el N₂, como consumidores primarios. Como gran parte de las especies son filtradoras, la selección del alimento es muy escasa, siendo el tamaño el único impedimento durante la ingestión.

Entre los organismos que incluye este nivel se destacan los Tunicados, Cirripedios, Serpúlidos, Decápodos y Molluscos. A ellos se agregan los Hidrozoos Obelia angulosa y Gonothyraea inornata, y los Briozoos Bugula sp. y Bowerbankia gracilis, aunque de estas dos últimas especies se carece aún de información suficiente como para otorgarles ubicación definitiva.

El alimento fundamental de los integrantes de este nivel está constituido por Protozoos bentónicos, zooplanc-tones y larvas, y formas juveniles de Crustáceos de la misma comunidad.

Si bien los peces prácticamente no están presentes en nuestros paneles de estudio, ocasionalmente fueron registrados representantes de la familia Gobiidae, que se alimentan de la mayor parte de los Crustáceos libres de pequeña talla, y por lo tanto también deben ser ubicados en el nivel N₃.

El nivel trófico N₄ está integrado por el Decápodo Cyrtograpsus altimanus, el⁴ que consume principalmente las colonias de Bugula sp. y de Bowerbankia gracilis, y, en menor medida, Hidrozoos Campanuláridos. El Nudibranquio Eubranchius sp. también se ubica en este nivel, ya que se alimenta exclusivamente de Obelia angulosa y de Gonothyraea inornata.

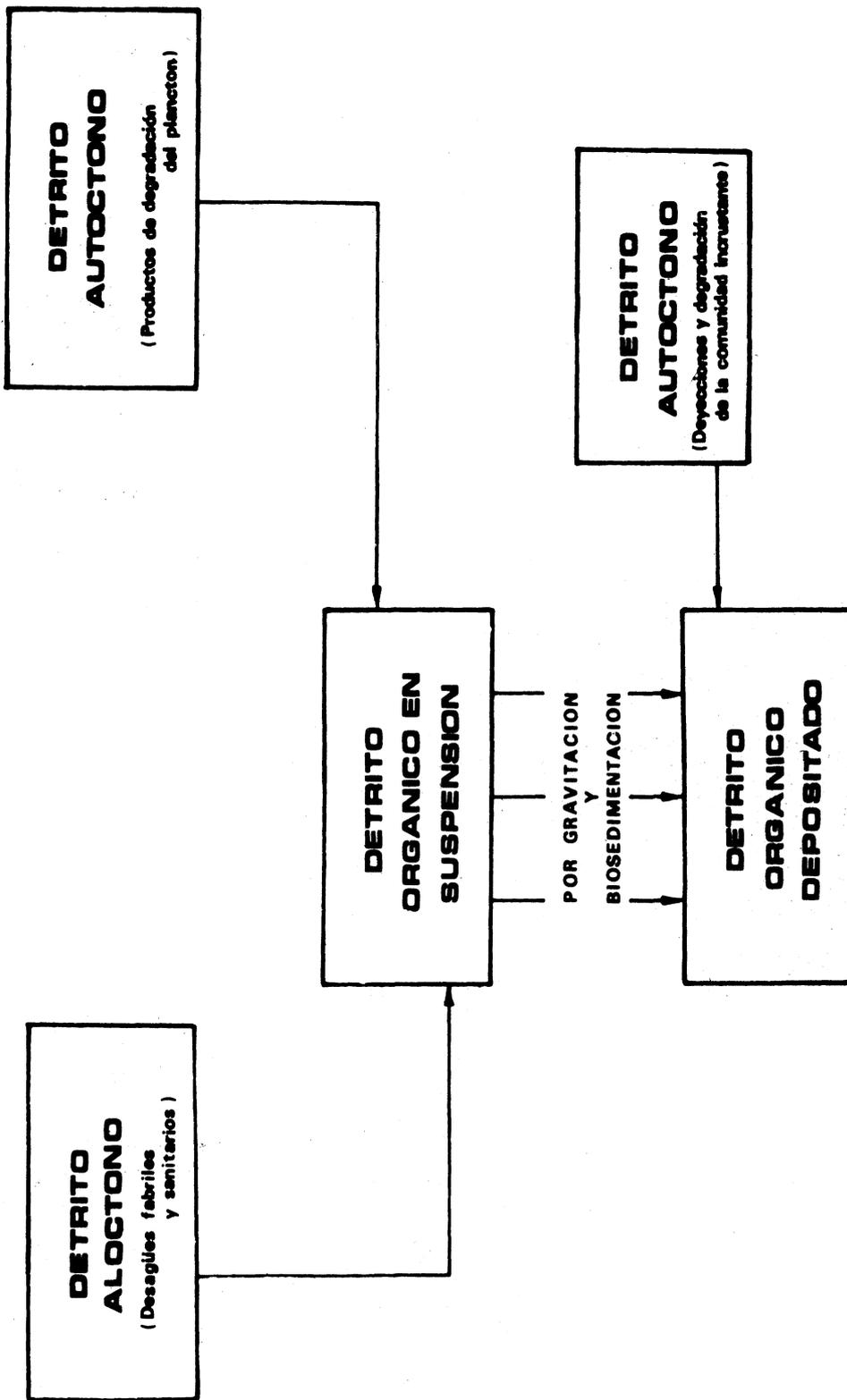


Fig. 2.- Dinámica del detrito orgánico en el Puerto de Mar del Plata

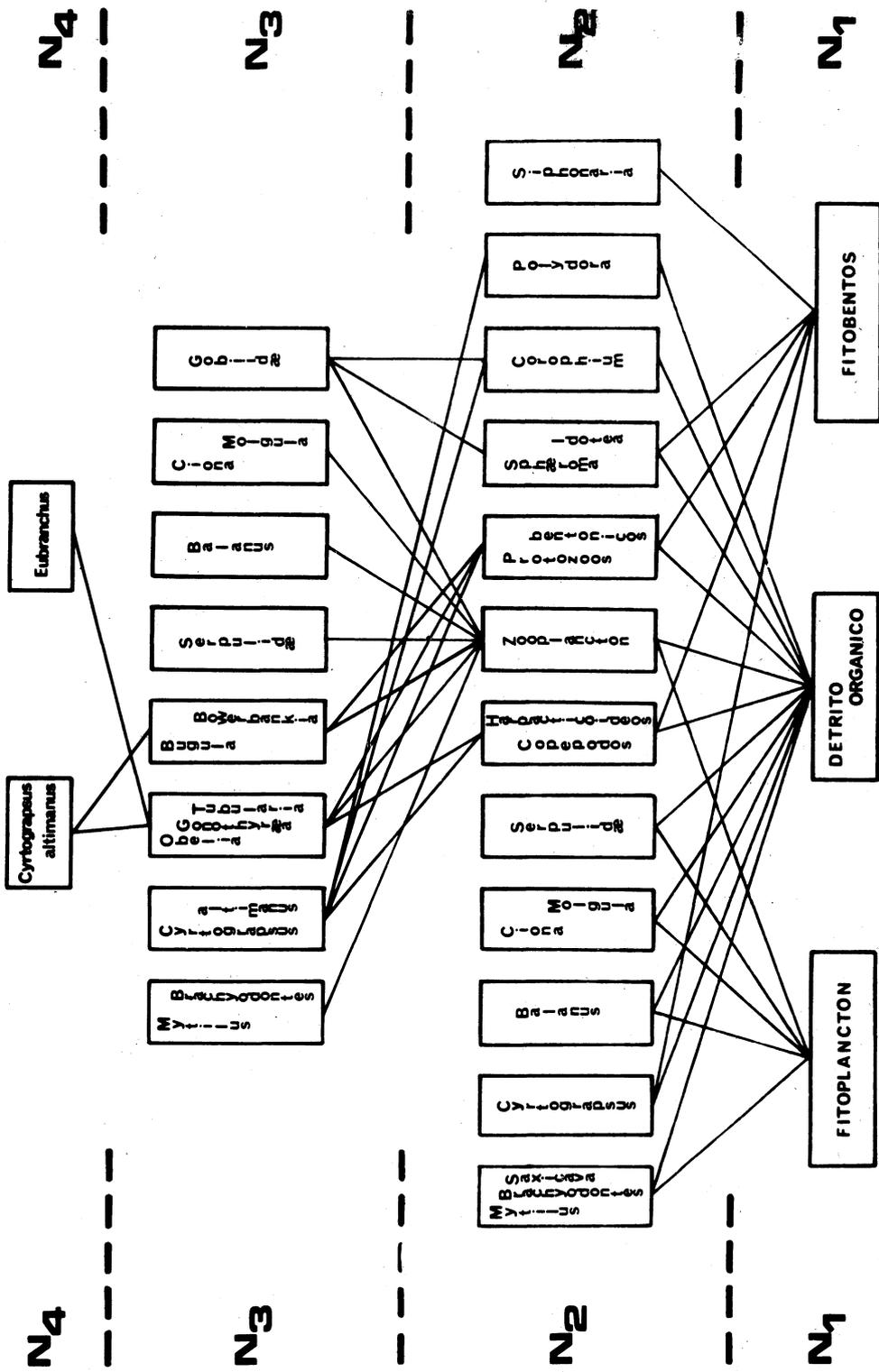


Fig. 3.- Relaciones tróficas de las comunidades incrustantes

La trama trófica que hemos esbozado presenta leves variaciones a lo largo del año, y podrá ser completada a medida que se concreten los trabajos sobre la biología de cada una de las especies.

IAS COMUNIDADES INCRUSTANTES Y LA BIODEPOSICION

Los ambientes portuarios como el de Mar del Plata se caracterizan por poseer aguas con alto contenido de partículas de diverso origen en suspensión, designadas en su conjunto como seston (bioseston y abioseston).

Los organismos filtradores juegan un papel importante en la sedimentación de las partículas del seston. Estos organismos (Ciona intestinalis, Molgula robusta, Molgula manhattensis, Mytilus platensis, Brachyodontes rodriguezii, Balanus amphitrite, Balanus trigonus y otros) filtran del medio ambiente las partículas en suspensión, las transforman total o parcialmente y las eliminan como heces o pseudoheces, que se depositan en el fondo (biodepositos).

Este proceso de biodeposición es sumamente importante en la dinámica de los ambientes portuarios o estuariales, ya que a través de este mecanismo la deposición de las partículas en suspensión es aproximadamente ocho veces mayor que la que se produce por simple gravedad. Se ha calculado que unos pocos ejemplares de Mytilus son capaces de remover del estado de suspensión varias toneladas de partículas, llegando a valores más altos para organismos como los Tunicados Ciona y Molgula.

La importancia que tienen los detritos en la constitución y mantenimiento de las comunidades incrustantes, hacen necesario que los procesos de biodeposición deban ser tenidos en cuenta.

Hemos realizado experiencias preliminares al respecto, que ponen en evidencia la importancia del proceso y las posibilidades del tema en la investigación experimental.

Entre los organismos mantenidos en acuario para la observación de su comportamiento, establecimiento de las relaciones tróficas, de la reproducción, etc., pudimos observar que corresponde a los Tunicados un alto poder de biodeposición. Al ser colocados en pequeños acuarios, con agua extraída directamente del mar, es posible observar que se reduce notablemente la cantidad de partículas en suspensión.

Los ejemplares de Ciona intestinalis eliminan sus heces en forma de largos hilos de varios centímetros de largo. La consistencia y tamaño de las mismas permite efectuar determinaciones de peso a fin de poder detectar variaciones en la formación de biodepósitos.

Nuestra tarea preliminar consistió en comprobar si con el aumento del seston se incrementaba en forma proporcional la biodeposición. Esto fue confirmado, lo que indica claramente que el crecimiento de las especies más conspicuas de las comunidades incrustantes en nuestra zona está condicionado directamente por la disponibilidad de seston, al menos durante los meses cálidos y templados.

Hemos notado variaciones en la producción de biodepósitos de acuerdo con la temperatura. Por ejemplo, los ejemplares de Ciona intestinalis mantenidos en acuario durante los meses fríos de invierno, a temperatura ambiente (alrededor de 10°C) mostraban menor producción de biodepósitos, aunque dispusieran de mayor seston. Por lo tanto es la temperatura y no la disponibilidad alimentaria el factor limitante para el crecimiento de esta especie durante los meses fríos, ya que la temperatura influye directamente sobre el ritmo metabólico de la misma. Estos hechos fueron también registrados en nuestros ensayos sobre la balsa.

Otras especies analizadas, como Balanus amphitrite y Balanus trigonus parecen contribuir en menor medida a la formación de biodepósitos. Con estas dos especies de Cirripecios pudo comprobarse una correlación directa entre el número de mudas y la producción de biodepósitos. Esta relación se justifica si se tiene en cuenta que el porcentaje de bioseston que luego será asimilado y permitirá el crecimiento del organismo es mucho mayor que el de abioseston en nuestra zona de estudio.

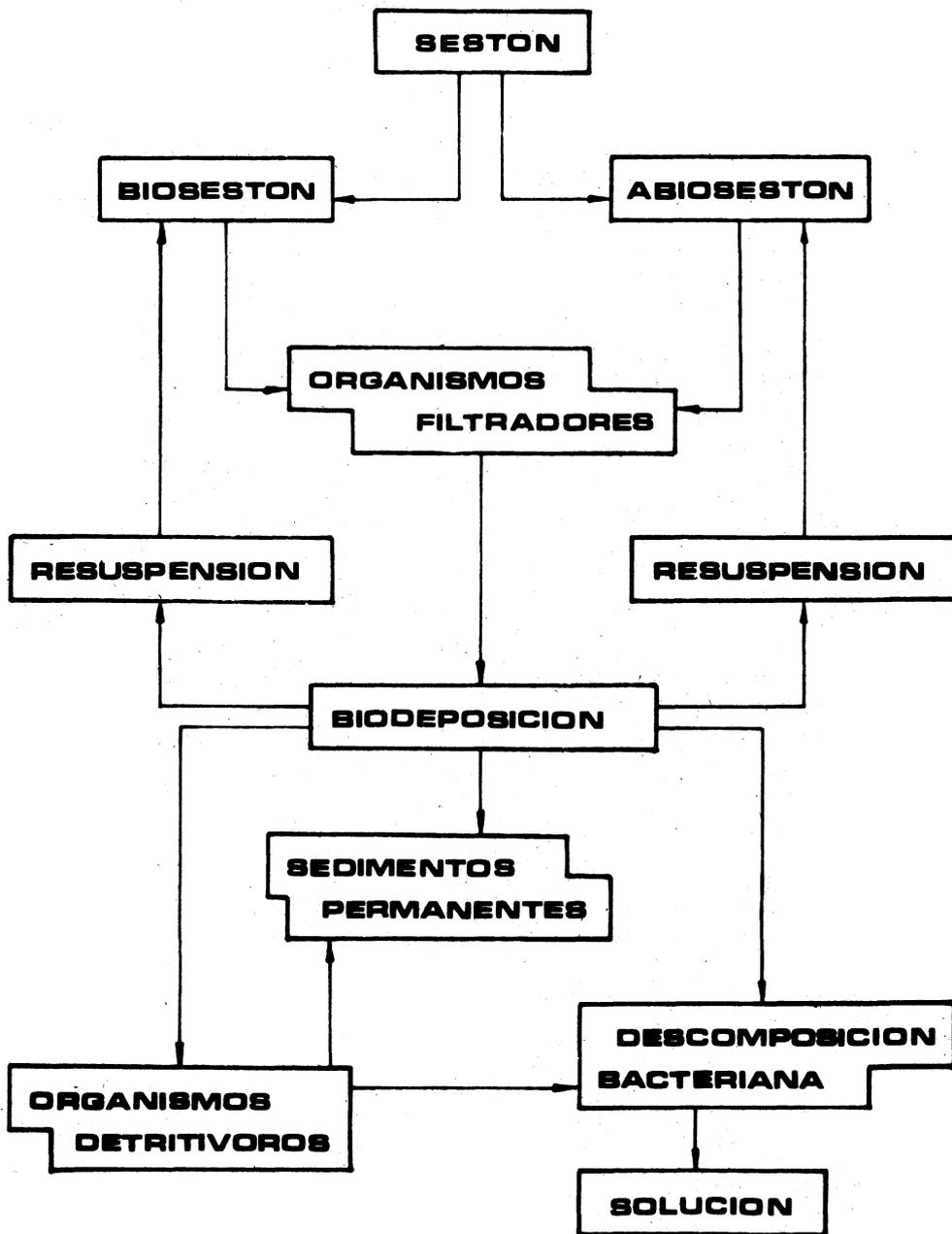


Fig. 4.- Ciclo teórico de biodeposición en el Puerto de Mar del Plata

El ciclo teórico de biodeposición, bosquejado para ambientes estuariales por Haven y Morales-Alamo (1965) coincide exactamente con lo observado en el puerto de Mar del Plata. De ahí que lo hayamos incluido (fig. 4). Es de hacer notar, por otra parte, que dentro de las especies registradas durante nuestros estudios, varias son típicas de ambientes estuariales.

LOS PROCESOS DE EPIBIOSIS

Los procesos de epibiosis, es decir la fijación de un organismo sobre otro que le sirve de sustrato, juega un rol muy importante en la constitución de las comunidades incrustantes, y están íntimamente ligados al comportamiento de las pinturas antifouling.

El crecimiento diferencial de algunas especies que se comportan como epibiontes puede producir consecuencias catastróficas, llegándose a alterar el normal desarrollo de las comunidades incrustantes. Así, cuando ciertos organismos como Bugula sp., Bowerbankia gracilis, Gonothyraea inornata, Obelia angulosa, etc., están evolucionando como asociación sobre un sustrato inerte, puede ocurrir la fijación de Ciona intestinalis y de otros Tunicados sobre los tapices que forman las especies mencionadas. El crecimiento de los Tunicados, tan acelerado durante los meses cálidos, puede consecuentemente cubrir y destruir totalmente la asociación constituida previamente.

En los paneles de línea, caracterizados por no llevar pinturas antifouling, puede observarse un fenómeno interesante. En muchos casos la fijación de mantos compactos de organismos incrustantes no perjudiciales, hacen que los mismos actúen como capas protectoras que aíslan los sustratos de la acción de otros realmente agresivos (p.ej. Cirripedios y Serpúlidos). En dichos paneles, el cinturón compacto de Algas hace que el número de Cirripedios fijados sea nulo o muy reducido en relación con la cantidad de larvas presentes en el área.

En los paneles de carena en donde la pintura anti-fouling ha funcionado parcialmente, permitiendo sólo la fijación de organismos resistentes como Balanus amphitrite y Balanus trigonus, además de varias especies de Serpúlidos, presentan a través de procesos de epibiosis otro llamativo fenómeno. Estos organismos resistentes, luego de fijarse, actúan como una capa aislada de la acción de los tóxicos y permiten la adhesión de Tunicados y Briozoos, los que una vez adheridos y a medida que incrementan su desarrollo tienden a cubrir la totalidad de los organismos que han servido como sustratos. De esta forma, al morir los organismos ubicados por debajo de la gruesa capa de Tunicados, se producen importantes cantidades de sulfuro de hidrógeno.

Los casos de epibiosis no siempre son fácilmente detectables, especialmente durante las primeras etapas de fijación en las cuales la talla de los organismos suele ser reducida. Debido a esto se debe ser cauteloso en la observación de la fijación de organismos sobre sustratos tóxicos, ya que muchas veces algunos de ellos pueden parecer adheridos sobre el film de pintura y lo están en cambio sobre otro organismo al cual pueden enmascarar exitosamente. En casos de este tipo, en la evaluación de la pintura antifouling, debe computarse exclusivamente al organismo adherido directamente al sustrato, para ubicarlo luego dentro del grupo de sensibilidad que le corresponde, ya que el epibionte está a una cierta distancia del film de pintura, donde el tóxico no actúa.

Los casos de epibiosis son muy frecuentes en todas las muestras analizadas. Sus combinaciones e interrelaciones resultan casi inagotables, por lo que en la tabla I se indican solamente los casos más importantes y frecuentes.

LOS ORGANISMOS INCRUSTANTES Y SU RESISTENCIA A LOS TOXICOS.
EVALUACION DE PINTURAS ANTIFOULING.

De acuerdo con lo mencionado en trabajos anteriores

T A B L A I

CASOS DE EPIBIOSIS REGISTRADOS EN LAS INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS
DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA

Organismo sustrato	Epibionte de primer grado	Epibionte de segundo grado
<u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u>	<u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp.	<u>Bowerbankia gracilis</u> (°)
<u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u>	<u>Bugula</u> sp.	<u>Corophium</u> sp.
<u>Cyrtograpsus angulatus</u> <u>Cyrtograpsus altimanus</u>	<u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u>	<u>Bowerbankia gracilis</u>
<u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp.	<u>Obelia angulosa</u> <u>Gonothyrea inornata</u>	<u>Eubranchus</u> sp.
<u>Mercierella enigmatica</u> <u>Hydroides norvegica</u> <u>Serpula vermicularis</u> <u>Eupomatus</u> sp. <u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u>	<u>Bowerbankia gracilis</u> <u>Obelia angulosa</u> <u>Gonothyrea inornata</u> <u>Tubularia crocea</u> <u>Enteromorpha intestinalis</u> <u>Bugula</u> sp. <u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp. <u>Polysiphonia</u> sp. <u>Ceramium</u> sp.	Diatomeas <u>Zoothamnium</u> sp. <u>Vorticella</u> sp.
<u>Bugula</u> sp. <u>Bowerbankia gracilis</u> <u>Obelia angulosa</u> <u>Gonothyrea inornata</u>	<u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp.	Diatomeas <u>Zoothamnium</u> sp. <u>Vorticella</u> sp.
<u>Mytilus platensis</u> <u>Brachyodontes rodriguezi</u>	Diatomeas <u>Membranipora</u> sp. <u>Obelia angulosa</u> <u>Gonothyrea inornata</u> <u>Tubularia crocea</u> <u>Bowerbankia gracilis</u> <u>Bugula</u> sp. <u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u>	<u>Zoothamnium</u> sp.
<u>Siphonaria lessoni</u>	Diatomeas Clorofitas juveniles Rodofitas juveniles Cianofitas	
<u>Polydora ciliata</u>	<u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp.	Diatomeas <u>Zoothamnium</u> sp. <u>Vorticella</u> sp.
<u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula</u> spp. <u>Bugula</u> sp.	Diatomeas	
<u>Ulva lactuca</u> <u>Enteromorpha intestinalis</u>	<u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u> <u>Polysiphonia</u> sp. <u>Ceramium</u> sp. <u>Zoothamnium</u> sp. <u>Membranipora</u> sp.	
<u>Polysiphonia</u> sp. <u>Ceramium</u> sp.	<u>Idotea baltica</u> <u>Caprella dilatata</u> <u>Corophium</u> sp. <u>Anoplodactylus</u> sp. <u>Zoothamnium</u> sp.	Diatomeas <u>Zoothamnium</u> sp. <u>Vorticella</u> sp.

(°) En este caso se han detectado también un epibionte de tercer grado (Zoothamnium sp. y Vorticella sp.) y uno de cuarto grado (Diatomeas).

(Rascio, 1967; Rascio, Caprari y Bastida, 1969), hemos juzgado el comportamiento de las pinturas antifouling empleando una escala de frecuencias relativas semejante a la utilizada en el estudio biológico, a la que se han agregado dos categorías más, correspondientes a las superficies sin fijación y con la máxima fijación posible. Se incluyó además una numeración correlacionada con las diversas categorías, que va de 0 a 5, lo que facilita la confección de las tablas de observaciones:

0	Sin fijación
1	Raro
2	Escaso
3	Frecuente
4	Abundante
5	Totalmente incrustado

El estudio de los paneles pintados se complementó con el análisis fotográfico, tanto en blanco y negro como en color, lo que permitió comparar las calificaciones o categorías asignadas durante cada observación. Tarea similar se realizó con los paneles destinados al estudio del fouling sobre sustratos inertes.

En nuestras investigaciones sobre el comportamiento de pinturas antifouling, hemos considerado como satisfactorias aquellas que, al cabo de un año de inmersión, permitían una fijación máxima de 1.

Existen otros métodos de valoración que si bien son más complicados, resultan más exactos y completos. Para poder aplicarlos, sin embargo, es necesario tener un conocimiento bastante preciso del comportamiento de las diversas especies ante los tóxicos.

El método sugerido por el Comité Internacional Permanent pour la Recherche sur la Préservation des Matériaux en Milieu Marin (COIPM), basado en la sensibilidad relativa de los organismos del fouling a los venenos, y en particular al cobre, es uno de los más correctos. De acuerdo con éste, los organismos se dividen en cinco grupos, siendo los del grupo A los más resistentes y los del grupo E los menos resistentes. El cuadro respectivo ha sido expuesto en una

de nuestras publicaciones anteriores (Rascio, 1968).

Para efectuar la valoración de la pintura estudiada debe realizarse la observación sobre el anverso y sobre el reverso del panel, obteniendo el promedio correspondiente. El grado de incrustación de los organismos de los grupos B a E está determinado por el número de individuos por decímetro cuadrado y clasificado de 0 a 4, de acuerdo con el siguiente criterio:

<u>Intensidad</u>	<u>Número por dm²</u>
0	Menos de 5
1 (trazas)	5 a 10
2 (moderado)	11 a 25
3 (severo)	26 a 50
4 (muy severo)	Más de 50

Para el grupo A (organismos más resistentes), los valores de 0 a 4 se asignan por una estimación del área cubierta y espesor del velo bacteriano. Esto se usa sólo como una guía para aquellos casos en que dicho velo facilita la fijación de otros organismos. En caso contrario, los valores correspondientes a este grupo no se consideran en la calificación final.

El valor final se obtiene por la suma de cada uno de los productos (intensidad por factor de sensibilidad) de los grupos B a E. Como resultado de este sistema se llega a la conclusión de que una pintura antifouling es insuficiente para prevenir las incrustaciones biológicas si el valor así obtenido es de 3 o más.

Si bien este método puede resultar algo trabajoso para su aplicación, resulta interesante para las experiencias donde debe juzgarse comparativamente el comportamiento de diferentes pinturas. Por otra parte consideramos que este método, con ciertas modificaciones, puede ser de gran utilidad para los trabajos experimentales, donde se controla la fijación en acuario y donde es posible seleccionar las diversas especies en cuestión. De esta forma, la valoración de la sensibilidad a los tóxicos puede ajustarse más, eliminando la competencia interespecífica entre las especies,

que puede alterar el verdadero comportamiento de alguna de ellas. Así se ha podido comprobar que la distribución vertical de Balanus amphitrite está regulada pura y exclusivamente por Balanus trigonus, especie con la cual debe competir por el sustrato, y que coloniza los niveles inferiores. En el análisis de pinturas antifouling donde el tóxico eliminó, por ser un poco menos resistente, a Balanus trigonus, Balanus amphitrite dominó en los niveles inferiores, que suelen ser exclusivos de la especie citada en primer término.

El cuadro de sensibilidad relativa de algunos organismos incrustantes del puerto de Mar del Plata (Tabla II) ha sido realizado en base a los ciclos de investigaciones efectuados hasta la fecha.

Los mismos constituyen pues, datos del área de estudio, y no valores experimentales de laboratorio, etapa que se encarará próximamente. De esta forma, la escala de sensibilidad podría ser objeto de modificaciones, aunque suponemos que no variará mayormente en su esquema general.

En la misma no se incluyen todas las especies registradas, por dos motivos. En primer término, porque algunas especies suelen fijarse exclusivamente muy próximas a la superficie (panel A o panel de línea) y en ese nivel no se emplean pinturas antifouling. Son ejemplo de esto Bryopsis plumosa, Petalonia fascia, Porphyra umbilicalis, Siphonaria lessoni, Sphaeroma sp. y unas pocas especies que, por la información bibliográfica que poseemos van de mediamente resistentes a poco resistentes a los tóxicos.

El segundo motivo está dado por el hecho de que para muchas especies no poseemos todavía información suficiente, ya sea por tratarse de especies poco representadas o por haber sido registradas en nuestras observaciones por períodos muy breves durante el año.

Si bien todas las especies de Serpúlidos pertenecen al mismo nivel de sensibilidad, suponemos que presentan variaciones en su comportamiento, lo que deberá ser confirmado en estudios posteriores.

En cuanto a los Cirripedios, hemos podido comprobar que Balanus amphitrite es un poco más resistente que Balanus

trigonus.

Por otra parte, es de hacer notar que si bien se han incluido especies no sedentarias, estas tienen una acción distinta a las eminentemente sésiles, ya sea por la acción de las mismas sobre el sustrato, como por la acción de los tóxicos ante ellas.

Hasta el momento, las normas internacionales aportan muy poca información sobre la resistencia tóxica de los diversos organismos incrustantes. Por otra parte, nuestras informaciones se contraponen en muchos casos con los resultados difundidos por el Comité Internacional (COIPM), según se puede observar comparando las listas correspondientes.

Es de mencionar que hasta el presente se han realizado pocas experiencias sobre los fenómenos que se producen una vez que las larvas han logrado fijarse sobre las pinturas antifouling, ya que si bien en la mayor parte de los casos prosperan sin inconvenientes, en otros hemos comprobado que los organismos presentan un desarrollo anormal, llegando a morir y desprenderse al poco tiempo. Sin embargo, escapa un poco a las necesidades presentes, y este aspecto entra más en el campo de la biología experimental que en el referente a la tecnología de las pinturas antifouling.

CONCLUSIONES

1) Las comunidades incrustantes, luego de constituido el film inicial, siguen sus procesos de evolución sucesional hasta alcanzar una comunidad de tipo climáxico o estable. Esta última posee rasgos particulares debido a la flotabilidad del sustrato y a la superficie restringida de asentamiento, que ofrecen los paneles experimentales.

2) Los procesos de formación y evolución de las comunidades incrustantes sobre nuestra balsa, son mucho más acelerados que aquellos que se presentan sobre las construcciones portuarias. Esto se debe a dos factores principales: en la balsa no se registran casos de competencia marginal,

T A B L A I I

SENSIBILIDAD RELATIVA DE DIVERSOS ORGANISMOS INCRUSTANTES
DEL PUERTO DE MAR DEL PLATA

Organismos	Grupo de sensibilidad	Factor de sensibilidad
<u>Bacterias</u> <u>Diatomeas en general</u> <u>Tisbe furcata</u> (°) <u>Harpacticus sp.</u> (°)	A	0
<u>Enteromorpha intestinalis</u> <u>Tubularia crocea</u>	B	2
<u>Balanus amphitrite</u> <u>Balanus trigonus</u> <u>Mercierella enigmatica</u> <u>Serpula vermicularis</u> <u>Hydroides norvegica</u> <u>Eupomatus sp.</u> <u>Corophium sp.</u> (°) <u>Polydora ciliata</u> (°)	C	3
<u>Obelia angulosa</u> <u>Gonothyraea inornata</u> <u>Bugula sp.</u> <u>Bowerbankia gracilis</u>	D	4
<u>Ceramium sp.</u> <u>Polysiphonia sp.</u> <u>Ulva lactuca</u> <u>Membranipora sp.</u> <u>Brachydontes rodriguezii</u> <u>Mytilus platensis</u> <u>Idotea baltica</u> (°) <u>Cyrtograpsus angulatus</u> (°) <u>Cyrtograpsus altimanus</u> (°) <u>Pachycheles haigae</u> (°) <u>Syllis robertianae</u> (°) <u>Halosydnella australis</u> (°) <u>Ciona intestinalis</u> <u>Molgula robusta</u> <u>Molgula manhattensis</u>	E	5

(°) Organismos errantes

T A B L A I I I

LISTA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS SOBRE LOS PANELES ACUMULATIVOS

(Puerto de Mar del Plata, período setiembre 1966/67)

ALGAS	BRIOZOOS
Diatomeas	<u>Bugula</u> sp.
<u>Amphora</u> sp.	<u>Bowerbankia gracilis</u>
<u>Cocconeis</u> sp.	<u>Membranipora</u> sp.
<u>Grammatophora</u> sp.	
<u>Licmophora lyngbyei</u> fa. <u>elongata</u>	MOLUSCOS
<u>Licmophora lyngbyei</u> fa. <u>abbreviata</u>	<u>Pyrene paessleri</u>
<u>Licmophora lyngbyei</u> fa. <u>minor</u>	<u>Eubranchus</u> sp.
<u>Navicula</u> spp.	<u>Siphonaria lessoni</u>
<u>Nitzschia closterium</u>	<u>Buccinanops</u> sp.
<u>Nitzschia longissima</u>	<u>Saxicava solida</u>
<u>Pinnularia</u> sp.	<u>Brachyodontes rodriguezii</u>
<u>Plagiogamma</u> sp.	<u>Mytilus platensis</u>
<u>Thalassiothrix nitzschioides</u>	
<u>Pleurosigma</u> sp.	ANELIDOS
<u>Synedra affinis</u>	<u>Eupomatus</u> sp.
<u>Coccinodiscus</u> sp.	<u>Hydroides norvegica</u>
<u>Melosira sulcata</u>	<u>Mercierella enigmatica</u>
	<u>Serpula vermicularis</u>
Cianofitas	<u>Polydora ciliata</u>
<u>Lynobia lutea</u>	<u>Syllis robertianae</u>
<u>Microcoleus tenerrimus</u>	<u>Dorvillea</u> sp.
<u>Phormidium corium</u>	<u>Thelepus</u> sp.
	<u>Halosydnella australis</u>
Clorofitas	<u>Cirratulus cirratus</u>
<u>Cladophora</u> sp.	
<u>Enteromorpha intestinalis</u>	PIGNOGONIDA
<u>Ulva lactuca</u>	<u>Anoplodactylus</u> sp.
<u>Bryopsis plumosa</u>	
Feofitas	CRUSTACEOS
<u>Petalonia fascia</u>	Copépodos
<u>Ectocarpus confervoides</u>	<u>Tisbe furcata</u>
	<u>Harpacticus</u> sp.
Rodofitas	Anfípodos
<u>Bangia</u> sp.	<u>Caprella dilatata</u>
<u>Polysiphonia</u> sp.	<u>Corophium</u> sp.
<u>Ceramium</u> sp.	
<u>Porphyra umbilicalis</u>	Isópodos
	<u>Sphaeroma</u> sp.
PROTOZOOS	<u>Idotea baltica</u>
<u>Peridinium</u> sp.	Cirripedios
<u>Amoeba</u> sp.	<u>Balanus amphitrite</u>
<u>Zoothamnium</u> sp.	<u>Balanus trigonus</u>
<u>Vorticella</u> sp.	<u>Balanus</u> sp.
<u>Euplotes</u> sp.	
<u>Frontonia</u> sp.	Decápodos
<u>Trachelonema</u> sp.	<u>Pachycheles haigae</u>
<u>Lacrymaria</u> sp.	<u>Pelia rotunda</u>
<u>Mesodinium</u> sp.	<u>Pilumnoides hassleri</u>
	<u>Plathyxantus crenulatus</u>
CELENERADOS	<u>Cyrtograpsus angulatus</u>
<u>Tubularia crocea</u>	<u>Cyrtograpsus altimanus</u>
<u>Gonothyrea inornata</u>	
<u>Obelia angulosa</u>	TUNICADOS
<u>Actinaria</u> (in litt.)	<u>Ciona intestinalis</u>
	<u>Molgula robusta</u>
NEMERTINOS (in litt.)	<u>Molgula manhattensis</u>
	<u>Molgula occidentalis</u>
ROTIFEROS (in litt.)	
NEMATODES (in litt.)	

tanto tróficas como espaciales, con comunidades ya establecidas; además existe una mayor disponibilidad de alimento, por las características de flotabilidad del sustrato y el aislamiento con otras comunidades bentónicas.

3) Si bien a lo largo de los distintos procesos sucesionales se llega siempre a comunidades con características homologables, los caminos para lograrlo pueden ser diversos, de acuerdo con la época de inmersión del sustrato desnudo. En nuestra área de estudio, y para el ciclo 1966/67, hemos podido comprobar que sustratos sumergidos en diversas épocas del año necesitan alrededor de cinco meses de inmersión para presentar comunidades semejantes, al margen de la historia evolutiva de su formación.

4) La comunidad incrustante que se asienta sobre el panel A o panel de línea presenta características especiales, ya que en el mismo pudo ser identificada una franja bastante restringida, homologable por sus componentes específicos al Piso Mediolitoral. Si bien dicho panel por su flotabilidad no sufre los desniveles de marea, está expuesto a los movimientos de la superficie del agua, lo que crea condiciones de alternancia entre aire y agua, que son propicias para la constitución de comunidades con características mediolitorales. Las especies más corrientes son Siphonaria lessoni, Sphaeroma sp., larvas de Quironómidos, Porphyra umbilicalis, Enteromorpha intestinalis, Ulva lactuca, diversas Cianofitas, etc. La extensión de esta zona, semejante al piso Mediolitoral depende de la turbulencia del área y de las características propias de la balsa.

5) La trama trófica bosquejada para las comunidades incrustantes pone de manifiesto que el sostén trófico fundamental de las mismas está constituido por el detrito orgánico, muy abundante en el puerto de Mar del Plata. Le siguen en menor importancia el fitoplancton y el fitobentos, todos ubicados en el nivel trófico N_1 . Estas relaciones no sólo permiten un mayor conocimiento de las vinculaciones interespecíficas de la comunidad, sino que también abren una nueva vía para la regulación de las incrustaciones a través del control de eslabones fundamentales de las diversas cadenas tróficas.

6) El detrito orgánico del área de estudios es de di-

verso origen (alóctono, proveniente de desagües fabriles y sanitarios, y autóctono, proveniente de los productos de degradación del plancton y bentos y deyecciones de sus diversos componentes biológicos). Puede presentarse en estado de suspensión, y por gravitación y biosedimentación pasa a constituirse en detrito depositado. La escasa turbulencia de nuestra área de investigaciones favorece estos procesos.

7) La biodeposición juega un rol fundamental en el puerto de Mar del Plata, favoreciendo la deposición de las partículas en suspensión.

8) El ciclo teórico de biodeposición del puerto de Mar del Plata presenta grandes similitudes con el registrado para ambientes estuariales, encontrándose presentes algunos organismos típicos de dichos ambientes (Mercierella enigmatica, Corophium sp., Molgula manhattensis y diversas especies de Protozoos Ciliados y Rotíferos).

9) Los procesos de epibiosis, típicos de las comunidades bentónicas de sustratos duros, se ven notablemente acentuados en las comunidades incrustantes como solución a la escasa disponibilidad de espacio. Estos procesos encierran gran importancia en la evolución de las comunidades incrustantes y pueden llegar a producir consecuencias catastróficas para el normal desarrollo de las mismas. Se registraron numerosos casos de epibiosis que corresponden prácticamente al total de las especies presentes; en algunos casos tenemos epibiontes de cuarto grado.

10) Las experiencias realizadas han permitido esquematizar una escala de sensibilidad de las especies más importantes de nuestra zona frente a los tóxicos empleados en las pinturas antifouling que se formularon. En la misma aparece un elevado número de especies de mediana y de alta resistencia, observándose que en algunos casos no hay coincidencia con lo expresado para otras localidades por organizaciones internacionales.

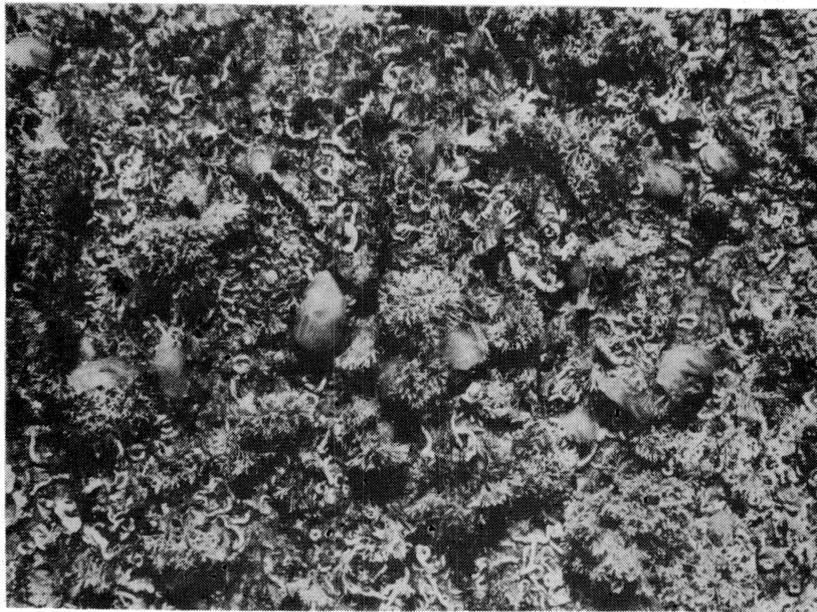
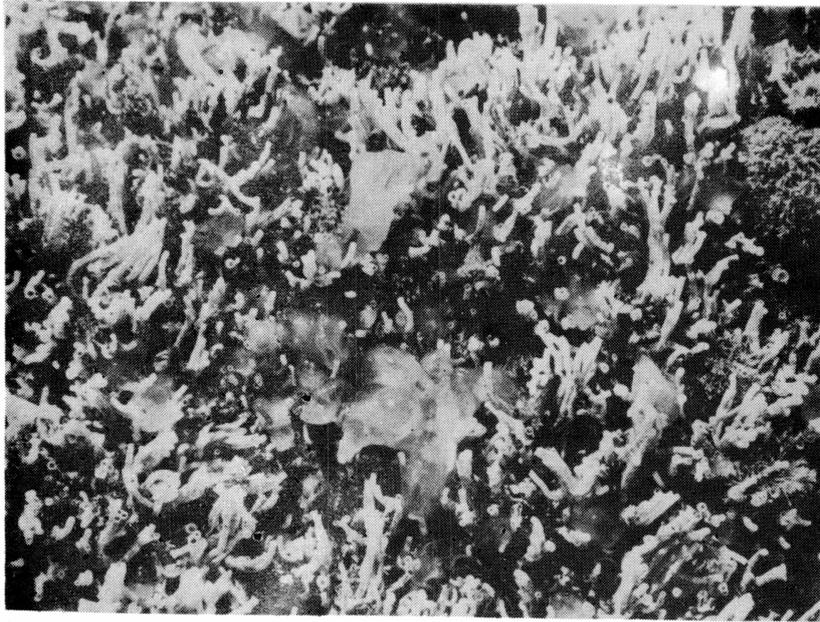


Fig. 5

Algunos casos de epibiosis registrados en las incrustaciones biológicas del Puerto de Mar del Plata:

A) Serpulidae - Ciona intestinalis

B) Serpulidae - Bugula sp. - Ciona intestinalis

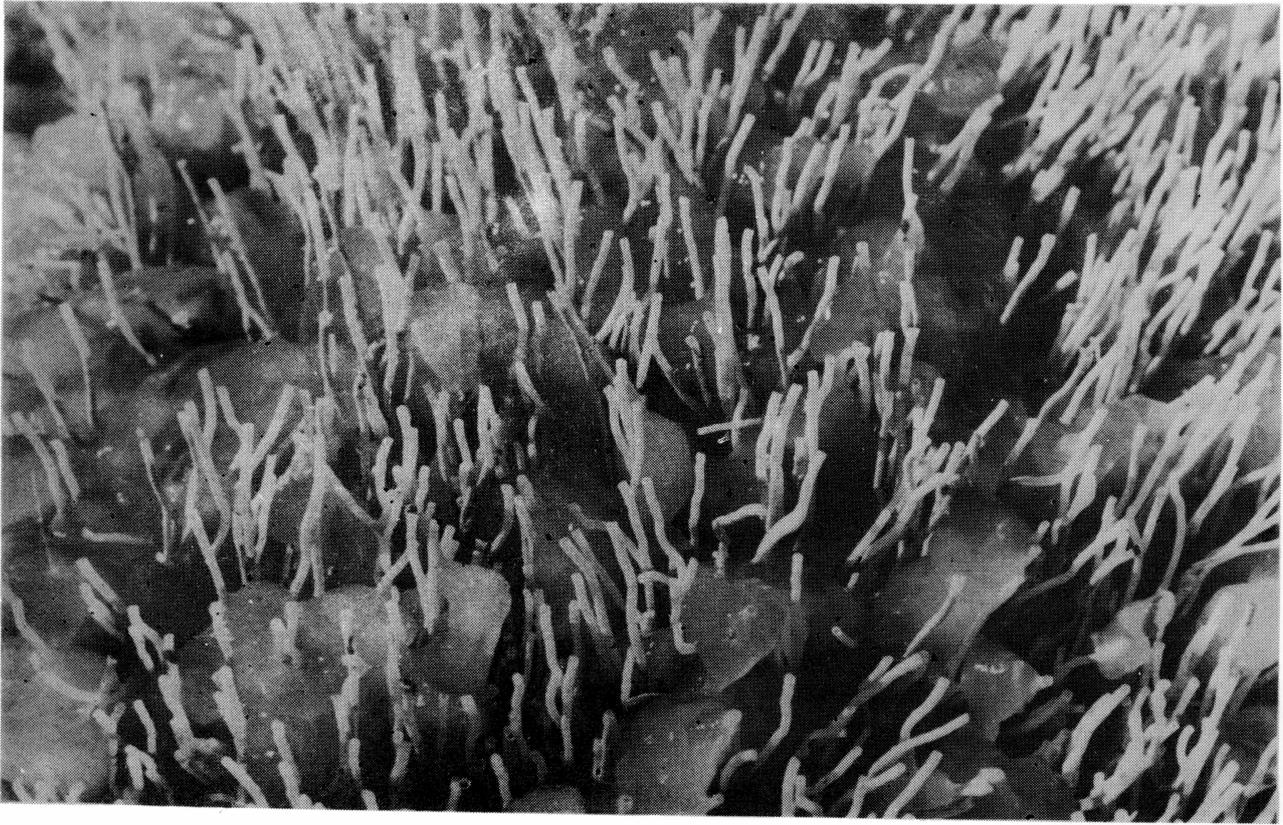
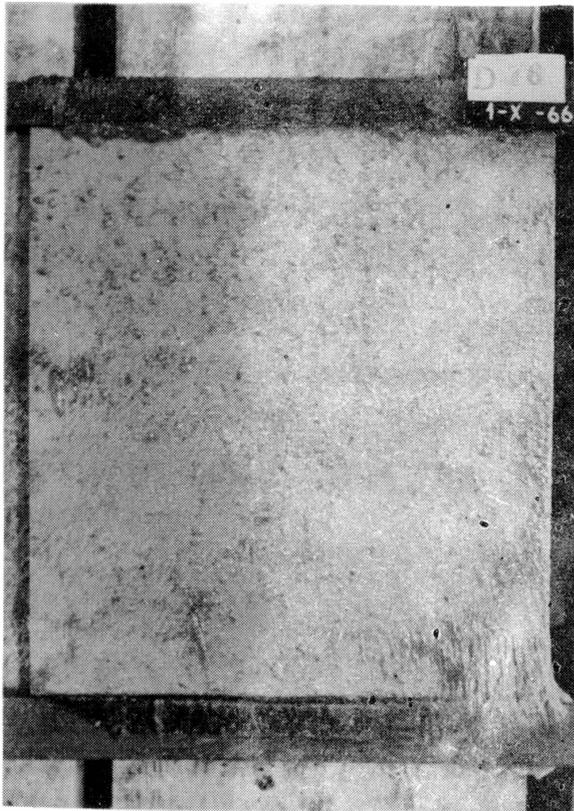


Fig. 6

Otro aspecto de un caso de epibiosis registrado en las
incrustaciones biológicas del Puerto de Mar del Plata:

Serpulidae - Ciona intestinalis

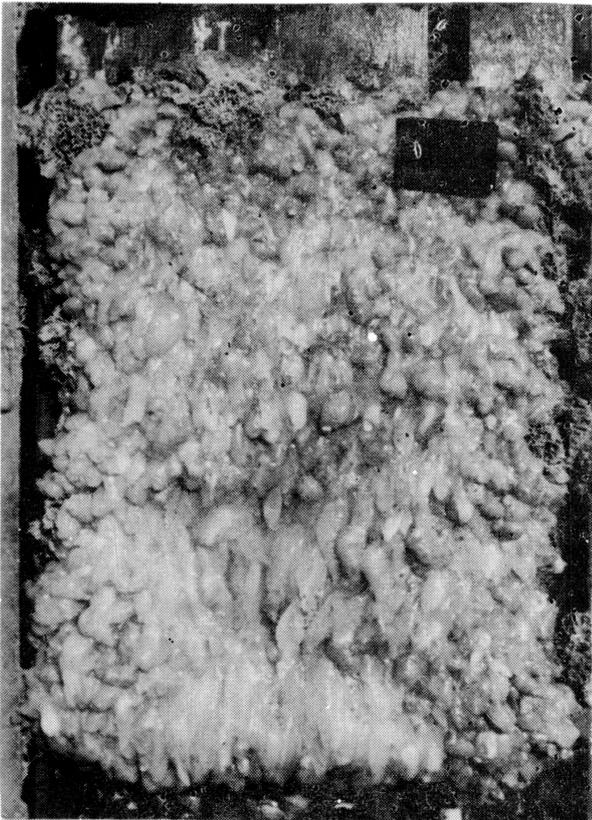
Fig. 7.- Evolución de las comunidades incrustantes (nivel D) durante el primer cuatrimestre de inmersión: setiembre (A), octubre (B), noviembre (C) y diciembre (D) de 1966.



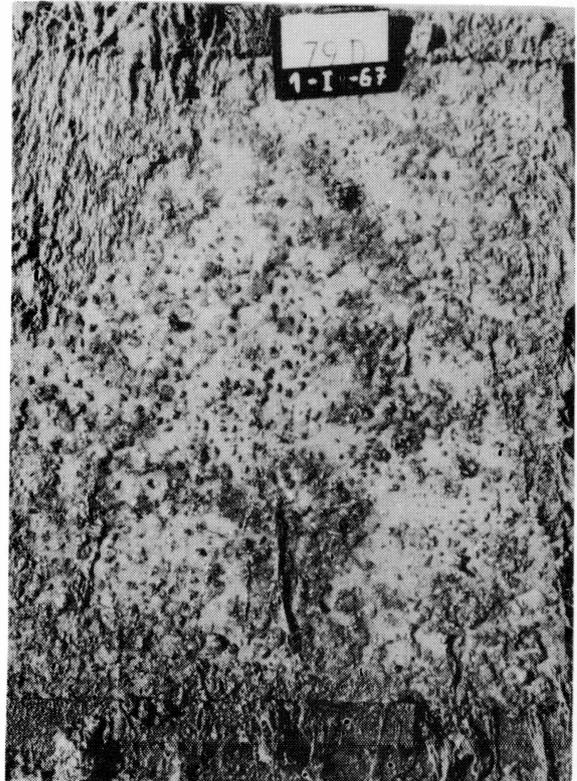
A



B

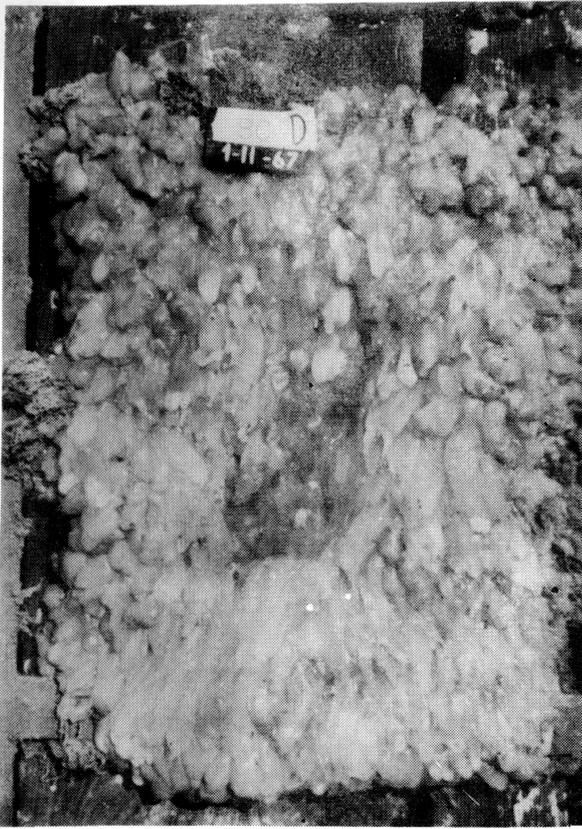


C



D

Fig. 8.- Evolución de las comunidades incrustantes (nivel D) durante el segundo cuatrimestre de inmersión: enero (A), febrero (B), marzo (C) y abril (D) de 1967.



A



B

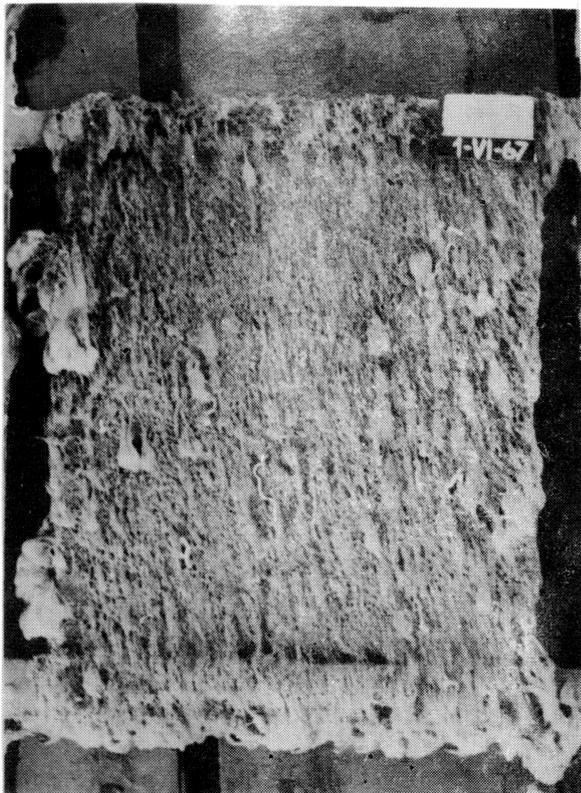


C

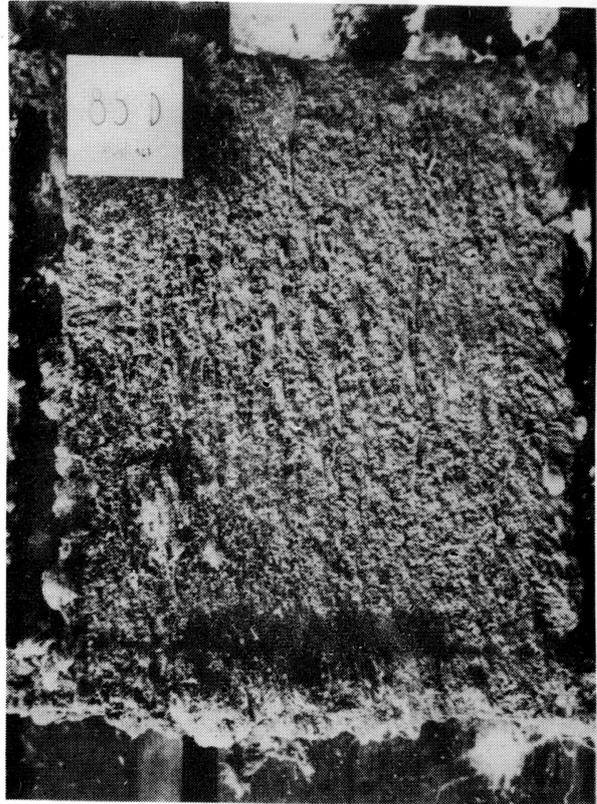


D

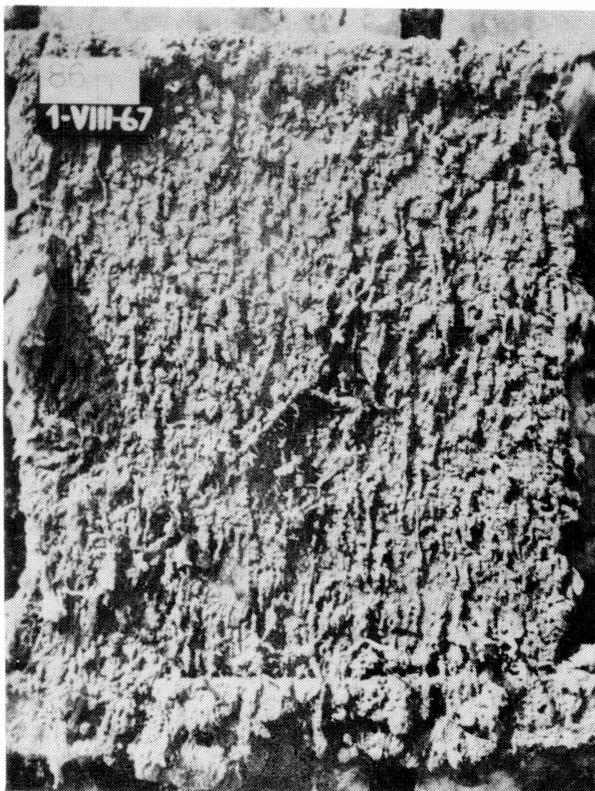
Fig. 9.- Evolución de las comunidades incrustantes (nivel D) durante el tercer cuatrimestre de inmersión: mayo (A), junio (B), julio (C) y agosto (D) de 1967.



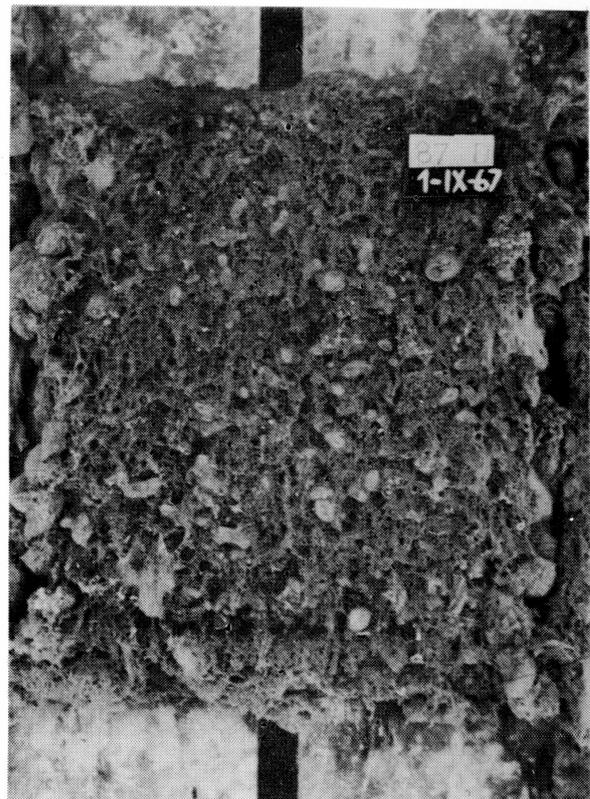
A



B



C



D

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvariano A., 1951.- Incrustaciones marinas. Bol. Inst. Esp. Ocean. 45, 1/12.
- 2.- Bastida R., 1967.- Características ambientales del mar y su influencia sobre las incrustaciones biológicas. Navitecnia, 21 (3), 302/7.
- 3.- Bastida R., 1967.- Principales organismos que constituyen las incrustaciones biológicas. Navitecnia, 21 (4), 353/60, y 21 (5), 398/406.
- 4.- Bastida R., 1967.- Preliminary notes of the marine fouling at the port of Mar del Plata, Argentina. Communication to the 2ns. International Congress on Marine Fouling and Corrosion, Athens, Greece, 1968.
- 5.- Bastida R., 1968.- Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata (Argentina), período 1966/67. Parte I, LEMIT, Serie II, 1968.
- 6.- Bastida R., Caparari J. J. y Rascio V., 1968.- Las incrustaciones biológicas (fouling) y su control por medio de pinturas. Comunicación al IV Congreso Latinoamericano de Zoología, Caracas, Venezuela.
- 7.- Blegvad H., 1915.- Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters. Rep. Danish Biol. Sta., 22, 41/78.
- 8.- Berner L., 1944.- Le peuplement des coques de bateaux a Marseille. Bull. Inst. Ocean. Monaco, n° 858, 1/44.
- 9.- Bokenham N., 1938.- The colonization of denuded rock surfaces in the intertidal region of the Cape Peninsula. Ann. Nat. Mus., 9, 47/81.
- 10.- Cory R., 1967.- Epifauna of the Patuxent River Estuary, Maryland, for 1963 and 1964. Ches. Sci., 8 (2), 71/89.
- 11.- Crisp D. and Ryland J., 1960.- Influence of filming and surface texture of the settlement of marine organisms. Nature, 185, (4706), 119.
- 12.- Crisp D., 1965.- The ecology of marine fouling. 5th. Symp. Brit. Ecol. Soc., 99/117.

- 13.- Dybern B., 1967.- Settlement of sessile animals on eter-
nite slabs in two polls near Bergen. *SARSIA*, 29, 137/
150.
- 14.- Edmonson E., and Ingram W., 1939.- Fouling organisms in
Hawaii. *Occ. Papers, Bernice P. Bishop Mus.*, 14, 251/
300.
- 15.- Haderlie E., 1968.- Marine fouling and boring organisms
in Monterrey Harbour. *Veliger*, 10 (4), 327/341.
- 16.- Haven D. y Morales-Alamo R., 1965.- Aspects of biodepo-
sition by Oysters and other invertebrate filter feed-
ers. *Limnol. Oc.*, 11 (4), 487/498.
- 17.- Hendey N., 1951.- Littoral Diatoms of Chichester Harbour,
with special reference to fouling. *J. R. Micr. Soc.*,
71, 1/86.
- 18.- Huve P., 1953.- Compte rendu préliminaire d'une expé-
rience de peuplement de surfaces immergées. *Rec. Trav.*
Stat. Mar. Endoume, 3, 9/59.
- 19.- Kawahara T., 1962.- Studies on the marine fouling commu-
nities. I. Development of a fouling community. *Rep.*
Fac. Fish., Pref. Univ. Mie., 4 (2), 27/41.
- 20.- Kawahara T., 1963.- Studies on the marine fouling commu-
nities. II. Differences in the development of the test
block communities with reference to the cronological
differences of their iniciation. *Rep. Fac. Fish., Pref.,*
Univ. Mie., 4 (3), 391/418.
- 21.- Kawahara T., 1965.- Studies on the marine fouling communi-
ties. III. Seasonal changes in the initial development
of test block communities. *Rep. Fac. Fish., Pref. Univ.*
Mie., 5 (2), 319/64.
- 22.- Lund E. J., 1957.- A quantitative study of clearance of
a turbid medium and feeding by the oyster. *Publ. Inst.*
Marine Sci., Texas, 4, 296/312.
- 23.- Mawatari S. and Kobayaski S., 1954.- Seasonal settlement
of animal fouling organisms in Ago Bay, middle part of
Japan. I-II. *Misc. Rep. Res. Inst. Nat. Resour.*, 35,
37/47; (36), 1/8.
- 24.- Miller M., 1946.- Toxic effects of copper on attachment
and growth of Bugula neritina. *Biol. Bull.*, 90, 122/
140.
- 25.- Miyazaki I., 1938.- On fouling organisms in the oyster
farm. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 4 (5), 223/232.

- 26.- Morales E. y Arias E., 1965.- Biología del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias orgánicas sobre placas sumergidas. *Investigación pesquera*, 28, 49/79.
- 27.- Nair N., 1962.- Ecology of marine fouling and wood-boring organisms of Western Norway. *Sarsia*, 8, 1/88.
- 28.- O.C.D.E., 1966.- Salissures marines. Recherches coopératives hydrologiques et biologiques. Direction des Affaires Scientifiques, 84 pp.
- 29.- Olivier S., Bastida R. y Torti M. R., 1968.- Sobre el ecosistema de las aguas litorales de Mar del Plata. Niveles tróficos y cadenas alimentarias pelágico-demersales y bentónico-demersales. *Inst. Biol. Mar.*, serie contribuciones, 58, 1/45.
- 30.- Petit G. et Rullier F., 1952.- Mercierella enigmatica Fauvel sur les cotes de la Méditerranée Française. Observations sur deux stations nouvelles du littoral des Pyrénées-Orientales. *Vie et Milieu*, 3 (1), 1/19.
- 31.- Rascio V., 1967.- El problema de la corrosión submarina y de las incrustaciones biológicas (fouling) en carenas de barcos. *Navitecna*, 21, (2), 281/88.
- 32.- Rascio V. y Caprari J. J., 1968.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. I. Influencia del tipo de tóxico y de la solubilidad del vehículo. *Industria y Química*, 26 (3), 170/77. *Compte Rendu*, 2nd. International Congress on Marine Fouling and Corrosion, Athens, 1968.
- 33.- Rascio V., 1968.- Pinturas antifouling. *Navitecna*, 22 (4), 120/24 y (5), 145/50.
- 34.- Rascio V., Caprari J. J. y Bastida R., 1969.- Contribución al estudio de las pinturas antiincrustantes. II. Influencia del contenido de tóxico. *LEMIT*, serie II, 1969.
- 35.- Reish D., 1964.- Studies on the Mytilus edulis community in the Alamitos Bay, California. I. Development and destruction of the community. *Veliger*, 6 (3) 124/131.
- 36.- Reish D., 1964.- II. Population variations and discussion of the associates organisms. *Veliger*, 6 (4), 202/207.
- 37.- Runnström S., 1937.- Die Anpassung der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere an die Temperaturverhältnisse verschoedemer Verbreitungsgebiete. *Bergen Mus. Aarb.*, (3).

- 38.- Scheer B., 1945.- The development of marine fouling communities. Biol. Bull., 89, 103/112.
- 39.- Sentz-Braconnot E., 1966.- Données écologiques sur la fixation d'invertébrés sur des plaques immergées dans la rade de Villefranche-sur-mer. Int. Revue Ges. Hydrobiol., 51 (3), 461/484.
- 40.- Skerman T., 1958.- Marine fouling at the port of Lyttelton. N. Zeal. Jour. Sci., 1, (2), 224/257.
- 41.- Skerman T., 1958.- Marine fouling at the port of Auckland. N. Zeal. Jour. Sci., 2, (1), 57/94.
- 42.- Woods Hole Oceanographic Institution. U. S. Bureau of Ships, Navy Dept., Annapolis, Maryland, 388 pp., 1952.

Nota.- Este trabajo ha sido realizado con Subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y por convenio entre el LEMIT y el Instituto de Biología Marina. Una comunicación sobre el mismo fué presentada al XI Simposio sobre Alterabilidad de Materiales, La Plata, noviembre 1969.