

Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano

II. Estudio de los procesos de epibiosis registrados sobre paneles mensuales

Publicado en

CORROSION Y PROTECCION

Vol. 8. Agosto-septiembre 1977. Núms. 8-9.

Depósito legal: M. Sep. 6614.—1970.

Gráficas Orbe, S. L., Padilla, 82, Madrid.—1977.

26	2	21	color	calor
27	1	38	absorbed	adsorbed
27	2	13	evitar	evitan
29	1	7	hidroriza	hidrorriza
29	1	21	hidrorizas	hidrorrizas
29	2	10	hidrorizas	hidrorrizas
29			Falliculinidae	Folliculinidae
30	2	7	<i>Bugala</i>	<i>Bugula</i>
30	2	19	evicularias	avicularias
33	2	51	Bryzoa	Bryozoa
33	2	52	settlementof	settlement of

II. Estudio de los procesos de epibiosis registrados sobre paneles mensuales*

Por R. BASTIDA, S. G. L'HOSTE, E. SPIVAK
y H. E. ADABBO

INTRODUCCION

El estudio de los consorcios, como fenómeno biológico, ha llamado la atención de los naturalistas desde épocas remotas. Sin embargo, la amplia gama de consorcios existentes no ha sido atendida en igual medida. Se ha dedicado un mayor esfuerzo al conocimiento de aquellos consorcios de tipo exoparásitario y también a otros muy llamativos, como son los casos de simbiosis, loresia, etc.

La epibiosis, tal vez por ser de menor interés para los naturalistas o por constituir un fenómeno de más difícil interpretación, no ha sido profundamente tratada. Esta relación entre dos o más organismos puede tener un sentido o significación muy variables en la economía de la Naturaleza, desde el mutualismo hasta la indiferencia entre los consortes.

Los consorcios, en general, pueden ofrecer, desde el punto de vista ecológico, valiosos conocimientos que no se han sabido aprovechar hasta el presente. En una comunidad, estas relaciones pueden brindar información sobre la duración del proceso evolutivo que ha conducido hasta un determinado estado de desarrollo.

En el caso particular de los epibiontes exclusivos (organismos que están ligados a una especie o género en particular) los mismos han debido, indudablemente, soportar en la evolución del proceso una presión de selección que ha conducido a una adaptación de una o ambas partes implicadas, tanto en lo que hace a los aspectos morfológicos como a los de comportamiento. Estos dos aspectos están bien manifiestos en los epibiontes con órganos adhesivos especializados o en aquellos que se fijan en ciertas partes del organismo sustrato, en vinculación con algunas de las actividades vitales que éste desarrolla.

En diversas oportunidades hemos señalado la importancia del fenómeno de epibiosis en las comunidades incrustantes (Bastida, 1971; Bastida y Torti, 1971; Piriz, 1972). Dicho fenómeno no sólo está vinculado con aspectos muy importantes de la dinámica de estas comunidades, sino también con aquellos relacionados con los sistemas de protección «antifouling» y la correcta evaluación de su funcionamiento.

Analizando el material obtenido en las muestras de la balsa de Puerto Belgrano (Bastida, Spivak y colabs., 1974) pudo comprobarse que las comunidades asentadas sobre paneles mensuales presentaban a lo largo de gran parte del año numerosos casos de epibiosis. Estos casos fueron tabulados en cada uno de los muestreos mensuales realizados a lo largo del ensayo, permitiendo así determinar las relaciones inter e intraespecíficas existentes, sus posibles combinaciones y su frecuencia.

Este análisis general de epibiosis permitió conocer, al menos en forma preliminar, toda una serie de interrelaciones de las comunidades incrustantes, como:

- a) Frecuencia con que los organismos actúan como sustrato (fig. 1, tabla I).
- b) Frecuencia con que los organismos actúan como epibiontes de primer grado (fig. 1, tabla II).
- c) Diversidad específica de los epibiontes registrada sobre cada organismo sustrato (fig. 1, tabla III).
- d) Espectro y frecuencia de epibiontes en cada organismo sustrato (figs. 2, 3 y 4, tablas IV a XV).

Además de establecer estas relaciones interesa, en el caso de las comunidades incrustantes, aproximarse a los factores que condicionan los procesos de epibiosis. Dicha tarea, indudablemente resulta complicada y sólo puede realizarse parcialmente cuando se efectúa un análisis general de la comunidad. De todas formas, ello constituye un paso previo para individualizar los casos más interesantes para ser estudiados detalladamente en el futuro, especialmente si encierran un principio de aplicación como sistema de control (Crisp, 1965).

Las presentes observaciones constituyen un paso previo para estudios que realizaremos próximamente referentes a la fijación de organismos sobre superficies tratadas con diversos extractos de origen vegetal y animal.

* CIDEPINT, Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (LEMIT-CONICET-CIC). La Plata (Argentina).

METODOLOGIA

Durante este estudio fueron contempladas exclusivamente las relaciones entre organismos sésiles, excepto en aquellos casos de organismos errantes que viven en habitáculos fijos (p. ej., *Corophium*).

De acuerdo con la finalidad práctica de este estudio hemos considerado oportuno limitar el concepto de epibiosis a aquellos casos en donde los epibiontes se fijan desde sus estados larvales o formas equivalentes. Se dejan de lado los casos en que los organismos se convierten en epibiontes por procesos secundarios, como, por ejemplo, casos de sobreposición o traslado, como resultado del crecimiento de los organismos implicados en este proceso.

Tabla I

FRECUENCIA DE LOS ORGANISMOS QUE ACTUAN COMO SUSTRATO

	F	%
Conopeum	59	18,5
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	57	17,9
Botryllus	56	17,6
Plumularia	33	10,3
Balanus	29	9,1
Ciona	16	5,0
Didemnidae	15	4,7
Cryptosula	14	4,4
Tubularia	11	3,5
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	8	2,5
Campanulariidae	8	2,5
Enteromorpha	8	2,5
Otros (Clorofitas indet., tubos <i>Corophium</i> , <i>Alcyonidium polyoum</i>)	6	1,8

Cabe destacar que también hemos considerado oportuno reemplazar el término de *hospedador* (usado por varios autores) por el de *organismo-sustrato* o simplemente sustrato, al referirnos a las relaciones del proceso de epibiosis, por considerarlo más acorde a la realidad desde el punto de vista ecológico.

Los datos fueron obtenidos en base al análisis de muestras fijas, previo a la separación del material por grupos sistemáticos. Los casos de epibiosis fueron computados en cada uno de los cuatro niveles de profundidad, teniéndose en cuenta exclusivamente la relación existente entre los organismos y no la frecuencia en que la misma se producía en cada nivel.

El hecho de computar los cuatro niveles responde a las características de la distribución vertical de muchas especies que suelen mostrar preferencia por determinadas profundidades (*Bastida, Spivak* y colabs., 1974).

Los gráficos realizados incluyen referencias genéricas o categorías taxonómicas más elevadas de los organismos involucrados para simplificar los esquemas. Las referencias específicas podrán ser ampliadas consultando la lista de organismos identificados en las comunidades incrustantes de Puerto Belgrano (*op. cit.*).

En el caso de las diatomeas, éstas han sido computadas conjuntamente por razones de simplicidad. *Zoothamnium* y *Vorticella* son dos especies que por aparecer siempre asociadas han sido consideradas como un único rubro.

Debe tenerse en cuenta durante el análisis de los datos que los mismos son anuales y pueden estar notoriamente influidas, tanto por la duración del ciclo de fijación de las especies como por su distribución vertical. De ahí que una especie cuyo ciclo de fijación se extienda a lo largo de todo el año y se distribuya en los cuatro niveles estará más representada en el cómputo general de los datos que aquella que tenga un ciclo de fijación breve y su distribución vertical esté restringida a parte de los niveles.

FACTORES QUE CONDICIONAN LOS PROCESOS DE EPIBIOSIS

Varios autores (*Knight-Jones*, 1951, 1953; *Crisp* y *Williams*, 1960; *Crisp* y *Meadows*, 1962, 1963; *Williams*, 1964; *Crisp*, 1967, y *Stebbing*, 1972) han planteado que existen fuentes de estímulo para la fijación de larvas sobre ciertos organismos-sustratos, con intervención de sustancias químicas (proteínas estables al color), tanto de origen vegetal como animal. Estos procesos de inducción química específica, tanto para la metamorfosis como para la fijación, están indudablemente muy desarrollados entre los invertebrados marinos. Pese a esto es muy poco lo que se ha trabajado sobre el tema y son aspectos que no han sido contemplados en las investigaciones sobre sistemas de control del *fouling*.

Desde tiempo atrás, varios autores han hecho referencias más o menos próximas a estos procesos que nos preocupan. Así, *Robertson*, en 1921 (*Park*, 1939),

Tabla II

FRECUENCIA DE LOS ORGANISMOS QUE ACTUAN COMO EPIBIONTES DE PRIMER GRADO

	F	%
Folliculinidae	54	16,9
Zoothamnium/Vorticella ...	40	11,5
Botryllus	38	11,9
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	30	9,4
Didemnidae	29	9,1
Plumularia	29	9,1
Diatomeas	27	8,5
Campanulariidae	25	7,8
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	13	4,1
Tubos <i>Corophium</i>	9	2,8
Conopeum	7	2,2
Tubularia	5	1,6
Balanus	4	1,3
Cryptosula	3	0,9
Ciona	2	0,6
Otros (Rodofitas y clorofitas ident.)	4	1,3

crea el término de alelocatálisis, definiéndolo como la acción sobre una especie de productos del metabolismo, propio o ajeno, que actúan de acuerdo a su calidad y cantidad como estimulantes, modificadores o inhibidores del desarrollo. Es una acción química a través del medio que se realiza con intervención de sustancias en cantidades muy pequeñas (Pearse, 1939; Margalef, 1947). Más adelante, en 1946, Lucas propone dar el nombre de sustancias ectócrinas a todo el grupo de compuestos químicos que encuentra en el medio acuoso una vía de difusión tal que la convierte en vehículo de numerosas correlaciones en el ecosistema. Estas reacciones producidas por tales mecanismos pueden actuar en sentidos opuestos, y muchas veces ejercen su acción reguladora por complemento de acciones muy diferentes. Se supone que aquellas comunidades más maduras poseen relaciones ectócrinas muy desarrolladas y que serían precisamente éstas las que condicionan ciertos procesos de competencia en pos de la estabilidad del sistema.

Los mecanismos de acondicionamiento o inducción química pueden constituir una nueva vía de solución a muchos de los problemas que se plantean en los sistemas de control. Dicho planteo se resumiría en que si existen sustancias químicas que en mínimas concentraciones son capaces de promover notablemente la fijación por medio de mecanismos biológicos naturales podría suponerse que deben existir sustancias químicas que también en pequeñas cantidades y por mecanismos semejantes eviten la fijación de organismos.

Muchas de estas proteínas que promueven la fijación no necesitan actuar con un sistema de leaching, como sería el concepto de funcionamiento de las sustancias ectócrinas, sino que también podrían hacerlo efectivamente a nivel de adsorbed layers. Hasta el momento no existe en servicio ninguna sustancia tóxica empleada en pinturas que pueda actuar en tan bajas concentraciones ni tampoco a nivel de absorbed layers.

También una vía interesante de posible aplicación sería ahondar en los procesos que presentan gran parte de los moluscos pelecípodos de poder retardar por largos períodos su metamorfosis (Wilson, 1952; Thorson, 1950, 1964, y Bayne, 1965).

Tratando de analizar los fenómenos implícitos en los procesos de epibiosis, hemos considerado oportuno desglosar de alguna manera aquellos factores que condicionan la epibiosis, por un lado, y, por otro, aquellos que condicionan la orientación y desarrollo de los epibiontes.

Factores que condicionan la epibiosis:

- Características físico-químicas y biológicas del organismo-sustrato.
- Competencia espacial y trófica.
- Características intrínsecas de los organismos (gregarismo, taxismos varios, etc.).

Factores que condicionan la orientación y desarrollo de los epibiontes:

- Variación en la composición físico-química y biológica del organismo-sustrato.

b) Competencia espacial y trófica con otros epibiontes y con el organismo sustrato.

c) Dirección e intensidad de la luz.

d) Corrientes (vinculadas con la respiración y la alimentación).

e) Gravedad (orientación del sustrato).

f) Longevidad y tipo de crecimiento del organismo-sustrato.

Nuestro principal interés en estudiar estos aspectos ha sido en lo referente a las características físico-químicas de los organismos sustratos, tratando de determinar, como primer paso, las especies que promueven o evitar que se produzcan procesos de epibiosis.

RESULTADOS Y DISCUSION

Interpretando los datos sobre la tendencia de los componentes de la comunidad a constituirse en organismos-sustrato, vemos que los porcentajes más altos corresponden a *Conopeum* sp., *Bugula neritina*, *Botryllus schlosseri*, *Plumularia setacea* y *Balanus amphitrite*, respectivamente (fig. 1, tabla III). Estas cinco especies, en su conjunto, constituyen el 73 por 100 de los sustratos en los procesos de epibiosis registrados sobre paneles mensuales, a lo largo de un ciclo anual. Sobre la importancia de estas cinco especies como sustrato pueden quedar ciertas dudas con respecto a *Conopeum*. Esta especie, al estar viva, no permite una mayor epibiosis, pero luego de cierto tiempo, cuando los zooides van muriendo o se acumula detrito sobre las colonias, se incrementa su papel como sustrato de otros organismos. Debido a que las muestras analizadas estaban conservadas en formol y a la fragilidad que presentan las colonias de *Conopeum*, fue imposible determinar si las relaciones de epibiosis se presentaban sobre ejemplares vivos o muertos. Probablemente, en estudios futuros ese porcentaje resulte ser

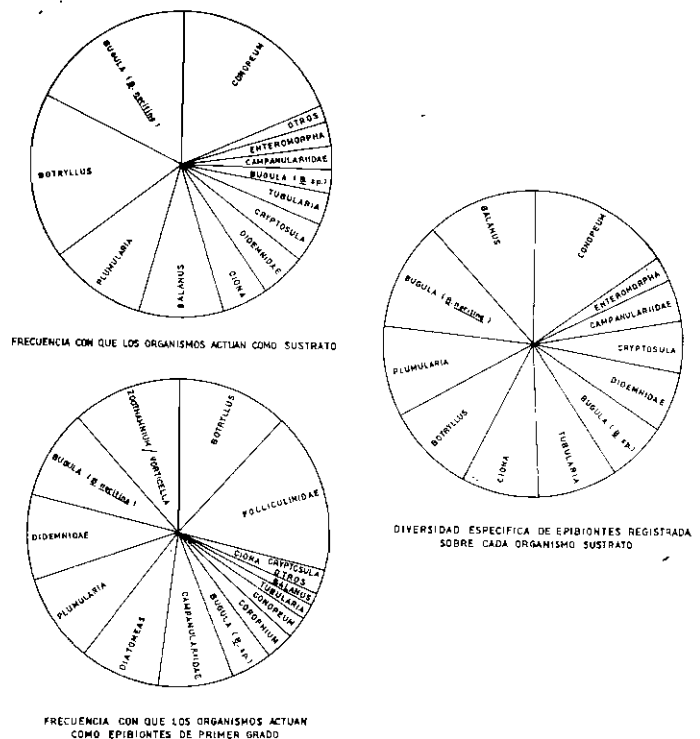


FIG. 1

Tabla III

DIVERSIDAD ESPECIFICA DE EPIBIONTES REGISTRADOS SOBRE CADA ORGANISMO SUSTRATO

	Número de epibiontes	%
Enteromorpha	2	2,2
Campanulariidae	4	4,3
Cryptosula	5	5,4
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	6	6,4
Didemnidae	6	6,4
Tubularia	8	8,6
Ciona	8	8,6
Plumularia	9	9,7
Botryllus	9	9,7
Balanus	11	11,8
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	11	11,8
Conopeum	14	15,1

mucho menor, pues además existen antecedentes locales sobre la capacidad para rechazar la fijación de otros organismos sobre las colonias vivas (*Bastida y Torti, 1971*). Este último fenómeno, observado durante los estudios preliminares, coincide en gran medida con los resultados obtenidos sobre *Flustra*, especie que no permite la colonización masiva de ciertos invertebrados, entre ellos los cirripedios (*Stebbing, 1972*).

Debe tenerse en cuenta que en las evaluaciones sobre epibiosis desempeña un papel muy importante la frecuencia y abundancia con que una especie aparece representada en la comunidad, hecho que puede hacer variar notablemente los porcentajes obtenidos. De todas formas, las comunidades portuarias presentan, en cada ciclo anual, estabilidad en los periodos de fijación y abundancia de sus componentes, siempre y cuando las condiciones ambientales no se modifiquen notablemente.

Otro aspecto que también hay que considerar es el grado de desarrollo logrado por las especies que actúan como sustrato. Así, por ejemplo, *Ciona intestinalis* durante su etapa juvenil presenta muy poca epibiosis, pero esta última se incrementa notablemente a medida que el animal crece y engrosa su túnica.

En aquellos organismos de estructura erguida o ramificada, como *Enteromorpha*, *Bugula*, *Tubularia*, etcétera, se nota tendencia por ser colonizados en sus zonas basales, ya sea por ser éstas las más antiguas o por estar más cerca del panel donde se asientan la mayor parte de los organismos. Esto, sin embargo, no es una regla general para todas las especies epibiontes. Por ejemplo, los ciliados *Zoothamnium* y *Vorticella* son capaces de distribuirse a todo lo largo de los organismos que colonizan; otro tanto ocurre con gran parte de las Diatomeas.

Para que un organismo pueda constituirse en epibionte sobre comunidades de paneles mensuales se requiere, por problemas de tiempo, que tanto los organismos sustrato como los epibiontes presenten las siguientes condiciones particulares: que sean de crecimiento bastante acelerado, que se vinculen con or-

ganismos sustrato de crecimiento acelerado y que no necesiten etapas sucesionales avanzadas para su fijación.

Estos aspectos, junto con los citados en el capítulo precedente, coinciden bastante bien con lo expresado por *Godward (1934)* sobre los factores que regulan la distribución de las epifitas.

Los epibiontes más importante de los paneles mensuales, en el cómputo general del ensayo, fueron (figura 1, tabla IV): *Folliculinidae*, *Botryllus schlosseri*, *Zoothamnium/Vorticella*, *Bugula neritina*, *Didemnidae*, *Plumularia setacea*, Diatomeas y *Campanulariidae*, cuyas proporciones van, en el orden expuesto, desde 11,9 hasta 7,8 por 100. Los porcentajes obtenidos en estos epibiontes pueden dejar ciertas dudas respecto a *Botryllus schlosseri* y *Didemnidae*, ya que ambos tunicados pueden haberse constituido en epibiontes por procesos secundarios y no a partir de sus estados larvales.

Sobre cada una de las especies más importantes de la comunidad se determinó la diversidad y la frecuencia de los epibiontes y se efectuaron las observaciones generales sobre el proceso de epibiosis que se detallan a continuación.

Enteromorpha intestinalis (fig. 2, tabla IV)

Es la especie que presenta menor diversidad en su epibiosis. La distribución vertical, restringida a niveles superiores, su rápido crecimiento y su corto ciclo biológico, constituyen algunos de los factores vinculados con la baja diversidad de epibiontes.

De los epibiontes registrados, las Diatomeas son los más abundantes, coincidiendo con lo que ocurre en las etapas iniciales de fijación en los sustratos experimentales.

Las algas filamentosas son menos abundantes y se integran como epibiontes probablemente *a posteriori* de las Diatomeas.

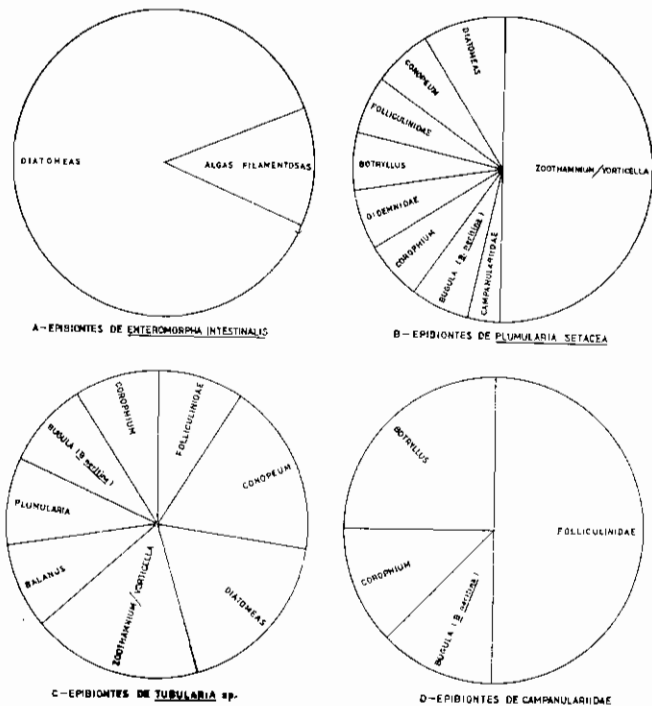


FIG. 2.—Espectro y frecuencias de epibiosis sobre diferentes organismos sustrato.

Tabla IV

EPIBIONTES DE ENTEROMORPHA INTESTINALIS

	F	%
Diatomeas	7	87,5
Clorofitas filamentosas ...	1	12,5

Plumularia setacea (fig. 2, tabla V)

De los nueve epibiontes registrados sobre este hidrozoo, *Zoothamnium/Vorticella* es el más importante. Estos ciliados se adaptan perfectamente a la fragilidad y poca superficie que presentan las colonias de *Plumularia setacea*. Los epibiontes de mayor talla suelen vincularse con la parte basal del hidrocaulo o con la hidroriza.

En los casos de fijación de *Conopeum* y *Botryllus* éstos suelen rodear la parte basal de la colonia.

Si bien no se han considerado en este capítulo los organismos vagantes, cabe mencionar que los Caprellidae (*Caprella penantis* y *Caprella dilatata*) están íntimamente asociados con *Plumularia setacea*, permaneciendo tomados de las ramificaciones de las colonias prácticamente a lo largo de toda su vida.

Tubularia sp. (fig. 2, tabla VI)

Fueron registrados en total ocho epibiontes, de los cuales *Zoothamnium/Vorticella*, Diatomeas y *Conopeum* sp., son los más importantes. Los dos primeros suelen colonizar el hidrocaulo en toda su extensión, los restantes muestran preferencia por fijarse en la trama que forman las hidrorizas.

Campanulariidae (fig. 2, tabla VII)

Sobre estos hidrozooos se han registrado cuatro organismos epibiontes, siendo el más importante Folliculinidae. Llama la atención en el material analizado la falta de Diatomeas epizoicas y la ausencia de otros ci-

Tabla V

EPIBIONTES DE PLUMULARIA SETACEA

	F	%
Zoothamnium/Vorticella ...	17	51,2
Diatomeas	3	9,1
Conopeum	2	6,1
Didemnidae	2	6,1
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	2	6,1
Botryllus	2	6,1
Folliculinidae	2	6,1
Tubos Corophium	2	6,1
Campanulariidae	1	3,0

Tabla VI

EPIBIONTES DE TUBULARIA sp.

	F	%
Conopeum	2	18,2
Zoothamnium/Vorticella ...	2	18,2
Diatomeas	2	18,2
Folliculinidae	1	9,0
Plumularia	1	9,0
Balanus	1	9,0
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	1	9,0
Tubos Corophium	1	9,0

liados como *Zoothamnium/Vorticella*, tan comunes en el puerto de Mar del Plata.

Los Folliculinidae probablemente constituyen epibiontes pioneros, ya que son integrantes de las primeras etapas sucesionales que se registran sobre las comunidades de paneles mensuales, especialmente en los niveles de carena.

Los epizoicos restantes suelen ubicarse generalmente en la zona basal de la colonia, preferentemente en las tramas que se forman con las hidrorizas.

Balanus amphitrite (fig. 3, tabla VIII).

Es un organismo-sustrato importante, si bien esto no queda expresado en el gráfico general (fig. 1), ya que en el mismo se computa conjuntamente diversidad y frecuencia. Dado que *Balanus amphitrite* está presente en los paneles mensuales solamente entre noviembre y abril, la frecuencia se ve reducida al computar todo el año (*Bastida, Spivak* y colabs., 1974).

Los epibiontes más importantes de esta especie son *Botryllus schlosseri*, Folliculinidae y Didemnidae, respectivamente. Sin embargo, en futuros estudios deberá analizarse si las observaciones de vinculación con *Botryllus* y Didemnidae responden a reales procesos de epibiosis o tan sólo se trata de un recubrimiento como resultado de fenómenos de competencia espacial.

Los Folliculinidae, sin duda alguna, son epibiontes pioneros, capaces de colonizar en forma masiva a los cirripedios al poco tiempo de adherirse a los paneles, probablemente luego de la primera o segunda muda.

Entre los epibiontes registrados, *Conopeum* sp. y

Tabla VII

EPIBIONTES DE CAMPANULARIIDAE

	F	%
Falliculinidae	4	50,0
Botryllus	2	25,0
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	1	12,5
Tubos Corophium	1	12,5

Tabla IX

EPIBIONTES DE BUGULA NERITINA

	F	%
Zoothamnium/Vorticella ...	17	29,8
Diatomeas	11	19,3
Campanulariidae	8	14,0
Didemnidae	5	8,8
Folliculinidae	4	7,0
Botryllus	3	5,3
Plumularia	3	5,3
Conopeum	2	3,5
Tubos Corophium	2	3,5
Cryptosula	1	1,8
Clorofitas filamentosas ...	1	1,8

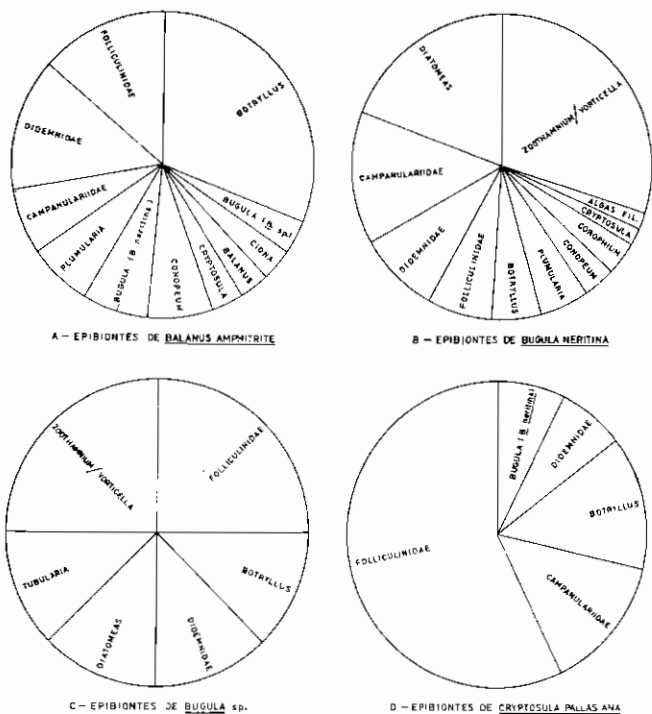


FIG. 3.—Espectro y frecuencias de epibiosis sobre diferentes organismos sustrato.

Cryptosula pallasiana suelen jugar un papel perjudicial, pues llegan a tapar totalmente a los cirripedios o bloquean el libre funcionamiento de scuta y terga.

Los casos de epibiosis por parte de ejemplares de la misma especie han resultado poco frecuentes en las muestras analizadas; sin embargo, en los casos de fijaciones masivas suelen aumentar notablemente como consecuencia de la falta de espacio y comportamiento gregario.

Bugula neritina (fig. 3, tabla IX)

Es una de las especies más importantes como sustrato. Los epibiontes más frecuentes son *Zoothamnium/Vorticella*, *Diatomeas* y *Campanulariidae*, todos

ellos organismos de pequeña talla o de consistencia frágil que les permite utilizar sin inconvenientes a este briozoo como sustrato. Existen, sin embargo, otros casos como el de *Botryllus schlosseri* y *Didemnidae*, que pueden fijarse en forma de zooides aislados y que luego al crecer como colonias suelen adaptarse a la forma de *Bugula neritina*. En estos últimos casos los epibiontes pueden ejercer una acción perjudicial, pues llegan a cubrir un alto porcentaje de la superficie del briozoo.

Bugula sp. (fig. 3, tabla X)

Los epibiontes más importantes de este organismo son los ciliados *Folliculinidae* y *Zoothamnium/Vorticella*. Sin embargo, esta especie presenta, en los paneles mensuales, una epibiosis general baja, mucho menor a la observada en *Bugula neritina*. Esta diferencia entre ambos briozoos probablemente esté motivada por el hecho de que *Bugula* sp. siempre es de menor talla que *Bugula neritina* y además está munida de un alto número de evicularias que indudablemente deben servir para regular la fijación de epibiontes. Por otra parte, *Bugula* sp. presenta un ciclo de fijación más restringido que *Bugula neritina*.

Cryptosula pallasiana (fig. 3, tabla XI).

La epibiosis de esta especie también está dominada por los *Folliculinidae*.

Tabla VIII

EPIBIONTES DE BALANUS AMPHITRITE

	F	%
Botryllus	9	31,0
Didemnidae	4	13,8
Folliculinidae	4	13,8
Campanulariidae	2	6,9
Plumularia	2	6,9
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	2	6,9
Conopeum	2	6,9
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	1	3,4
Ciona	1	3,4
Balanus	1	3,4
Cryptosula	1	3,4

Tabla X

EPIBIONTES DE BUGULA sp.

	F	%
Folliculinidae	2	25,0
Zoothamnium/Vorticella ...	2	25,0
Tubularia	1	12,5
Diatomeas	1	12,5
Didemnidae	1	12,5
Botryllus	1	12,5

Tabla XI

EPIBIONTES DE CRYPTOSULA PALLASIANA

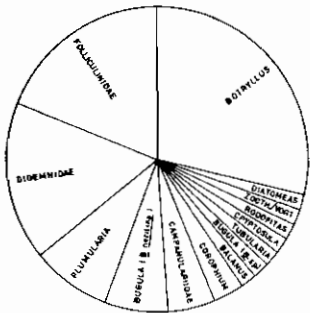
	F	%
Folliculinidae	8	57,1
Botryllus	2	14,3
Campanulariidae	2	14,3
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	1	7,1
Didemnidae	1	7,1

Cryptosula pallasiana en los paneles mensuales aparece a manera de tapiz, de tal forma que expone una superficie apropiada para ser colonizada por muchos organismos. La baja diversidad de epibiontes registrados probablemente se deba al hecho de que este briozoo no es abundante en los paneles mensuales y además por su crecimiento lento no adquiere gran desarrollo.

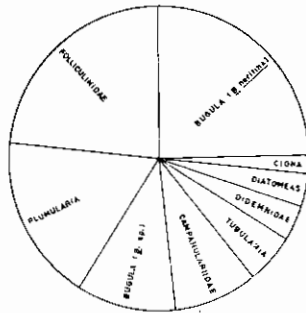
Resta por determinar en futuros estudios si los procesos de epibiosis que se registran sobre *Cryptosula* tienen lugar mientras el briozoo está vivo o solamente se producen a partir del momento en que la colonia concluye con su ciclo biológico.

Conopeum sp. (fig. 4, tabla XII)

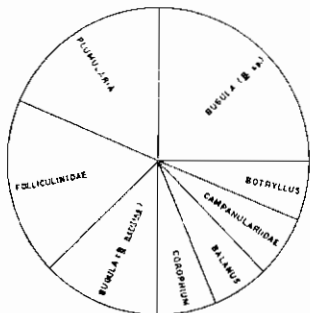
Como expresáramos anteriormente, ésta es la especie que presenta mayor diversidad y frecuencia de epibiosis. Sin embargo, queda por establecerse en estudios futuros en qué momento de la vida de *Conopeum* se produce la fijación de otros organismos.



A - EPIBIONTES DE CONOPEUM sp.



B - EPIBIONTES DE BOTRYLLUS SCHLOSSERI



C - EPIBIONTES DE CIONA INTESTINALIS



D - EPIBIONTES DE DIDEMNIDAE

FIG. 4.—Espectro y frecuencias de epibiosis sobre diferentes organismos sustrato.

Tabla XII

EPIBIONTES DE CONOPEUM sp.

	F	%
Botryllus	17	28,8
Folliculinidae	11	18,6
Didemnidae	10	16,9
Plumularia	5	8,5
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	4	6,8
Campanulariidae	3	5,0
Tubos Corophium	2	3,4
Tubularia	1	1,7
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	1	1,7
Balanus	1	1,7
Diatomeas	1	1,7
Zoothamnium/Vorticella ...	1	1,7
Rodofitas	1	1,7
Cryptosula	1	1,7

Los epibiontes más importantes son *Botryllus schlosseri*, Folliculinidae y Didemnidae, respectivamente, si bien en menor medida también están representadas muchas de las especies importantes que integran esta comunidad. Esto es lógico que así ocurra, pues *Conopeum* suele cubrir gran parte de la superficie de los paneles a manera de fino tapiz, que no altera la forma general de estos sustratos artificiales.

Botryllus schlosseri (fig. 4, tabla XIII)

Sobre esta especie se han registrado nueve epibiontes diversos. Este hecho, junto con la frecuencia de los casos observados, la convierte en una de las especies más importantes como sustrato, dentro de la comunidad analizada. De estos epibiontes, *Bugula neritina*, Folliculinidae, *Plumularia setacea*, *Bugula* sp. y Campanulariidae son los más importantes.

La consistencia de este tunicado y su crecimiento acelerado permite que sea un buen organismo sustrato para varias especies.

También se ha registrado la fijación de Didemnidae,

Tabla XIII

EPIBIONTES DE BOTRYLLUS SCHLOSSERI

	F	%
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	14	25,0
Folliculinidae	13	23,2
Plumularia	10	17,9
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	6	10,7
Campanulariidae	5	8,9
Tubularia	3	5,4
Didemnidae	2	3,6
Diatomeas	2	3,6
Ciona	1	1,8

Tabla XIV

EPIBIONTES DE CIONA INTESTINALIS

	F	%
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	4	25,0
Plumularia	3	18,8
Folliculinidae	3	18,8
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	2	12,5
Balanus	1	6,2
Botryllus	1	6,2
Campanulariidae	1	6,2
Tubos Corophium	1	6,2

si bien esta vinculación muchas veces no responde a claros casos de epibiosis, pues ambas especies compiten claramente por el espacio (fácilmente observable en los paneles acumulativos) y se crean casos de sobreposición o traslapeo y no verdaderas epibiosis.

Ciona intestinalis (fig. 4, tabla XIV)

Se han registrado sobre esta especie una variedad de ocho epibiontes, de los cuales *Bugula* sp., *Plumularia setacea*, Folliculinidae y *Bugula neritina* son los más importantes.

Ciona intestinalis es una de las especies en donde la diversidad y cantidad de epibiontes está íntimamente ligada con la edad. Los ejemplares juveniles presentan muy poca epibiosis, probablemente debido a la consistencia de la túnica. A medida que el animal crece ésta va modificando sus características y aumenta el número de epibiontes. A su vez estos epibiontes van alterando el sustrato original y favorecen el desarrollo de epibiosis más complejas.

En los paneles mensuales de Puerto Belgrano, como

ocurre en Mar del Plata, nunca llega a adquirir el desarrollo suficiente como para ser un organismo sustrato de importancia.

Didemnidae (fig. 4, tabla XV)

Plumularia setacea es el epibionte más frecuente de este tunicado colonial; le siguen en importancia Campanulariidae y *Bugula neritina*. Todos estos organismos forman colonias erguidas.

Los Didemnidae de nuestra área forman colonias de consistencia blanda, lo que limita las posibilidades de colonización por parte de epibiontes, motivo por el cual nunca llegan a constituir un sustrato tan importante como *Botryllus*.

Sobre los Didemnidae se ha registrado también la fijación de *Botryllus schlosseri*, pero para este caso también es válido lo expresado más arriba para la última especie.

El análisis general de los casos de epibiosis de las comunidades incrustantes nos indica que la casi totalidad de los epibiontes son de tipo indiferente. De ahí que puedan colonizar indistintamente diversos organis-

Tabla XV

EPIBIONTES DE DIDEMNIDAE

	F	%
Plumularia	5	33,3
Campanulariidae	3	20,0
Bugula (<i>Bugula neritina</i>) ...	3	20,0
Folliculinidae	2	13,3
Botryllus	1	6,7
Bugula (<i>Bugula</i> sp.)	1	6,7

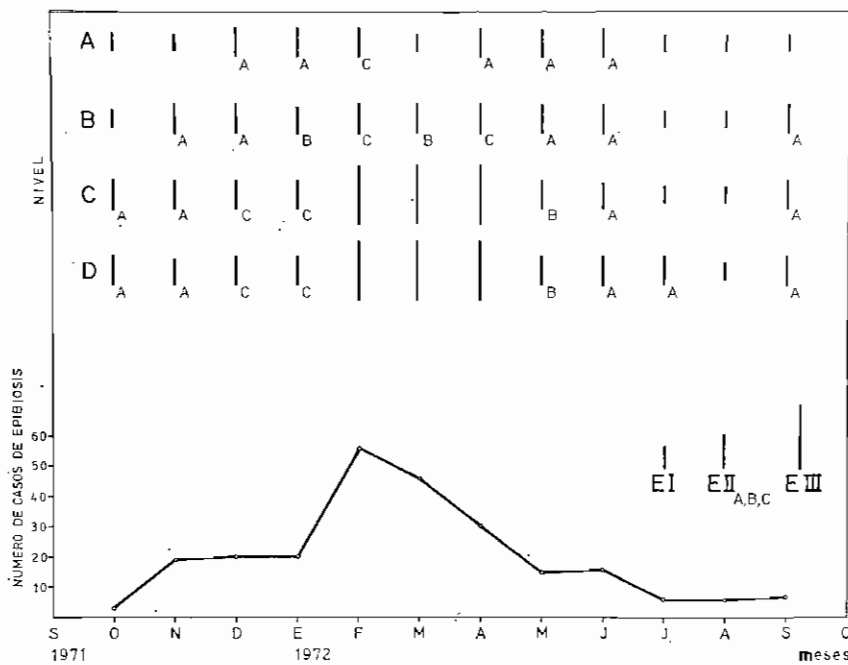


FIG. 5

BIBLIOGRAFIA

mos sustrato. Este hecho indudablemente resulta perjudicial desde el punto de vista práctico, pues indica que en casos de funcionamiento parcial de una pintura tóxica, el organismo que logre fijarse (baja sensibilidad tóxica) puede constituir la base de origen de comunidades epibiontes. Los componentes de estas comunidades, durante su crecimiento, podrían invadir la superficie pintada, pues la misma no tiene ningún efecto sobre los organismos adultos.

Existen unos pocos casos de epibiontes preferentes en la comunidad estudiada, pero los mismos no han sido considerados en este trabajo por tratarse de organismos vagantes. Tal es el caso de *Caprella penantis* y *Caprella equilibra* fijados sobre *Plumularia setacea*.

El grado de epibiosis que se puede lograr en los paneles mensuales de Puerto Belgrano está altamente relacionado con el estado de desarrollo de la comunidad. Durante la mayor parte de los meses no existen más que epibiontes de primer grado, llegándose a casos de epibiontes de segundo grado exclusivamente durante el mes de enero, coincidente con la máxima evolución de la comunidad incrustante.

Las comunidades incrustantes, sin duda alguna, son comunidades recientes, tal vez las más recientes del ambiente marino. Las mismas constituyen una respuesta de la Naturaleza a la acción modificadora del hombre en el medio ambiente.

Sus componentes son de antigüedad diversa. Los consorcios existentes en estas comunidades han resultado ser pobres, en comparación con comunidades más antiguas y maduras, expuestas a fluctuaciones de muy poca importancia en el tiempo, como es el clásico ejemplo de los arrecifes coralinos (*Margalef, 1962*).

Entre los consorcios registrados en las comunidades incrustantes, la epibiosis ha demostrado estar muy desarrollada. Son varios los motivos para que esto suceda. Los ambientes portuarios, en general, son bastante productivos (*Bastida, 1971*). Sin embargo, estas altas productividades no conducen, en el caso del bentos, a un desarrollo ilimitado de las comunidades, como consecuencia de la falta de espacio disponible. De ahí que los organismos traten, bajo todos los medios, de conseguir un espacio vital para poder desarrollarse normalmente.

Este fenómeno, unido a la adaptación de las especies incrustantes para adherirse a superficies muy diversas, hace que la epibiosis (especialmente de tipo indiferente) esté altamente desarrollada.

Frecuentemente, las epibiosis de los ambientes portuarios se convierten en relaciones expoliadoras, como consecuencia de la competencia espacial.

Estos estudios sobre epibiosis han demostrado que este consorcio resulta ser un buen indicador del estado de desarrollo de la comunidad (fig. 5). En consecuencia, los procesos de epibiosis siempre resultarán más importantes en los paneles acumulativos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada por la Dirección de Talleres Generales de la Base Naval de Puerto Belgrano, y en particular por el personal del laboratorio.

- BASTIDA, R. (1971): "Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1966-67", *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat.* "B. Rivadavia", *Hidrobiología*, III (2): 203-285.
- BASTIDA, R., y TORTI, M. R. (1971): "Estudio preliminar sobre las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano". LEMIT, 3-1971, serie II, núm. 188: 47-75.
- BASTIDA, R.; SPIVAK, E. D.; L'HOSTE, S. G., y ADABBO, H. E. (1974): "Las incrustaciones biológicas en Puerto Belgrano. I. La fijación sobre paneles mensuales, período 1971-72". LEMIT, 3-1974: 97-163.
- BAYNE, B. L. (1965): "Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.)", *Ophelia*, 2 (1): 1-47.
- CRISP, D. J. (1965): "The ecology of marine fouling", *5th Symp. Brit. Ecol. Soc.*, 99-117.
- CRISP, D. J. (1967): "Chemical factors inducing settlement in *Crassostrea virginica* (Gmelin)", *Animal Ecol.*, 36 (2): 329-335.
- CRISP, D. J., y MEADOWS, P. S. (1960): "The chemical basis of gregariousness in cirripeds", *Proc. Roy. Soc. B.*, 156: 500-520.
- CRISP, D. J., y MEADOWS, P. S. (1963): "Adsorbed layers: the stimulus to settlement in barnacles", *Proc. Roy. Soc. B.*, 158: 364-387.
- CRISP, D. J., y WILLIAMS, G. B. (1960): "Effect of extracts from fucoids in promoting settlement of epiphytic Polyzoa", *Nature, Lond.*, 188: 1206-1207.
- GODWARD, M. B. (1934): "An investigation of the causal distribution of algal epiphytes", *Beih. Bot. Centr.*, 52, A.
- KNIGHT-JONES, E. W. (1951): "Gregariousness and some other aspects of the setting of *Spirorbis*", *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 30: 201-222.
- KNIGHT-JONES, E. W. (1953): "Laboratory experiments on gregariousness during setting of *Balanus balanoides* and other barnacles", *J. Exp. Biol.*, 584-598.
- MARGALEF, R. (1947): "Limnosociología", *Monografías de Ciencia Moderna*, núm. 10, págs. 93.
- MARGALEF, R. (1962): *Comunidades naturales*. Inst. Biol. Mar., Universidad de Puerto Rico (publ. esp.), I-VII: 1-468.
- PARK, T. (1939): "Analytical population studies in relation to general ecology", *Amer. Midl. Natur.*, 21.
- PEARSE, A. S. (1939): *Animal ecology*, 2.^a ed., McGraw-Hill Co., N. York and London.
- PIRIZ, M. L. (1972): "Los organismos incrustantes de las costas argentinas. II. Estudio preliminar de la ficoflora y fauna asociada a *Ulva lactuca* L. (Algae, Chlorophyta) en el puerto de Mar del Plata", *LEMIT-Anales*, 4-1972: 73-98.
- RUTZLER, K. (1970): "Spatial competition among Porifera: solution by epizoism", *Oecologia (Berl.)*, 5: 85-95.
- STEBBING, A. R. D. (1971): "The epizoic fauna of *Flustra foliacea* (Bryzoa)", *J. Mar. Biol. Ass., U. K.*, 51: 283-300.
- STEBBING, A. R. D. (1972): "Preferential settlement of a bryozoan and serpulid larvae on the younger parts of *Laminaria fronds*", *J. Mar. Biol. Ass., U. K.*, 52: 765-772.
- THORSON, G. (1946): "Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates", *Medd. Komm. Danmarks Fisk. Havundersog Kbh. Ser. Plankton*, 4: 7-523.
- THORSON, G. (1950): "Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates", *Biol. Rev.*, 25: 1-45.
- WILLIAMS, G. B. (1964): "The effect of extracts of *Fucus serratus* in promoting settlement of larvae of *Spirorbis borealis* (Polychaeta)", *J. Mar. Biol. Ass., U. K.*, 44: 379-415.
- WILSON, D. P. (1952): "The influence of the nature of the substratum on the metamorphosis of the larvae of marine animals, specially the larvae of *Ophelia bicornis* Savigny", *Ann. Inst. Océang. Monaco*, 27: 49-156.