

OBSERVACIONES EN TERRENO Y ESTUDIOS *IN VITRO*
DE LA FASE CONCHOCELIS DE *PORPHYRA COLUMBINA* MONTAGNE
(ALGAE, RHODOPHYTA)

Field observations and *in vitro* studies of the conchocelis
phase of *Porphyra columbina* Montagne (Algae, Rhodophyta)

MATAMALA, F., MARIA; ENRIQUE MARTINEZ M.;
IVONNE ETCHEPARE R. Y HÉCTOR ROMO D.*

RESUMEN

Se describe la distribución y abundancia de la fase conchocelis de *Porphyra columbina* Montagne en organismos con exoesqueleto calcáreo de la zona intermareal de Bahía Coliumo. Se encontró que la abundancia de conchocelis guarda una relación directa con la abundancia de estos organismos.

En laboratorio, se comprobó que no hay selectividad de la fase conchocelis al ofrecerle tres tipos de sustratos diferentes, representados por conchas de *Chlamys (Argopecten) purpuratus* Lamarck, 1819; *Tagelus dombeii* Lamarck, 1818 y *Ostrea chilensis* Philippi, 1845.

En el desarrollo *in vitro* de la fase conchocelis de *P. columbina* y *Bangia fuscopurpurea*, se determinó que tanto el grosor como el largo de los filamentos de conchocelis de *Porphyra* son significativamente mayores que los de *Bangia*.

ABSTRACT

Distribution and abundance of conchocelis phase of *Porphyra columbina* Montagne in organisms with calcareous exoskeleton from intertidal zone of Coliumo Bay is described. It was found that abundance of conchocelis phase is directly related with abundance of these organisms.

Laboratory experiments revealed that there was no selectivity of conchocelis phase for the three different types of substratum offered; shells of *Chlamys (Argopecten) purpuratus* Lamarck, 1819; *Tagelus dombeii* Lamarck, 1818; and *Ostrea chilensis* Philippi, 1845.

In vitro development of conchocelis phase of *P. columbina* and *Bangia fuscopurpurea* showed that both thickness and length of filaments of conchocelis of *Porphyra* were greater than of *Bangia*.

Keywords: Conchocelis phase. *Porphyra columbina*. *Bangia fuscopurpurea*. Distribution. *In vitro* studies.

INTRODUCCION

Porphyra columbina Montagne es uno de los recursos algológicos de la VIII Región, cuyo uso principal es el consumo directo por la población.

*Departamento de Oceanología Universidad de Concepción.

El ciclo de vida de esta especie ha sido descrito por Etcheverry y Collantes (1977) y consta de una fase foliosa gametófito monoica y una fase esporófito microscópica denominada conchocelis (Drew, 1954) que vive en la matriz calcárea de conchas de variadas especies de invertebrados de la zona intermareal y submareal (Clokic *et al.*, 1981).

En Bahía Coliumo, la población de gametofitos de *Porphyra columbina* habita los niveles superiores de la zona intermareal y presenta un nítido comportamiento estacional. Las frondas son abundantes desde fines de otoño hasta comienzos de primavera. Después de haber liberado sus carposporas, las frondas entran en una etapa de senescencia hasta su desaparición casi total a comienzos de verano.

Hasta el momento no existía información sobre aspectos de distribución y abundancia de la fase conchocelis en terreno. Debido a ello los objetivos de este trabajo fueron: i) describir la distribución y abundancia de la fase conchocelis de *Porphyra columbina* en organismos con exoesqueleto calcáreo de la zona intermareal de Bahía Coliumo; ii) determinar si existen diferencias significativas en el desarrollo de la fase conchocelis sobre tres sustratos calcáreos diferentes, y iii) determinar si existen diferencias morfológicas entre las fases conchocelis de *P. columbina* y *Bangia fuscopurpurea* (Dillwyn) Lyngbye cultivadas *in vitro*.

MATERIALES Y METODOS

Los lugares de estudio estuvieron ubicados en Bahía Coliumo ($72^{\circ}57'W$; $36^{\circ}32'S$) en las áreas definidas como Candil, Bolones (Caleta Villarrica) y Caleta Rere, respectivamente (Fig. 1).

Para describir la distribución de invertebrados con exoesqueleto calcáreo en la zona intermareal y la distribución de la fase conchocelis en ellos, se determinó su abundancia ambiental mediante mediciones de cobertura de invertebrados en cuadrantes reticulados de 400 cm^2 con 100 puntos ordenados (Littler y Murray, 1975). Los cuadrantes se aplicaron al sustrato en áreas adyacentes a las poblaciones de *Porphyra*, en transectas perpendiculares a la línea de costa. En cada cuadrante se recolectó al azar entre tres y diez invertebrados (dependiendo de su densidad en el cuadrante) y en el laboratorio cada concha fue trozada finamente. Los trozos de conchas translúcidos se observaron al microscopio para determinar la abundancia de la fase conchocelis en ellos. Esta se estimó contando el número de filamentos que cruzaban un diámetro de un cam-

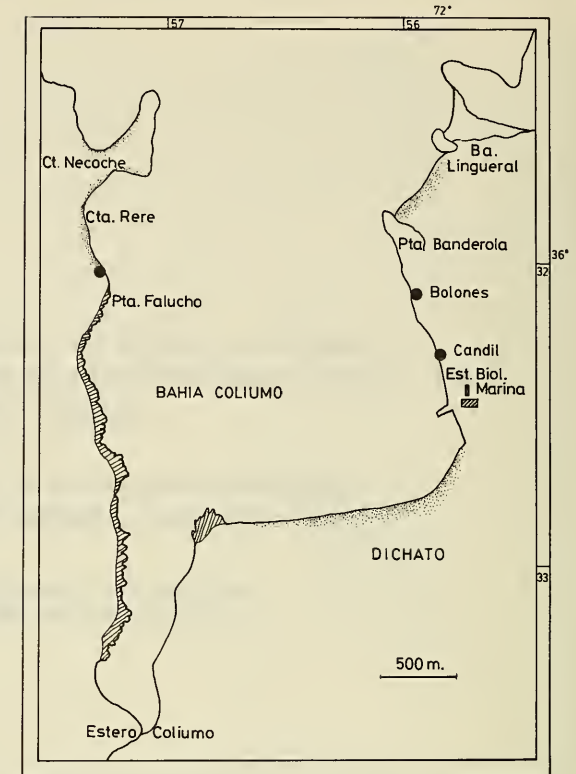


Fig. 1. Área de estudio (● = localidades de muestreos: Candil, Bolones y Caleta Rere).

po ocular de 400 aumentos, definiendo *a priori* cada uno de estos filamentos como un individuo. Se usó esta definición operacional, debido a que el gran número de ramificaciones que poseen las plantas de esta fase, imposibilitan la identificación de cada una de ellas en los trozos de conchas. Las abundancias de invertebrados en terreno y de fase conchocelis en sus conchas se correlacionaron mediante el test de Correlación de Rangos de Spearman (Zar, 1975).

Para evaluar la selectividad por parte de conchocelis ante distintos tipos de sustrato calcáreo, se empleó trozos de conchas de *Chlamys (A.) purpuratus*, *Ostrea chilensis* y *Tagelus dombeii*. Se eligió conchas de estos organismos (que no están presentes en el intermareal) como una forma de minimizar la ocurrencia natural de la fase conchocelis en ellas. Además se las sometió a un baño de hipoclorito de sodio al 8% durante dos semanas para eliminar la posible presencia de conchocelis y de otros

organismos. Posteriormente, los trozos de conchas fueron lavados en agua potable durante seis semanas, renovando el agua periódicamente para eliminar el hipoclorito. El material reproductivo utilizado fue frondas de *Porphyra* de Caleta Rere, las cuales en el laboratorio fueron lavadas en agua corriente para eliminar epifitas y luego se les hizo esporular en agua de mar filtrada. Después de dos días, al comprobar esporulación, la solución fue repartida en tres cubetas de vidrio, conteniendo cada una de ellas trozos de conchas de los 3 sustratos ensayados. Los cultivos se mantuvieron durante 74 días, con un fotoperíodo de 12:12 (luz: obscuridad), en agua de mar filtrada (1 μm), 14° temperatura y 36 $\mu\text{E m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ de iluminación. Se efectuaron controles periódicos midiendo la abundancia de filamentos de conchocelis en las conchas con el método mencionado anteriormente. Al término del período de cultivo se confrontaron las abundancias promedio mediante un análisis de varianza simple.

En la experiencia de desarrollo de la fase conchocelis *in vitro* de *B. fuscopurpurea* y *P. columbina*, se recolectaron frondas de ambas especies en el intermareal de Bolones y Candil (Caleta Villarrica, Dichato) y se hicieron esporular previo lavado para eliminar epifitas. Luego de la esporulación, las esporas se mantuvieron en placas petri con agua de mar filtrada (0.45 μm) y enriquecida con N-NO_3 y P-PO_4 en concentraciones de 1.7 mM y 98 μM respectivamente (McLachlan, 1973) y bajo condiciones de fotoperíodo, temperatura y luminosidad iguales a las de la experiencia anterior.

Los resultados se basan en las observaciones cualitativas y cuantitativas del desarrollo morfológico (formas de crecimiento, diámetro de espora, ancho y largo de filamento, respectivamente).

Al término del período de cultivo, se confrontaron los promedios de largo y de ancho de ambas fases conchocelis con un test de t.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las especies con exoesqueleto calcáreo más abundantes en la zona intermareal de las áreas

estudiadas fueron *Chthamalus cirratus* (= *Jehlius gilmorei* Ross, 1971 *sensu* Newman 1979) y *Perumytilus purpuratus* (Tabla 1). En el área de Candil *Littorina araucana* presenta abundancia similar a *Perumytilus*, sin embargo esta especie se encuentra ausente en el área de Bolones; en esta área la especie que sigue en importancia a *Chthamalus* y *Perumytilus* fue *Trimusculus peruvianus*.

La riqueza de especies de invertebrados fue considerablemente mayor en el área de Candil, contabilizándose diez especies habitantes normales del intermareal y restos de conchas de tres especies provenientes de otras zonas ecológicas. Estas últimas también fueron incorporadas al muestreo, debido a que también constituyeron sustrato para el desarrollo de la fase conchocelis.

La abundancia de la fase conchocelis sobre organismos vivos de la zona intermareal y restos de conchas vacías de especies de la infauna de fondos blandos (*Ameghinomya antiqua*) y del sublitoral rocoso (*Concholepas concholepas*, *Choromytilus chorus* y *Megabalanus psittacus*) se presenta en la Tabla 1. En esta tabla se presentan además los rangos de Spearman asignados para la abundancia ambiental de los organismos y la abundancia de la fase conchocelis en ellos.

El análisis de los resultados entre la abundancia de oferta ambiental de sustrato y abundancia de fase conchocelis, indicó que, en ambas localidades la abundancia de ésta presenta una correlación directa con la abundancia de organismos con exoesqueleto calcáreo que dicha fase habita ($r = 0.8378$ para Playa de Bolones y $r = 0.5179$ para Playa de Candil, según el test de Correlación de Rangos de Spearman, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$).

Las mayores abundancias de la fase conchocelis se observan preferentemente en organismos sésiles y en restos de conchas que habrían estado expuestos a largos períodos a la oferta de esporas en los niveles altos del intermareal (conchas atrapadas en grietas). Menores abundancias se observan en organismos móviles. Este hecho sugiere que la abundancia de conchocelis estaría determinada por el tiempo de residencia del sustrato calcáreo en la zona intermareal.

Otra posibilidad podría ser que la fase con-

Tabla I
Abundancia de organismos, de fase conchocelis y rangos de Spearman asignados para las localidades de Candil y Bolones

ESPECIES	CANDIL				BOLONÉS			
	Abundancia Ambiental (% de cobertura)	R _a	Abundancia* Conchocelis	R _s	Abundancia Ambiental (% de cobertura)	R _a	Abundancia Conchocelis	R _s
<i>Chthamalus cirratus</i> Darwin, 1845	84.7	13	20.5	13	73.5	5	23.3	5
<i>Perumytilus purpuratus</i> (Lamarck, 1819)	4.9	11.5	9.3	10	22.5	4	5.0	3
<i>Ameghinomya antiqua</i> King, 1831	—	—	—	—	1.8	2.5	5.7	4
<i>Littorina araucana</i> Orbigny, 1940	4.9	11.5	6.5	8	—	—	—	—
<i>Trimusculus peruvianus</i> Sowerby, 1835	1.9	10	4.8	6	1.8	2.5	2.5	2
<i>Concholepas concholepas</i> Brugiere, 1789	1.3	9	12.2	11	—	—	—	—
<i>Choromytilus chorus</i> (Molina, 1782)	1.1	8	4.9	7	—	—	—	—
<i>Nassarius gayi</i> Kiener, 1834	0.6	7	2.1	3	—	—	—	—
<i>Crassilabrum crassilabrum</i> Gray, 1839	0.4	5	15.0	12	—	—	—	—
<i>Tegula atra</i> (Lesson, 1830)	0.4	5	1.3	1	0.3	1	1.2	1
<i>Megabalanus psittacus</i> (Molina, 1782)	0.4	5	2.6	4	—	—	—	—
<i>Crepidula</i> sp.	0.2	2	3.4	5	—	—	—	—
<i>Nucella calcar</i> Martyn, 1784	0.2	2	1.5	2	—	—	—	—
<i>Collisella zebrina</i> (Lesson, 1830)	0.2	2	7.6	9	—	—	—	—

R_a = Rango ordinal asignado a la abundancia ambiental del organismo en la zona intermareal

R_s = Rango ordinal asignado a la abundancia de la fase conchocelis en el organismo

* = Expresada como número de filamentos que cruzan un diámetro de un campo ocular de 400 aumentos.

chocelis colonice los distintos sustratos selectivamente. Al respecto, los resultados obtenidos en los experimentos de inoculación *in vitro* de carposporas de *Porphyra* en conchas de *Chlamys* (A.) *purpuratus*, *Ostrea chilensis* y *Tagelus dombeii*, indican que esta hipótesis no sería correcta.

Si bien, a los 55 días de cultivo, se observó una mayor abundancia de fase conchocelis en *Tagelus dombeii* que en *Ch.* (A.) *purpuratus* y *O. chilensis*; ya a los 74 días no existió diferencia significativa en el desarrollo de la fase conchocelis sobre los tres sustratos calcáreos ensayados, bajo las condiciones señaladas (Fig. 2). De

esto se desprende que los tres tipos de sustrato son, a largo plazo, igualmente aptos para el desarrollo de la fase conchocelis ante una oferta similar de esporas.

Los cultivos *in vitro* de carposporas de *Porphyra columbina* y *B. fuscopurpurea* indicaron diferencias en el desarrollo de la fase conchocelis.

El diámetro de esporas de *Porphyra* y *Bangia* una vez asentadas, no mostraron diferencias significativas, en cambio sí fueron significativamente diferentes el largo y ancho de los filamentos de ambas fases conchocelis al cabo de 17 días de cultivo, siendo en ambos casos

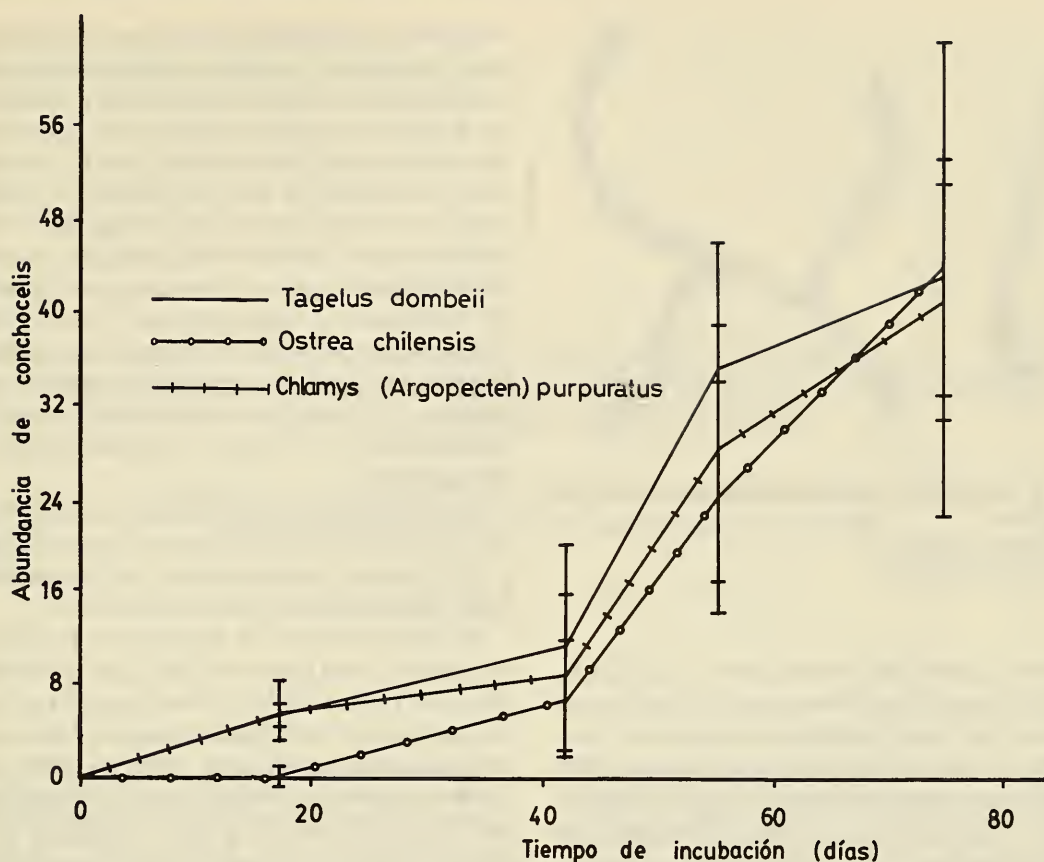


Fig. 2. Desarrollo *in vitro* de la fase conchocelis de *P. columbina* en tres tipos de sustrato calcáreo. Abundancia de filamentos que interceptan un diámetro de un campo ocular de 400 aumentos en el tiempo.

Tabla II
Comparación de promedios de diámetro de espora, largo y ancho de filamento de la fase conchocelis de *P. columbina* y *B. fuscopurpurea*, después de 17 días de cultivo

Parámetros	<i>P. columbina</i>		<i>B. fuscopurpurea</i>	
	Promedio ± D.S.	n	Promedio ± D.S.	n
Diámetro espora	12.2 ± 2.1	18	11.6 ± 1.2	16
Largo filamento	286.5 ± 95.0	22	87.3 ± 44.5	12
Ancho filamento	7.9 ± 2.6	22	4.9 ± 0.4	9

mayores los valores registrados para conchocelis de *Porphyra* (Tabla II).

El desarrollo morfológico de ambas fases conchocelis, mostró también diferencias entre sí. En *Porphyra* las esporas desarrollaron un filamento de germinación, para mostrar ya al

décimoquinto día, dos ramificaciones primarias por filamento, los cuales tenían un aspecto general tortuoso. En cambio *Bangia* presentó filamentos de menor crecimiento, sin ramificaciones y con un desarrollo rectilíneo (Fig. 3).

Con respecto a la importancia ecológica del

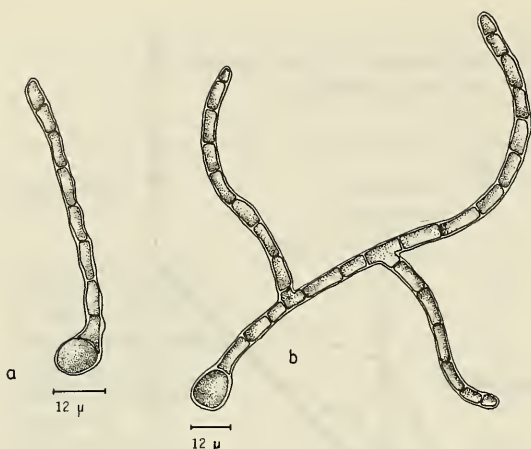


Fig. 3. Filamentos de fase conchocelis, al cabo de 17 días de cultivo.

- a) *Bangia fuscopurpurea*
b) *Porphyra columbina*

sustrato (aparte de servir como superficie de fijación para algas) otros estudios han demostrado el rol que tiene su configuración en la sobrevivencia de las algas. Lubchenco (1983) determinó que plántulas de *Fucus vesiculosus* que se desarrollan en sustratos heterogéneos (con pequeñas fisuras, depresiones o colonizados por cirripedios) escapan al ramoneo de *Littorina* cuando este herbívoro se encuentra en densidades medias y bajas. En el caso de

Porphyra, la colonización de la fase conchocelis en el interior de la matriz calcárea de invertebrados, provee a la totalidad de los individuos de la fase esporofítica, de un mecanismo antiherbívoro aún más efectivo que el descrito por Lubchenco (*op. cit.*), en este caso, conchocelis está suficientemente protegida de los herbívoros y su sobrevivencia excede a la forma alternante erecta, ante una gran presión de herbivoría (Lubchenco and Cubit, 1980) viviendo incluso en las conchas de los mismos herbívoros. Por otra parte, este mismo mecanismo le permitiría a conchocelis evitar la competencia por sustrato con otras algas intermareales.

La maduración de conchocelis y la posterior liberación de conchosporas, se evidencian en la explosiva colonización de la fase gametofítica de *Porphyra* durante el invierno.

El cultivo masivo de *Porphyra* en los países orientales como Japón y China, utiliza ampliamente la característica de conchocelis de ocupar sustrato calcáreo para aumentar los rendimientos en la producción (Miura, 1975). En nuestro país la gran explotación de mitílidos y gastrópodos produce gran cantidad de conchas, las cuales al ser usadas según los métodos orientales o dispersadas en el litoral permitirían incrementar la producción de *Porphyra* en Chile.

BIBLIOGRAFIA

- Clokier, J.J.P.; Scoffin, T.P. y A.D. Boney. 1981. Depth maxima of Conchocelis and *Phymatolithon rugosum* on the N.W. Shelf and Rockall Plateau. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol(4): 131-133.
- Drew, K.M. 1954. Life history of *Porphyra*. *Nature* 173: 1243.
- Etcheverry, H. y G. Collantes. 1977. Cultivo artificial del luche, *Porphyra columbina* (Montagne, 1845) (Rhodophyta, Bangiaceae). *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile*, 16(2): 195-202.
- Littler, M.A. y S.N. Murray. 1975. Impact of *Sargassum* on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Mar. Biol.* 30: 277-291.
- Lubchenco, J. 1983. *Littorina* and *Fucus*: Effects of herbivores, substratum, heterogeneity and plant escapes during succession. *Ecology* 64(5): 1116-1123.
- Lubchenco, J. and J. Cubit. 1980. Heteromorphic life histories of certain marine algae as adaptation to variation in Herbivory. *Ecology* 61(3), pp. 676-687.
- McLachlan, J. 1973. Growth Media-Marine. In: *Handbook of Phycological Methods*. (E. by J.R. Stein), pp. 25-51. Cambridge Univ. Press, London.
- Miura, A. 1975. *Porphyra* cultivation in Japan In: *Advances of Phycology in Japan* ed. by Tokida, J. and H. Hirose, Veb Gustav Fisher Verlag Jena. pp. 273-304.
- Newman, W.A. 1979. On the biogeography on balanomorphan barnacles of the southern ocean including new balanid taxa; a subfamily, two genera and three species. *Proc. Int. Symp. on marine biogeography and evolution in the southern hemisphere*. Vol. 1: 277-306.
- Zar, J. 1974. *Biostatistical*, Mc Elroy and Swanson Eds. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. - U.S.A. 620 págs.