



Sociedad
Chilena de
Ciencias del Mar

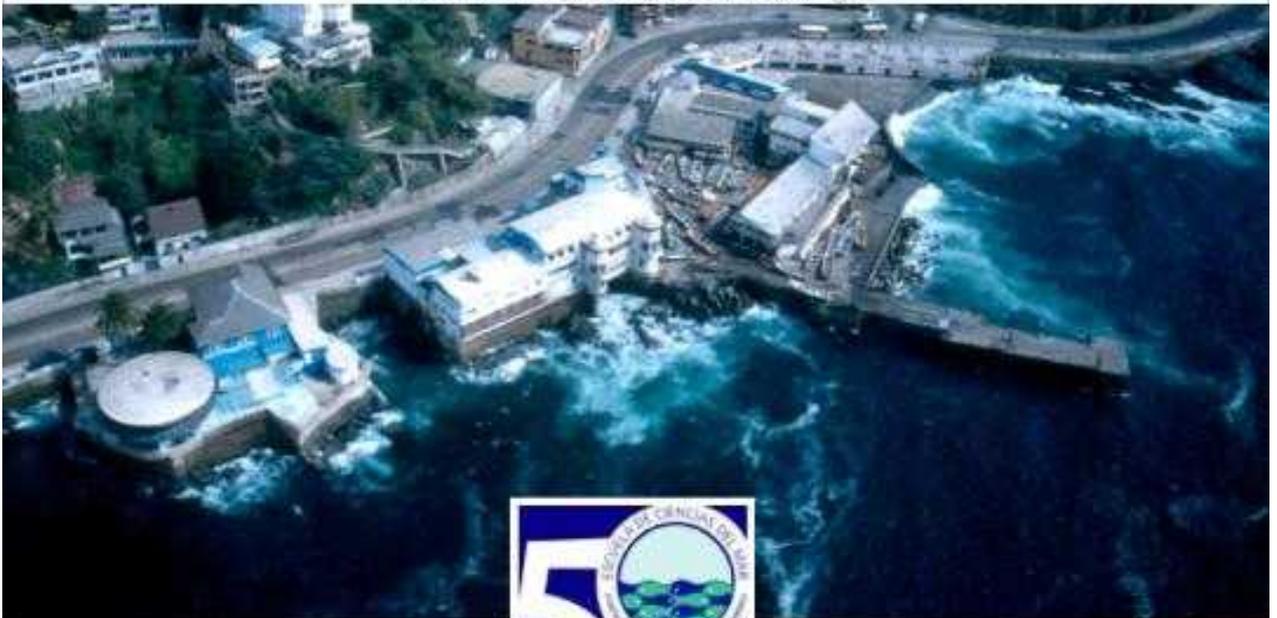
XXV
CONGRESO DE
CIENCIAS DEL MAR



XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
CIENCIAS DEL MAR

Exposiciones Póster Lunes 16 de mayo *Ficología*

Viña del Mar (Chile), 16-20 Mayo 2005



ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

***Ceramium Dozei*. Una nueva descripción de la especie**

Krisler Alveal V. y Krisler E. Alveal D.

Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.
kalveal@udec.cl

Palabras clave: Redescrición, *Ceramium dozei*, gametofitos, carposporofito, tetrasporofito.

Ceramium dozei fue descrito en 1889 por P. Hariot sobre la base de ejemplares tetraspóricos provenientes de Bahía Orange (55°31'S;68°05'W) en Tierra del Fuego, señalando sus características principales muy especialmente sus ápices o furcas divaricadas y no cerradas, obtusas, tetrasporangios en ramos terminales, no inmersos, divididos triangularmente, esféricas. Especie de pequeño tamaño. Se señala además como especie vecina a *Ceramium rubrum*, pero con abundante sistema radicular en las áreas basales.

Ejemplares de *Ceramium dozei* fueron encontrados en Bahía Slogget por Skottsberg (1923) y en Ensenada Susana en el Estrecho de Magallanes y en Punta Talcan en Chile. Fue encontrada también en Tierra del Fuego y Levring (1960) en Bahía Ancud (41°37' S;73°46'W).

Esta especie ha sido citada para el área de Chiloé (41°29';72°58'W) como extensión norte de distribución no habiéndose agregado una caracterización más completo de este taxa durante todo el siglo pasado. Este trabajo completa la información de *C. dozei* en sus aspectos masculinos y femeninos (procarpos) así como en la fase carposporofítica por primera vez y a la vez se extiende su rango de distribución geográfica hasta el área de Concepción—Chile (36°44'S;73°08'W).

Se recolectó material de Golfo de Arauco, Desembocadura del río Bío Bío y Bahía Concepción—Chile (36°44'S;73°08'W) durante noviembre y diciembre de 2004. El material utilizado (tetraspórico, femenino, masculino y carpospórico) fue seccionado y montado en Karo Syrup y teñido con anilina azul acidulada con HCl al 1% para la observación microscópica, fresco y preservado en agua de mar con formalina al 4%. Dibujos fueron efectuados con cámara clara.

El ejemplar tipo del Herbario de París corresponde a ejemplares tetraspóricos y colectados por Hariot en Bahía Orange, Tierra del Fuego. El estudio de los especímenes de Concepción corroboran la similitud entre ambas colecciones confirmándose el tamaño de los ejemplares, con furcas divaricadas, corticación de los talos y características de los tetrasporangios

Ceramium dozei en el litoral de Concepción habita la parte alta y media del mesolitoral rocoso, especialmente en paredes verticales conjuntamente con el bivalvo *Perumytilus purpuratus*, con *Centroceras clavulatum* y *Gelidium pseudointricatum* y puede distinguirse de estos por su color rojizo sobre las frondas más oscura de *G. pseudointricatum* y de *C. clavulatum* en lugares semiexpuestos al oleaje. La talla de los ejemplares no sobrepasa los 2 ó 3 cm con un sistema rizoidal que lo adhiere fuertemente a las rocas o a otras especies acompañantes.

La corticación en los segmentos superiores es muy homogénea menos clara en los segmentos basales en los cuales esta se centra preferentemente en los nudos dejando ver claramente las células axiales grandes casi esféricas aspecto morfológico que puede apreciarse en segmentos no reproductivos en los sectores medianos de los talos y muy especialmente en porciones rastreras en los cuales la corticación esta absolutamente ausente.

En la parte basal los ejes de 100 µm de diámetro se presentan con abundantes rizoides, uniseriados que terminan en un sistema de fijación clara y repetidamente bifurcados. Una división vertical de la célula apical de los ramos, es el inicio de una nueva bifurcación.

Los espermatangios nacen en la parte central y superior de los ejes y a partir de las células corticales y en forma continúa cubren con un color amarillento, toda la superficie de los talos. La cortical genera la célula madre de los espermatangios de las cuales nacen los espermacios.

Los procarpos se generan en la parte externa de cada segmento en las áreas apicales y subapicales consta de 3 células más el carpogonio de 5 μm de diámetro, rama unida a una célula pericentral. El carpogonio consta además de un tricógino largo divergente del eje de 22,5 μm de longitud. De cada segmento pueden nacer 1–3 procarpos, los cuales pueden desarrollar los respectivos cistocarpos.

Ocurrida la fertilización de la célula soporte (pericentral), se corta una célula que actuará como célula auxiliar de fecundación. No se observó la generación de célula de conexión entre la auxiliar y el carpogonio. De la célula auxiliar se genera el gonimoblasto inicial, el cual por repetidas divisiones genera un carposporofito abundantemente ramificado, generando en las células terminales los carposporangios y carposporas. Los cistocarpos de 160 x 212 μm , están cubierto por una fina cutícula, genera carposporas grandes y fuertemente pigmentadas (22 x 20 μm).

Los tetrasporangios se forman a partir de las pericentrales de cada nudo en las zonas medianas y superiores de los ejes, son esféricos y cruciadamente divididos (50 μm x 62,5 μm) y se ubican preferencialmente en la parte externa de cada segmento. Su gran abundancia y localización en partes superiores de los talos le dan a este un aspecto de estiquidio. El grupo de tetrasporas antes de separarse miden 45 x 37,5 μm de diámetro. En un mismo nódulo pueden presentarse 3–4 tetrasporangios.

Esta especie, encontrada en el Estrecho de Magallanes (Tierra del Fuego) fue señalada posteriormente en el área de Puerto Montt (41°29'S;72°58'W) y se extiende su distribución hasta Bahía Concepción y Golfo de Arauco. Los ejemplares son pequeños de escasos 2-3 cm, reproductivos durante los meses de diciembre y enero. Las características vegetativas de los ejemplares de Concepción (horquillas terminales, corticación, diámetro de los filamentos, aspectos de las ramas tetrasporofitos, ubicación y aspecto de tetrasporangios y sistemas rizoidales) concuerdan plenamente con la descripción original de la especie efectuada por Hariot en 1889.

A estas características se agrega ahora la ubicación de espermatangios, características de procarpos y cistocarpos estos últimos, de preferencia naciendo en la parte externa de cada segmento en igual posición que los tetrasporangios. En las partes basales, ocasionalmente los nódulos aparecen corticados y la zona mediana o internudos, desnudos semejante a *Ceramium diaphanum*. Hariot (1889) señala que esta especie se aleja de *Ceramium deslongchampsii* (por sus artejos corticados), de *C. hooperi* (por sus artejos corticados), *C. repens*, *C. radiculosum*, *C. rubrum* (por sus furcas curvadas).

Referencias

- Hariot, P. (1889). Algue mission scientifique du Cap Horn 1882 - 1883. Vol 5. Botanique, Paris
- Levring, T. (1960). Contributions to the marine algal Flora of Chile. Reports of the Lund University, Chile Expedition 1848 -1849.
- Skottsberg, C. (1923). Marine algae 2. Rhodophyceae (Botanische Edgebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien un dem Fenerlande 1907-1909. K. Svenska Vet, Akad. Handl., Bol 63. Stockholm

Extensión de la distribución norte de *Scytothamnus australis* (Phaeopyta, Scytothamnales) en la costa de Chile continental

Carla Olate, Héctor Romo y Paola Soto
Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía. Casilla 160-C, Concepción.
hromo@udec.cl

Palabras clave: *Scytothamnus*, Phaeopyta, distribución, límite norte, Chile.

Scytothamnus australis ha sido descrita como una de las especies pequeñas de algas café más extendidas que crece en extensivas colonias en plataformas rocosas y en arrecifes de la zona intermareal. Es de distribución subantártica, encontrándose en Chile, Australia, Nueva Zelanda y Tasmania e islas subantárticas, lo que indica que su distribución coincide con ambientes de aguas frías.

El material fue recolectado a mano en la zona intermareal media-superior de las localidades estudiadas. En el laboratorio parte del material se herborizó y además se conservó en formalina al 3 % y también en congelación en un freezer a menos 15 °C. Los talos en estudio se compararon con ejemplares de ambas especies de la colección del Herbario del Departamento de Oceanografía y las observaciones se completaron mediante examen de su estructura interna y reproductiva.

El rango de tamaño de talos encontrado osciló entre 3 y 25 cm. de alto. El talo es sólido, grueso, cartilaginoso, de contorno cilíndrico irregular y aplanado en las partes más anchas, color verde oliva a café oscuro tornándose casi negro una vez seco en la hoja de herbario; de consistencia dura y coriácea; en plantas viejas los ejes tienden a ser ahuecados y roídos; desde éstos emergen ramificaciones laterales e irregulares, que gradualmente incrementan su anchura hasta unos 4mm, volviendo a ser más angostas en el ápice, el que se torna cilíndrico y puntiagudo. Penachos irregulares de pelos emergen de pequeños orificios presentes en algunos especímenes pero en menor frecuencia que los reportados por Lindauer *et al.* (1961). para Nueva Zelanda.

El examen de la estructura interna, el tamaño y disposición subcortical de los esporangios ovoides concuerdan con las descripciones de Lindauer *et al.* (1961), Skottsberg, (1907) Skottsberg, (1921) y Levring (1941) para *Scytothamnus australis* en el extremo austral de Chile. En la Fig. 1 se muestra un ejemplar típico de la especie en estudio.



Figura.1. Ejemplar de *Scytothamnus australis* recolectado en bahía Coliumo en la localidad de Litril.

En la Tabla 1 se muestra la distribución del género *Scytothamnus* en Chile, donde además se encuentra también *S. fasciculatus*, especie que presenta una distribución similar a *S. australis*. Hasta el presente éste había sido detectado en el Sur desde la Isla Cabo de Hornos (cercano 56° S) y en el Norte hasta Valdivia (39°49'S, 73°4'W). Esta última localidad debe tomarse con reserva, ya que corresponde a un área principalmente fluvial, y la referencia debe presumirse que corresponde a la costa de la provincia de Valdivia.

Tabla 1 Distribución del género *Scytothamnus* en Chile

<i>S. australis</i>		<i>S. fasciculatus</i>	
Área Geográfica	Autores	Área Geográfica	Autores
Islas Juan Fernández	Levring, 1941	Tierra del Fuego	Skottsberg, 1907
Valdivia	Westermæier, 1981	Chiloé	Skottsberg, 1921
Puerto Montt	Alveal y Romo, 1977	Puerto Montt	Levring, 1960
Chiloé	Skottsberg, 1921	Laguna San Rafael	John, <i>et al.</i> 2003
Lebu	Este trabajo	Golfo y Estero Elefantes	John, <i>et al.</i> 2003
Lota (P. Blanca)	Este trabajo		
Bahía Coliumo	Este trabajo		

Específicamente los ejemplares recolectados en la Octava Región fueron encontrados en: Bahía de Coliumo (Caleta Villarrica, Punta Coliumo y Ensenada Litril, en Lota, en los roqueríos que separan a Playa Blanca de Playa Negra y en Lebu en los roqueríos de Caverna de Benavides.

En conclusión, el límite norte de la especie corresponde a Bahía Coliumo en la Octava Región.

Referencias

- Alveal, K y H. Romo. 1977. Estudios de distribución vertical de la biota costera en el Seno de Reloncaví-Chile. *Gayana, Miscelánea* 7:1-28.
- John, D. M., G. L. J. Paterson, N. J. Evans, M. E. Ramírez, M. E. Spencer Jones, P. D. Báez, T. J. Ferrero, C. A. Valentine & D. G. Reid, 2003 *Manual De Biotopos Marinos De La Región De Aysén, Sur De Chile*. London, Biodiversity Aysén Project. 127pp.
- Levring, T., 1941. Die Meeresalgen der Juan Fernández Inseln. En , C. Skottsberg (ed.), *The Natural History of Juan Fernández and Eastern Island* 2:602-670. Almqvist and Wiksells, Göteborg, Sweden.
- Levring, T., 1960 *Contributions to the Algal Flora of Chile* . Lunds Universitets Arsskrift Ny Foljd, Avda.2, 56 (10): 1-84.
- Lindauer, V.W, V.S.Chapman & M.Aiken, 1961. "The marine algae of New Zeland. II. Phaeopyceae. *Nova Hedwigia* 3(2/3):129-350.
- Ramírez, M.E & B.Santelices. 1991. *Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica*. Monografías Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago 5:347pp.
- RAMIREZ, M. E & C. OSORIO, 2000. Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Investigaciones Marinas*. 28:1-13.
- Skottsberg, C 1907 Zur kenntnis der subantarktischen Meeresalgen. I. Phaeophyceen. En O. Nordenskjöld (ed.), *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Sudpolar Expedition 1901-1903...4* (6): 1-172;. Stockholm.
- Skottsberg, C 1921 *Marine Algae* 1. Phaeophyceae. En, *Botanische Ergebnisse der Schwedischen Sudpolar Expedition nach Patagonien und den Feuerlande 1907-1909*. VIII. Kongliga Svenska Vetenskaps Akademies Handlingar 61(11): 1-56.
- Westermæier, R. 1981 *The Marine seaweed of Chile's Tenth Region (Valdivia, Osorno, Llanquihue, and Chiloé)*. *Proceedings International Seaweed Symposium*. T.Levring (ed), 10:215-220.

Redescripción de *Sarcothalia (Iridaea, Iridophycus) Dichotoma* existente en Malvinas, Chiloé y Magallanes

Krisler Alveal, Héctor Romo y Alexis Alveal

Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C. Concepción-Chile.
kalveal@udec.cl

Palabras clave: Redescripción, *Sarcothalia dichotoma*, gametofitos, carposporofito, tetrasporofito.

Sarcothalia dichotoma (ex. *Iridaea dichotoma*) fue descrita originalmente sobre la base de ejemplares cistocarpos provenientes de las Islas Malvinas Hooker et Harvey (1845) y denominado también *I. dentata* por Kützing (1867) y variedad menor, Kützing (1849).

En 1936 Setchell et Gradner reunieron todas las *Iridaea* bajo el nombre de *Iridophycus* denominándola como *Iridophycus dichotomus* como una nueva combinación para *Iridaea dichotoma*.

Hommersand et al. (1993) Proponen nuevas perspectivas nomenclaturales para Gigartinaceae y entre ellos *Iridaea (Iridophycus) dichotoma* es traspasada al género *Sarcothalia* sobre la base fundamental de presencia de filamentos nutritivos en el cistocarpo forma de generación de carposporas, presencia o no de un pericarpo fuerte, procarpos en ramos pinados, gonimoblasto inicial crece hacia el interior, gonimoblastos interconectados por pits secundarios, tetrasporangios en soros circulares nacen en cadena en filamentos secundarios.

Alveal & Núñez (1987) hacen un examen de la estructura y generación de procarpos, gonimoblastos, sistemas de generación de carposporas y presencia o no de pericarpo en 4 especies de *Iridaea* de la costa chilena, *Iridaea (Mazzaella) laminarioides*, *Iridaea (Mazzaella) membranacea*, *Iridaea (Sarcothalia) crispata* e *Iridaea (Sarcothalia) dichotoma*.

Los resultados de este estudio describen la estructura interna con una corteza de células densas de 5 – 7 corridas de células en áreas fértiles y 9 – 10 corridas frente a zonas procarpicas, médula con una red de células, procarpos de 3 células (carpogonio y dos hipóginas) y célula de soporte que actúa como célula auxiliar con una rama vegetativa, hermana de la rama carpogonial. Después de la fecundación, la generación, del gonimoblasto es hacia la médula con generación de un carposporofito rodeado de un pericarpo evidente.

Las fases tetraspóricas y ejemplares masculinos en la descripción original no fueron incluidos.

Las muestras fueron colectadas en la localidad de Pelluco – Pto. Montt y trasladadas frescas en contenedores termorreguladores hasta Concepción. El estudio se hizo con microscopio fotónica utilizando micrótopo de congelación y tinción con azul de anilina acidificada al 1% con HCl. Preparaciones estables en Karo Syrup y observaciones en microscopio Zeiss.

Los ejemplares recolectados en Pelluco, Pto. Montt–Chile son de pequeño tamaño, no sobrepasando los 12 cm con apófisis corta, no caniculada, sección cilíndrica en la base de los cuales se generan, a partir de varias dicotomías, láminas de bordes tabulados o festoneados, almenados expandiéndose tanto en los ejemplares cistocarpicos como tetrasporicos. Los cistocarpos aparecen, externamente, globosos, sobresalientes, con un nítido ostíolo en su parte central muchos ejemplares recolectados en febrero son aparentemente infértiles o cistocarpicos. Ejemplares tetrasporicos presentan el mismo aspecto de los ejemplares cistocarpicos. Las frondas estériles tienen 500 a 530 µm de grosor.

Presentan un estipe estrecho y expandiéndose en láminas en y muestran frondas divididos sucesivamente, divaricadas, terminando en varios ápices. La ubicación de los cistocarpos es bien definida en la zona central de las frondas, pero ausentes en los extremos y en la parte basal hacia la apófisis, los cistocarpos maduros son esféricos y presentan entre 500–650 µm de diámetro con un ostiolo nítido y central.

En observación microscópica el grosor de frondas sin cistocarpos es de 300 μm . Los cistocarpos miden 250 x 350 μm incluyendo el pericarpo, las carposporas miden entre 12 y 14 μm de diámetro. La estructura microscópica señala la existencia de la célula auxiliar de fecundación de la cual nacen filamentos del gonimoblasto dirigidos hacia la médula y de los cuáles se generan las carposporas lateralmente. La célula auxiliar, estrellada, con filamentos radiados desplaza las células medulares manteniendo contacto mediante pits secundarios con células del tejido femenino. A partir de la célula auxiliar y de los gonimoblastos nacen filamentos que se dirigen al pericarpo, muy evidente. Filamento nutritivos no sobrepasan el pericarpo.

La fronda tetrasporica no incluida en la descripción original, es claramente laminar, expandida como abanico pero hendida repetidamente, divaricada en sus extremos. Las zonas tetraspóricas iniciales se ubican en la parte media de las frondas extendiéndose los soros posteriormente hacia las zonas basales de los talos quedando las áreas apicales sin elementos reproductivos.

Las frondas tetrasporicas en sectores sin soros tienen 500 μm de diámetro y 600 μm en áreas con soros esporangiales, células corticales de 2,5 x 5,0 μm . Cada soro puede medir entre 350 x 500 μm ó 200 x 650 μm y las tetrasporas cruzadas de 50 x 40 μm . Los tetrasporangios nacen en filamentos laterales en las células medulares.

Los procarpos son tricelulares, aunque las uniones del carpogonio se une a una hipogénica, ubicada sobre la célula soporte y de esa hipogénica nace otra célula superior. De la célula soporte (célula auxiliar) nace un ramo vegetativo de 5–6 células, hermana de la rama carpogonial en la base del carpogonio se distingue una célula pequeña la cual hace nexos con la célula auxiliar. Producida la fecundación hay absorción del tricógino, las células de la rama quedan agrupados sobre la célula auxiliar mientras la célula auxiliar inicia su división y generación de gonimoblastos iniciales desplazando a las células medulares femeninas, pero a la vez contactándose con ellos mediante pits. En esta fase el número de células corticales y subcorticales se incrementa generándose una corteza firme.

El trabajo incorpora la descripción de la fase tetraspóricas con descripción del soro tetrasporangial y tetrasporangios descripción de los procarpos su ubicación y estructura y diferencia con los procarpos de *Iridaea*, *Mazzaella* y caracterización interna de los cistocarpos carposporangios y filamentos nutritivos y sea procesos de desarrollo.

Referencias

- Alveal, K & M Núñez (1987). Procesos de post-fertilización y estructura del cistocarpo en especies de *Iridaea* de Chile Central. Medio Ambiente 8(2):52-66.
- Hommersand, MH, MD Guiry, S Fredericq & GL Leister (1993). New perspectives in the taxonomy of the Gigartinales (Gigartinales, Rhodophyta). Hydrobiologia 260/261: 105-120
- Hooker, JD & WH Harvey (1845). Algae antarctic. J. Bot.. Lond. 4:521-551
- Kützinger, FT (1849). Species algarum. Leipzig, vi + 922 pp.
- Kützinger, FT (1867). Tabulae phycologicae. Vol. 17. Nordhausen (iv) + 30 pp -100 pls.
- Setchell, WA & N Gardner (1937). Rhodophycus with special reference to the South American species. Univ. Calif. Publ. Bot. 19(6): 195-244

Pesca de Investigación “ Evaluación de la biomasa de algas pardas (“huiros”) en la costa de la III y IV Región, norte de Chile

Paola Bravo-Barnes¹ y Julio Vásquez C.^{1,2}

¹Facultad de Ciencias del Mar, Universidad católica del Norte. ²Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas (CEAZA). Casilla 117, Coquimbo, Chile.
pbb005@ucn.cl; jvasquez@ucn.cl

Durante el período octubre 2002-2004 dos factores han sido significativos en la estabilidad (abundancia y la distribución) de las poblaciones naturales de algas pardas, especialmente de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* en el norte de Chile: la creciente implementación de centros de cultivo de *Haliotis rufescens* (“abalón rojo”) y *Haliotis discus hannai* (“abalón verde”) en la III y IV Región, y el aumento del poder comprador de *Lessonia trabeculata*, lo que ha generado una presión de extracción significativa, deprimiendo las poblaciones naturales en algunos sectores de la costa del norte de Chile.

La Pesca de Investigación en la III y IV Región de Chile, consideró la prospección de la biomasa y la densidad de tres especies de algas pardas laminariales de importancia económica *Lessonia trabeculata*, *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis integrifolia*. Esta prospección se realizó entre los 26° S, límite norte de la III Región y los 32° 10' S límite sur de la IV Región de Chile, abarcando 700 km lineales de costa. Estaciones de muestreo (N = 131), distribuidas regularmente cada 4,5 km. La prospección se realizó entre el 17 marzo y el 31 de julio 2004.

En cada estación de muestreo se evaluó la distribución de la densidad y la biomasa de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*. Además, se registraron algunos parámetros morfológicos indicadores de patrones de abundancia y crecimiento, y fenológicos para determinar el estado reproductivo de las poblaciones de macroalgas laminariales en un gradiente de distribución latitudinal. La información recolectada en terreno (abundancia y distribución), fue incorporada al Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante el uso de equipos de posicionamiento global (GPS).

Además, se realizaron evaluaciones de la mortalidad natural en sectores escogidos (varaderos históricos), se mantuvo un registro de la actividad sustentada por las algas pardas en plantas de picado y en centros de cultivo de abalones, y empadronó a todas las personas relacionadas con la recolección de algas varadas, cosecha directa mediante buceo, barreteados de orilla.

En la III y IV Región, la biomasa por sector de *Lessonia nigrescens* (entre transectas) fluctúa entre 0 (principalmente playa de arena) y 4.000 Ton, con mayores concentraciones en la IV Región especialmente en su parte sur. En la III Región la biomasa total es de 14.842 Ton, y en la IV Región la biomasa total de *Lessonia nigrescens* es de 42.015 Ton. (Fig 1).

La biomasa total de *Lessonia trabeculata* en la III Región es de 408.371 Ton, y para la IV Región la biomasa total es de 403.278 Ton. (Fig 2). En la III y IV Región de Chile, la distribución de las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* es fragmentada (Fig 3). Para la III Región la biomasa total de *Macrocystis integrifolia* es de 11.251 Ton, y para la IV Región la biomasa total de *Macrocystis* es 32.394 Ton, con fluctuaciones por sector entre 9 y 6.851 Ton.

Las encuestas a los usuarios directos mostró que principalmente trabajan con algas varadas, siendo *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* las de mayor importancia. Además, solo el 50% de los encuestados estaba inscrito en los registros del Servicio Nacional de Pesca.

Las empresas empadronadas compran principalmente *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata*. La biomasa proveniente de cosechas directas (barreteo) es considerable para *Lessonia trabeculata* (2.663 Ton), no así para *L. nigrescens*.

Los centros de cultivo de abalones en la III Región reportaron que utilizan mayoritariamente *Macrocystis integrifolia*, aun cuando complementa sus requerimientos de *Lessonia trabeculata* y *L. nigrescens*. Las proyecciones de crecimiento de centros de cultivo ya establecidos, como la instalación de otros en la III y IV Región puede generar un efecto ecológico considerable en las comunidades costeras dominadas por macroalgas pardas.

La sustentabilidad de los cultivos de abalones en función de la distribución y abundancia de las algas pardas es de alta fragilidad. En este contexto, se sugiere restringir la cosecha, utilizando solamente la mortalidad natural. Además, debiera restringirse a las consideraciones indicadas para la recolección de materia prima para plantas picadoras. Siendo necesario promover el desarrollo a gran escala de cultivos de macroalgas laminariales que permitan la sustentabilidad de los cultivos de invertebrados y que independicen esta actividad de la abundancia de huirales naturales. Además, se debiera coordinar las cosechas con plantas picadoras, las que eventualmente podrán utilizar el disco, estructura que almacena la mayor cantidad de alginatos en las laminariales.

Las estimaciones de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) permiten inferir un alto impacto de las cosechas en los huirales submareales de *Lessonia trabeculata*. Para minimizar los efectos de la extracción directa por barroteo de buzos artesanales se recomienda: (1) cosechar de plantas adultas con diámetros basales de adhesión mayores a 20 cm. (2) ralear del huiral, es decir sacar una de cada 3 plantas. (3) rotar áreas de modo que una misma área no sea visitada sino hasta la siguiente temporada post reclutamiento (marzo-septiembre).

Para un mayor control de cosechas directas, y con el fin de establecer áreas tampones, se sugiere incentivar a las organizaciones de pescadores artesanales a incorporar a las macroalgas laminariales como recurso principal en sus planes de manejo del AMERB.

Este estudio representa el mayor esfuerzo realizado a la fecha para evaluar la abundancia y disponibilidad de las algas pardas de importancia económica en Chile. Mantener registros anuales en el tiempo es crucial para la sustentabilidad de los recursos algales y del ecosistema, y dan solidez y proyección de negocio a las actividades sustentadas por este tipo de recursos biológicos.

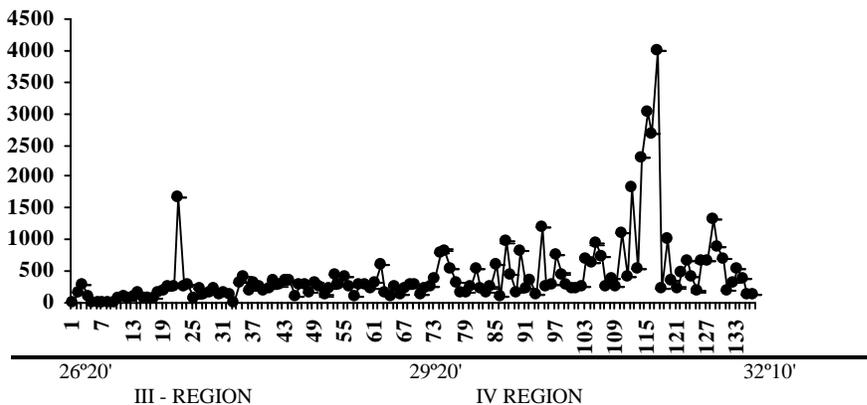


Fig 1. Distribución latitudinal de la biomasa total de *Lessonia nigrescens* por sector de estudio en la III y IV Región.

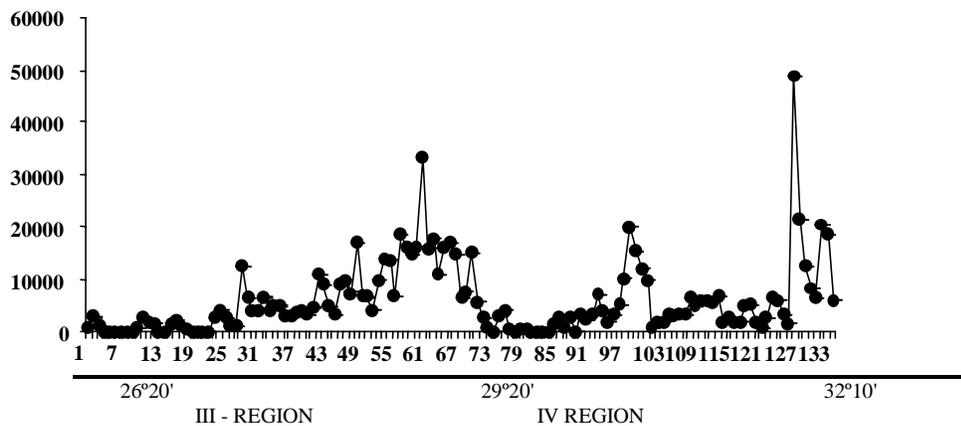


Figura 2. Distribución latitudinal de la biomasa total de *Lessonia trabeculata* por sector de estudio.

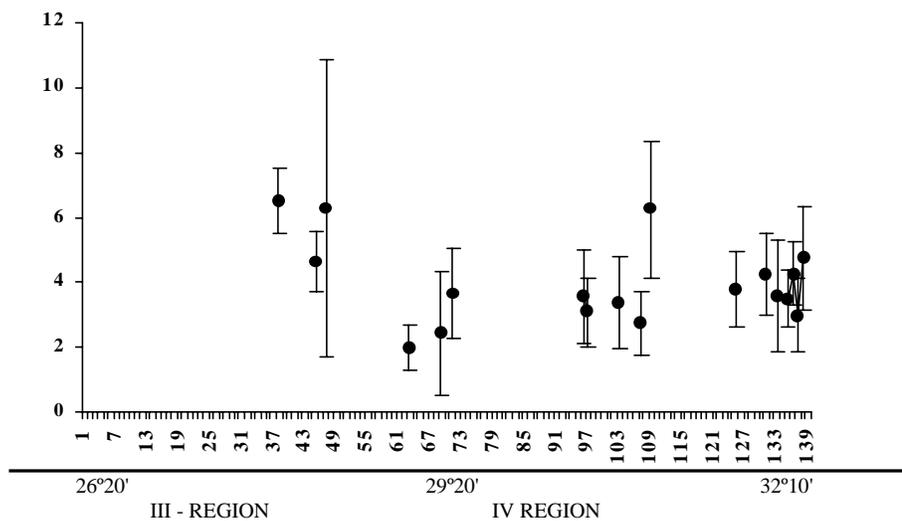


Figura 3. Distribución puntual de la biomasa en poblaciones de *Macrocystis integrifolia* detectadas en la Pesca de Investigación de Algas Pardas en la III y IV Región.

Reclutamiento *In Vitro* de *Ulva* sp. y *Enteromorpha* sp. sobre *Chondracanthus chamissoi* provenientes de cuatro praderas de la costa Chilena

Cristian Bulboa^{1,2}, Erasmo Macaya¹, Karina Veliz¹, Juan Macchiavello¹ y Eurico Oliveira²
¹Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. ²Instituto de Biociencias, Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.
emacaya@ucn.cl

Financiamiento: Red latinoamericana de Botánica (RLB).

La distribución de las zonas de extracción de *C. chamissoi* a lo largo de Chile, involucran separaciones geográficas que van desde los 27° S hasta los 41° S. Esto hace evidente la existencia de diferencias clinales a través de este gradiente latitudinal, suponiendo, a su vez, la existencia de adaptaciones poblacionales a las condiciones climáticas locales, como fue anteriormente demostrado para *Gracilaria* (Santelices & Ugarte, 1990).

En el presente estudio fueron comparadas *in vitro* el reclutamiento esporas y el desarrollo de plantas de *Ulva* sp. y *Enteromorpha* sp. sobre talos gametofíticos y esporofíticos de *C. chamissoi*, proveniente de cuatro localidades del litoral chileno.

Las plantas de *Chondracanthus chamissoi*, fueron colectadas desde las praderas de; Caldera (27° 4' S) III región, La Herradura (29° 58' S) y Puerto Aldea (30° 15' S) en la IV región, y Lechagua (41° 50') en la X región. Para cada localidad y estado reproductivo se usaron 9 cápsulas de petri, con 50 ml de agua de mar estéril y enriquecida. En cada una de las cápsulas se ubicarán tres talos, de 3 cm de longitud. Una solución de esporas, de cada una de las especies de epífitas (*Ulva* sp y *Enteromorpha* sp, separadamente), fue inoculada en tres cápsulas, usadas como repeticiones. Las cápsulas fueron mantenidas en 15°C ± 1°C de temperatura, 60 μmol m⁻² s⁻¹ de densidad de flujo fotónico y fotoperíodo 12 :12 h (L:O). El medio de cultivo se cambió cada 5 días. En forma previa a los experimentos, los talos fueron cultivados bajo las condiciones experimentales, por 2 semanas, para asegurar que no contienen epífitas. Al final de este periodo, los talos fueron estudiados al microscopio y restituida su longitud inicial. Luego de 30 días de inoculadas las epífitas, se realizó un registro fotografico, con ayuda de un microscopio estereoscópico y una camara digital. Las fotografías fueron analizadas con ayuda del programa Image Pro Plus. A partir de las fotografías fue contabilizado el Número de epífitas, su longitud y la cobertura sobre los talos de cada una de las localidades estudiadas.

Como se observa en la figura 1, *Enteromorpha* sp, recluto y creció indistintamente sobre los talos provenientes de las diferentes praderas. Sin embargo, una situación diferentes se observó para *Ulva* sp en donde el tamaño de las plantas reclutadas sobre *C. chamissoi*, así como el numero y su densidad, registraron los menores valores para la localidad de Caldera y Lechagua (figura 1), lo que coincide con las localidades mas extremas consideradas en este estudio. Estas diferencias fueron significativas para Longitud y cobertura (P<0.05). Para Herradura y Puerto Aldea, si bien los valores fueron variable, siempre fueron mayores a las otras localidades. Estos resultados confirman la existencia de diferencias en la resistencia al epifitismo. Esto estaría dado por adaptaciones al medio en el cual viven estos organismos, abriendo lugar a la posible ocurrencia de ecotipos ecológicos, para las diferentes praderas de *C. chamissoi* distribuidas a lo largo de Chile. Estos resultados son importantes para el inminente desarrollo del cultivo de esta especie en Chile, en donde la selección de cepas adecuadas para el cultivo, seria una prioridad, sobre todo si se piensa en producir plantas para el exigente mercado alimenticio asiático.

Referencias

Santelices, B. & Ugarte, R. 1990. Ecological differences among Chilean population of commercial *Gracilaria*. *J. Appl. Phycol.* 2: 17-26.

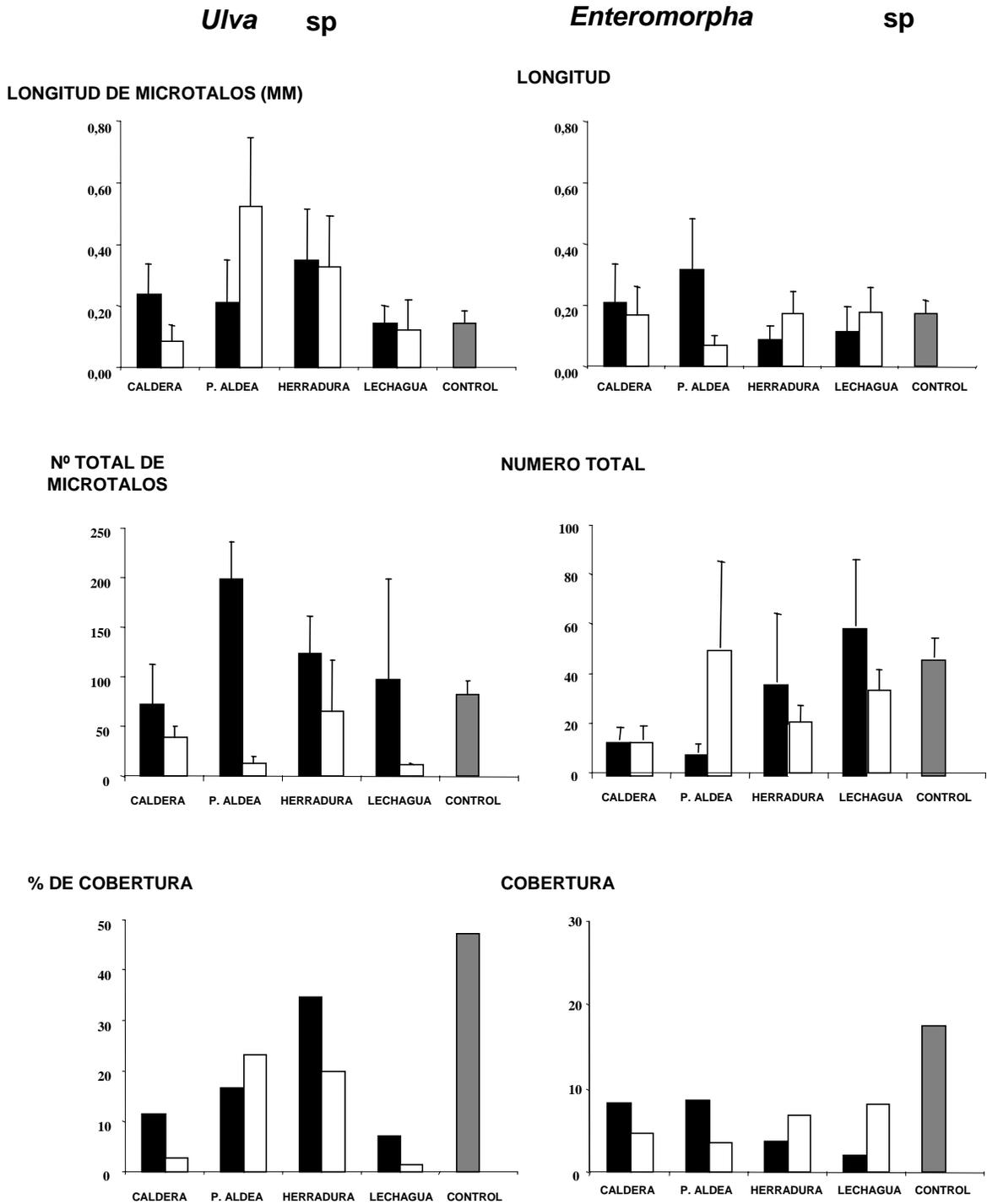


Figura 1. Longitud, Número total y Cobertura de *Ulva* sp y *Enteromorpha* sp reclutadas sobre talos gametofíticos y esporofíticos de *C. chamissoi*, provenientes de 4 localidades del norte y sur de Chile. Barras negras: Gametófitos. Barras blancas: Esporofito.

Efecto de la radiación UV sobre la translocación de ^{14}C en *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, laminariales) bajo condiciones de laboratorio

Vania Cerna, Iván Gómez y Marcela Oróstegui
Laboratorio de Fotobiología, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla 567,
Valdivia.
vaniacerna@uach.cl

Palabras claves: *Lessonia nigrescens*, translocación, ^{14}C , Fotosíntesis, Radiación UV

Financiamiento: Proyecto Fondecyt No 1030343.

En el Pacífico sur-oriental *Lessonia* es junto a *Macrocystis*, uno de los pocos géneros del orden Laminariales. Básicamente poseen las características de tamaño y organización morfológica típicas de los representantes de este orden. En la región sur, *Lessonia nigrescens* abunda en las zonas intermareales expuestas a fuerte oleaje y por su tamaño y función ecológica es considerado un organismo dominante (Westermeier et al. 1994). De esta especie no existen mayores antecedentes sobre sus aspectos ecofisiológicos referidos a fotosíntesis o fotobiológicos

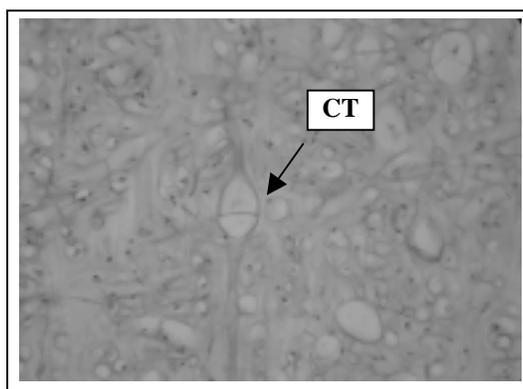


Figura 1 Médula de estipe en *Lessonia nigrescens* donde se observa dos células trompeta (CT) adyacentes.

Los ejemplares de *Lessonia nigrescens* fueron colectados del intermareal rocoso en localidades costeras de Valdivia (39° S) y llevadas al laboratorio donde fueron mantenidas en acuarios con agua de mar a una temperatura de 13-15 °C con aireación constante e iluminadas con lámparas fluorescentes. Los experimentos de translocación se llevaron a cabo usando ^{14}C como el radioisótopo de marcaje. En cada serie experimental 5 frondas fueron usadas. La zona apical (aproximadamente 8 cm) fue sumergida en 50 ml de agua de mar filtrada y esterilizada, a la cual se le adicionó 200 μl de ^{14}C (Fig. 2). El resto de la fronda fue mantenida en oscuridad y bajo constante humedad de agua de mar esterilizada. La iluminación fue provista por dos lámparas PAR, una lámpara Q-panel 340 de radiación UVA y una Q-panel 313 de radiación UVB y cada uno de las cámaras que contienen las zonas apicales del alga fueron cubiertos con filtros Ultraphan-295, Folex-320 y Ultraphan-400 nm respectivamente, en orden a establecer tres diferentes tratamientos de radiación: PAR + UVA + UVB; PAR + UVA y PAR. Transcurridas 2 h bajo estas condiciones se procedió a eliminar el carbono adherido y no fijado con agua de mar filtrada y esterilizada. Luego de esto las frondas completas se expusieron a radiación PAR por un periodo de tiempo variable (0.5, 1, 3 y 6 horas), una vez transcurrido este tiempo se procedió a sacar a una fronda de la cual a su vez se tomaron muestras cada 4 cm desde la zona apical a la basal con un sacabocado de 0.8 mm diámetro de área. La radioactividad fue medida en un Contador de Centelleo Packard Tri-Carb.

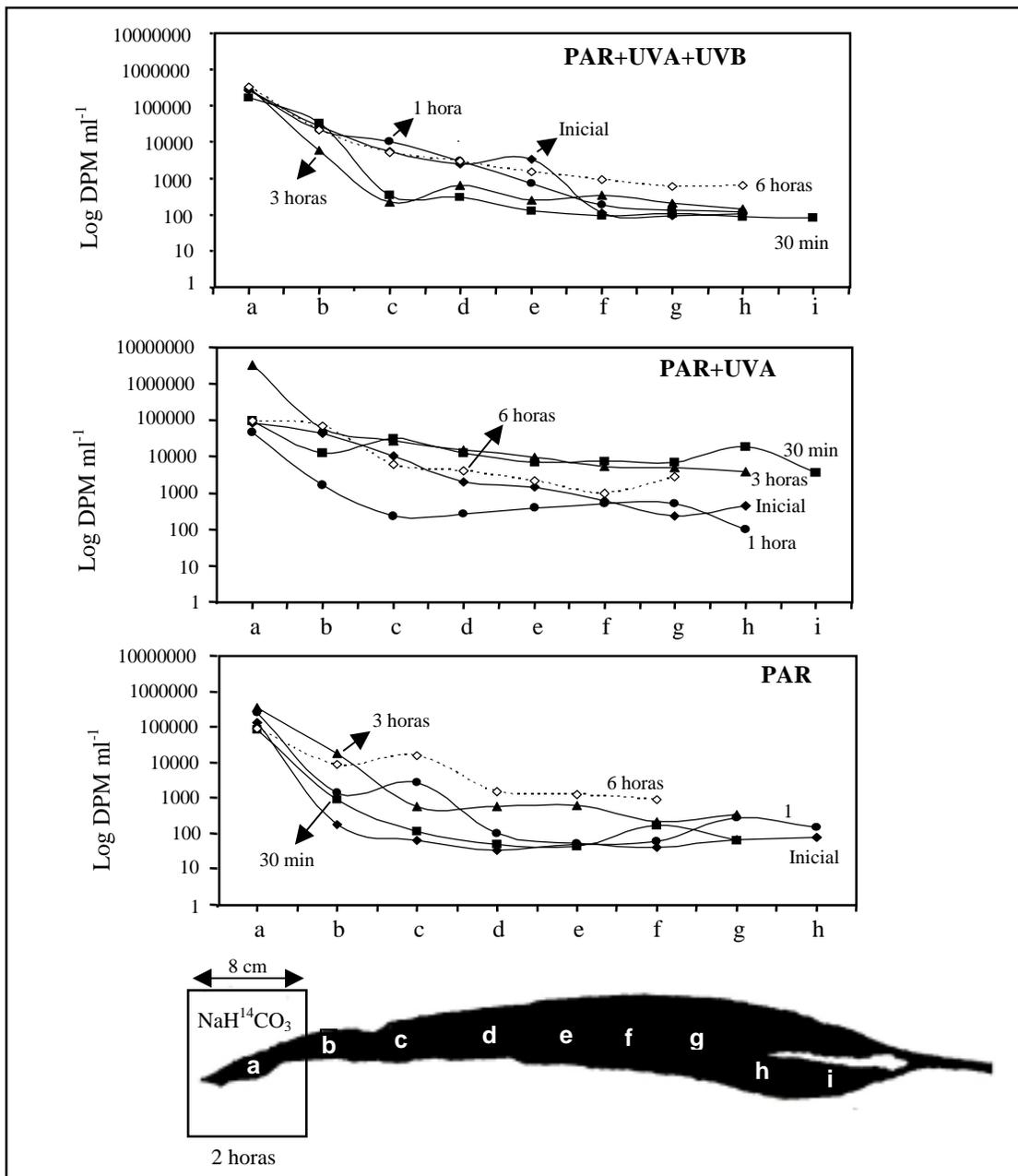


Figura 3 Translocación (perfiles de radiactividad de ^{14}C en DPM) en frondas de *Lessonia nigrescens* sometidas a diferentes tratamientos de radiación UV. La zona apical de la fronda (a) fue expuesta por 2 h a fotosintetizar bajo las diferentes condiciones de UV y tiempos

Los resultados muestran transporte de carbono radioactivo desde la zona apical a la basal. Luego de ser expuestas las frondas a radiación UV, se observó que ya en el tiempo inicial existe transporte de carbono hacia la zona basal del alga, esto podría explicarse por el daño que produce el tratamiento de RUV en las zonas apicales al momento de realizarse la incubación, provocando una menor formación de compuestos fotosintéticos y por ende tasas de translocación de carbono radioactivo más rápidas. En general la velocidad de translocación depende de la concentración de sustancias. Es por ello que

bajo tratamientos con UV (UVB y PAR), no se observan diferencias en los perfiles a distintos tiempos. En tanto las algas expuestas a radiación PAR muestran un transporte de carbono mas lento, esto se debería a que este tipo de tratamiento no produce daño en las zonas apicales incubadas realizándose un proceso de fotosíntesis normal. De acuerdo al tiempo transcurrido, nosotros podemos decir que las tasas de translocación en *L. nigrescens* serían entre 6 – 10 cm h⁻¹.

Los resultados de este estudio enfatizan la existencia efectiva de translocación en *Lessonia nigrescens* y que las tasas pueden ser afectadas por la radiación UV. Tales hallazgos son una indicación que los precursores energéticos necesarios para el crecimiento pueden verse afectados por este tipo de longitud de onda y por ende tener consecuencias para el desarrollo del alga, la cual tiene zonas de crecimiento intercalar entre la fronda y el estipe.

Referencias

- Nuñez M, Alveal K (1988) Estructuras cribadas en algunas algas pardas Chilenas. *Gayana Bot.* 45:371-378
- Schmitz K (1981) Translocation. En: Lobban CS & MJ Wynne (eds). *Biology of Seaweeds*. Oxford, Backwell Scientific. pp 534-558.
- Westermeier R, DG Müller, I Gómez, PJ Rivera, H Wenzel (1994) Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. *Mar Ecol Prog Ser.* 110:187-194

Meiofauna litoral asociada a *Corallina officinalis* del Golfo Nuevo, Chubut, Argentina

Cofré, M.N.¹; Harguinteguy, C.A.² y Pastor de Ward, C.T.³

¹Macedonio Fernández 4174. (5009)-Córdoba. Argentina. ²25 de Mayo 269. (2651)- Gral. Viamonte. Argentina. ³Centro Nacional Patagónico. Boulevard Brown s/n (9120)- Puerto Madryn, Chubut.
noelcof@argentina.com

Palabras clave: Meiofauna, estructura de la comunidad, *Corallina officinalis*, sustrato rocoso (restingas), golfo Nuevo.

Una característica dominante del intermareal rocoso de muchas costas templadas y subtropicales es la presencia de áreas de algas calcáreas coralinas. La fauna de estos ecosistemas consiste de invertebrados móviles y sésiles, fijados o asociados al alga y al fondo rocoso (Olabarria, 2002). Debido a que la estructura de las comunidades bentónicas (Gray et al. 1988,1990) varía sensiblemente con alteraciones de tipo antrópico, podría ser posible identificar efectos de polución marina, reflejados en estos cambios. Las ventajas de la meiofauna sobre la macrofauna en monitorear ambientes contaminados han sido especificadas por Heip et al.(1988).

El golfo Nuevo está ubicado en la provincia de Chubut, Argentina. Porciones de sustrato rocoso, denominados localmente "restingas", rodean las playas de arena. Sobre éstas se encuentran parches de algas coralinas. El propósito de este estudio es caracterizar la estructura de la comunidad meiofaunal asociada a dichos parches de *Corallina officinalis*, tratando de definir si existen o no diferencias entre las restingas que rodean a la playa de Puerto Madryn con efecto antrópico, por su cercanía a los puertos, y las alejadas hacia la desembocadura del golfo.

El muestreo se llevó a cabo en Junio y Julio del 2003 sobre 5 restingas (zonas), comenzando con las que rodean la playa de Puerto Madryn. Se seleccionaron 18 estaciones de muestreo, se tomaron de 3 a 4 muestras por restinga, cada una con 3 réplicas. Las muestras se colectaron manualmente con cilindros de metal (3 cm de diámetro), cortando a través del alga hasta la superficie de la roca. Las muestras fueron conservadas en formalina al 5% con agua de mar y 2 % de Rosa de Bengala, para su tinción. Se colectó una muestra del sedimento superficial por cada sitio para obtener el tamaño medio de partícula, también se midió la temperatura del sedimento con termómetro de mercurio. En el laboratorio se lavó cada muestra de coralina y se midió su altura. La separación de las mismas se llevó a cabo por el método de decantación utilizando agua de mar filtrada. Se utilizaron tamices de 500 μ m y 50 μ m, y la fauna retenida en este último se contó y clasificó bajo lupa estereomicroscópica.. Luego se los montó en portaobjetos para ser fotografiados e identificados hasta el nivel de taxa posible, según Higgins & Thiel (1988). Para el análisis de los datos se siguieron los métodos descriptos por Clarke y Warwick (2001) usando el PRIMER v5 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research).

El mayor número de taxones hallados en el intermareal rocoso del golfo Nuevo, es de 15 (en un rango de 11 en la restinga I y 14 en la restinga IV), resultando en un número de taxas promedio de 13 por estación. Además se hallaron larvas y huevos de 5 taxas diferentes probablemente pertenecientes a meiofauna temporaria.

La densidad meiofaunal promedio total en todas las restingas es de 2594,53 ind. 10cm⁻² en un rango de 1673,27 ind. 10cm⁻² en la restinga IV y 3721,60 ind. 10cm⁻² en la II.

Los phyla Nematoda y Copepoda dominan numéricamente las 5 restingas del muestreo. La abundancia relativa de estos dos taxones representa el 90% del total de la comunidad meiofaunal.

A éstos le siguen los taxones Ostracoda y los Polychaeta con 2% de abundancia relativa. El resto de los taxones (Sarcomastigophora, Cnidaria, Turbellaria, Bivalvia, Oligochaeta, Halacaroida, Amphipoda, Isopoda, Cumacea, Tanaidacea y Cladocera) ocurren en bajo número de individuos, con

una abundancia relativa de 3,5 % del total de la meiofauna. Por otro lado las larvas y huevos (meiofauna temporaria) se hallan en un 2,5% de abundancia relativa.

En cuanto a la diversidad de la comunidad meiofaunal no existen diferencias muy marcadas. Las 5 zonas son homogéneamente diversas y el índice de Shannon-Wiener (H') varía de 1,12 (restinga I) a 1,18 (restinga II). La misma escasa variación demuestra el índice de equidad de Pielou (J), que varía de 0,39 a 0,42 para las mismas restingas. Utilizando el ANOSIM de 1-vía para analizar la meiofauna, los tests de a pares señalan claras diferencias entre las 5 restingas, con excepción de la II-V, como se ve en la Tabla 1. El test Global muestra un $R=0,509$, con un nivel de significancia del 0,1%.

El MDS no-métrico (Ordenación a Escala Multidimensional) de la Figura 1 refleja las similitudes entre las comunidades biológicas, en el que se puede apreciar las 5 restingas claramente marcadas,

Tabla 1: Resultados del ANOSIM de 1-vía y tests de a pares para las diferencias en la estructura de la comunidad meiofaunal entre las restingas del Intermareal rocoso del golfo Nuevo.*)

<i>Test global</i>		<i>Zonas comparadas</i>									
		<i>I-II</i>	<i>I-III</i>	<i>I-IV</i>	<i>I-V</i>	<i>II-III</i>	<i>II-IV</i>	<i>II-V</i>	<i>III-IV</i>	<i>III-V</i>	<i>IV-V</i>
R	0,509	0,4	0,544	0,628	0,473	0,472	0,743	0,338	0,601	0,434	0,801
p	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01

(*) Análisis sobre los datos transformados a raíz cuadrada.

mostrando cuan separadas están en el espacio. En la Tabla 2 se muestran los valores promedio de las variables ambientales. Se observa un aumento de los valores de temperatura, de la altura de *Corallina* del coeficiente de asimetría (Sk) y del porcentaje de fracción fina del sedimento en las restingas III y V. El coeficiente de mezcla muestra sus valores más altos en las restingas II y III y el tamaño medio de partícula (TMP) en la III y IV. El sedimento se caracteriza por ser homogéneo, mezclado y predomina la arena fina (Escala de Wentworth). El porcentaje de arena fina muestra las mayores diferencias, ocurriendo el valor más alto en la restinga III. La altura de *Corallina* ocurre con su valor más alto también en esta restinga. Para el análisis del BIO-ENV se correlacionó el rango de Spearman entre la matriz faunal de similitud de Bray- Curtis y la matriz de distancia Euclidiana derivada de los datos ambientales para examinar la relación de la comunidad bentónica y la estructura ambiental del hábitat, determinando que solo el tamaño medio de partícula (TMP) maximiza el coeficiente de Spearman. (□).

Tabla 2: Promedio de las variables ambientales para las 5 restingas del muestreo del intermareal rocoso del golfo Nuevo. (So: Coeficiente de mezcla, Sk: coeficiente de asimetría, TMP: tamaño medio de partícula)

<i>Restingas/ Var. amb.</i>	<i>Temperatura (*C)</i>	<i>Alto Corallina (cm)</i>	<i>So</i>	<i>Sk</i>	<i>TMP (cm)</i>	<i>% Frac. fina</i>
I	8,7	1,1	0,91	0,91	0,225	1,73
II	8,7	0,86	0,83	0,83	0,243	9,77
III	10,1	1,58	0,98	0,98	0,369	37,94
IV	8,6	1,02	0,84	0,84	0,423	6,52
V	9,8	1,65	0,96	0,96	0,191	15,12

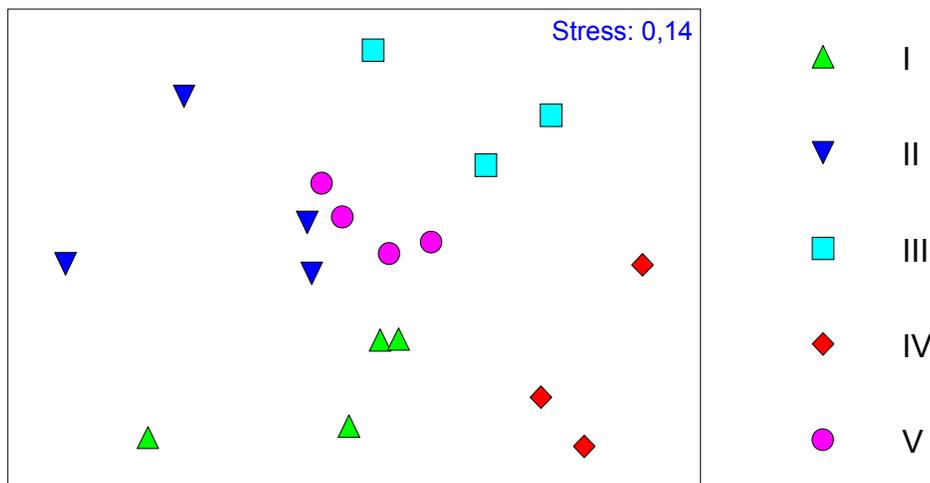


Figura 1: Ordenación a escala multidimensional (MDS no-métrico) para las densidades meiofaunales transformadas a raíz cuadrada de las estaciones de las 5 restingas del golfo Nuevo. El bajo factor de stress de 0,14 indica un valor alto de ordenación con interpretación real.

Podemos concluir con este trabajo que no existe un gradiente desde las restingas que rodean la playa de Puerto Madryn hacia las más alejadas, hasta la desembocadura del golfo. Esto puede deberse a que la meiofauna se encuentra al abrigo de *Corallina*, creando un ambiente estable y amortiguando los efectos de polución. Por lo tanto no puede demostrarse que existan diferencias entre las restingas que rodean la playa de Puerto Madryn y las alejadas de las mismas. Sin embargo el ANOSIM de 1-vía deja en claro las diferencias en el patrón de distribución de la meiofauna, observadas en el MDS no-métrico. Este enseña que la restinga V se encuentra en el centro de la distribución y la rodean ordenadamente las restantes.

Referencias

- Clarke, K.M. and R.M. Warwick. 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical and Interpretation, 2nd edition. PRIMER-E Ltd Plymouth Marine Laboratory, UK.
- Gray, J.S., M. Aschan, M.R. Carr, K.R. Clarke, R.H. Green, T.H. Pearson, R. Rosenberg, R.M. Warwick. 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierjford/Langesunfjord and in mesocosm experiment. Mar. Ecol - Prog. Ser. Vol.46:151-165.
- Gray, J.S., K.R. Clarke, R.M. Warwick, G. Hobbs. 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: a example from the EKOFISK and Eldfisk oilfields, North Sea. Mar. Ecol.-Prog. Ser. Vol.66: 265-299.
- Heip, C., R.M. Warwick., M.R. Carr, P.M.J. Herman, R. Huys, N. Smol and K. Van Holsbeke. 1988. Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierjford/Langesundford. Mar. Ecol.-Prog. Ser. Vol.46: 171-180.
- Higgins, R.P. and Thiel. 1988. Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., London, 488pp.
- Olabarria, C.. 2002. Role of colonization in spatio-temporal patchiness of microgastropods in coralline turf habitat. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 274: 121-14.

Flora marina de la Isla Isabel, en el Pacífico Tropical Mexicano

Enciso-Padilla, Ildelfonso, López-Uriarte, Ernesto y Ríos-Jara, Eduardo.
Laboratorio de Ecosistemas Marinos, Departamento de Ecología, Universidad de Guadalajara,
México.
ienciso@cucba.udg.mx

Palabras clave: Isla, macroalgas, sustrato, intermareal, submareal.

Las macroalgas representan un recurso natural de considerable interés para el hombre, ya que además de la visión tradicional que considera como principal potencial de las algas a su uso como alimento o materia prima dentro de variados procesos industriales, recientemente se les ha utilizado como indicadores de cambios en las condiciones ambientales de las comunidades litorales, aprovechando su gran capacidad de absorción de los nutrientes y ser de los organismos bénticos de más rápido crecimiento y más comunes en las zonas intermareal y submareal.

La Isla Isabel fue visitada en 1934 y 1939 por la Expedición Hancock, y en la que, de acuerdo a Taylor (1945), sólo se reporta a *Ahnafeltia*, las cuales fueron observadas en las rocas batidas por las olas. Aún cuando hicieron algunos dragados, no se obtuvo material adicional. Sin embargo, Enciso (2000) menciona el registro de algunas especies que fueron colectadas en la Isla Isabel a través de varias colectas, algunas de ellas realizadas por Dawson en 1927 y por Taylor en 1936. Estos registros son de revisión de herbarios y consultas bibliográficas

El objetivo del presente estudio es determinar la composición taxonómica de las comunidades de macroalgas y su ambiente en el intermareal y submareal de la Isla Isabel, y cuya meta fue ampliar el área de protección a la zona marina de la Isla.

Se realizaron seis recolectas en la Isla Isabel durante los años de 2002, 2004 y 2005. La recolecta del material biológico se hizo desprendiendo las macroalgas del sustrato con ayuda de una espátula o directamente con la mano. En el caso de las algas del ambiente submareal, se utilizó equipo SCUBA. Las muestras fueron debidamente etiquetadas y fijadas en formol al 4% en agua de mar y depositadas en la sección de macroalgas del Laboratorio de Ecosistemas Marinos del Dpto. de Ecología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Guadalajara. Asimismo, se hizo una revisión en bases de datos para integrar los registros de las mismas al listado taxonómico final.

Se realizaron cinco salidas de campo a la isla en el transcurso de los años de 2002, 2004 y 2005. Las recolectas se hicieron de las macroalgas que se desarrollan en la zona intermareal y submareal de los diferentes sustratos (rocoso, arenoso y rocoso/arenoso y coralino). Se realizaron recolectas en las siguientes localidades de la isla:

Playa Pescadores (recolecta en el submareal)

1. Las Monas (submareal)
2. Playa del Ocaso (intermareal)
3. Playa Larga (intermareal)
4. Cerro Pelón (submareal)
5. Playa Pescadores (submareal)

Los ambientes en el intermareal en los cuales se recolectaron las macroalgas fueron en plataformas rocosas, pozas de marea y canales de corriente. Para la identificación de los especímenes se utilizaron las obras de Abbott, et al., 1978 y 1987, Dawson, 1962 y Taylor, 1945

La Isla Isabel se encuentra ubicada en el Pacífico Tropical Mexicano, frente a la costa del Estado de Nayarit. Esta es una isla de origen volcánico de edad reciente, y es una manifestación superficial de al menos ocho diferentes volcánicos. La estructura de la isla está asociada al movimiento de las placas

tectónicas Americana y Pacífico. Está compuesta principalmente de material ígneo extrusivo (basaltos).

El presente estudio permitió obtener un listado de 32 especies de algas (tabla 1), pertenecientes a 4 divisiones: Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta.

Tabla 1.- Listado sistemático de las algas de la Isla Isabel.

* = Registro en base de datos

(²) = Registro en base de datos y colecta en el presente trabajo

CYANOPHYTA

Lyngbya confervoides C. Agard ex Gomont

Lyngbya majuscula Harvey ex Gomont

• CHLOROPHYTA

Chaetomorpha antennina(Bory) Kützing 1847

* *Cladophoropsis robusta* Setchell et Gardner 1924

Valoniopsis pachynema (Martens)

Borgesen 1934

Bryopsis pennatula J. Agardh 1847

Caulerpa peltata Lamouroux 1809

Caulerpa sertularioides

Halimeda discoidea Decaisne 1842

Polyphysa parvula (Solms-Laub) Schnetter et Bula-Meyer 1982

PHAEOPHYTA

Dictyota condescens

Padina gymnospora (Kützing) Sonder 1871

Sargassum liebmanii J. Agardh 1847

RHODOPHYTA

**Ahnfeltia concinna*

**Ahnfeltia gigartinoides*

Gelidium arborescens Gardner 1927

Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis 1863

* *Gelidiopsis variabilis* (J. Agardh) Schmitz 1895

* *Gracilaria johnstonii* Setchell et Gardner

Gracilaria textorii (Suringar) De Toni 1876

* *Gracilaria veleroae* Dawson 1944

* *Cruoriella dubyi* (Crouan et Crouan) Foslie 1889

(²) *Amphiroa dimorpha* Lemoine 1929

Jania tenella

Jania pacifica Areschoug 1852

Lithophyllum spp.

(²) *Hypnea pannosa* J. Agardh 1847

Ahnfeltiopsis sp.

* *Rhodymenia lobata* Dawson 1941

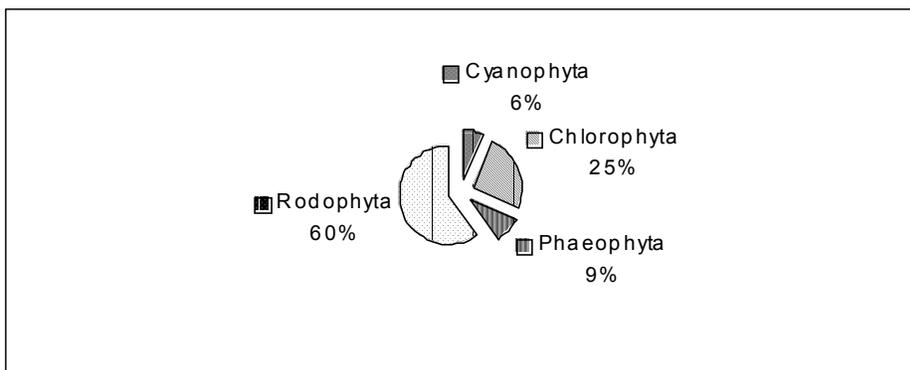
Botryocladia uvarioides Dawson 1944

Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne 1846

Ceramium gardneri

De las 32 especies, 8 son registros de bases de datos y 24 fueron recolectas.

Tabla 2. Proporción de especies por división encontradas en la Isla Isabel.



Referencias

- Abbott, I. A. and Dawson E. Y. 1978. How to know the seaweeds. 141 pp.
- Abbott, I.A. and Hollenberg, G.J. 1987. Marine Algae of California. Stanford University Press. 827 pp.
- Enciso, P.I. 2000. Inventario de las macroalgas del límite norte del Pacífico Tropical Mexicano. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara.
- Taylor, W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands. The University of Southern California

Valor nutricional, caracteres organolépticos y ficobilinas de *Porphyra* spp. de la costa central de Chile

Marcela Escobar, Fabián Soto y ¹Gloria Collantes.
 Facultad Farmacia, Universidad Valparaíso. Casilla 5001, Valparaíso, Chile. ¹Facultad Ciencias del Mar, Universidad Valparaíso, Casilla 5080-Reñaca, Viña del Mar
marcela.escobar@uv.cl; . gloria.collantes@uv.cl

Financiamiento: Proyectos DIPUV18-2001 y DIPUV29-2000.

Las especies de *Porphyra* son populares en China, Japón y Corea. Constituyen un alimento funcional, cultivable, con criterios de calidad comparables al vino y quesos en occidente. En Japón la producción anual de “nori” es de 60,000 t. d. wt, valorizadas en US \$ 1.5 billones/año. (Graham & Wilcox 2000). En Chile es *Porphyra* “luche” es alimento de poblaciones costeras, su comercialización es insignificante y no se cultiva (SernaPesca 1991-2001)

En el oriente *P. yezoensis* (variedad de cultivo) y *P. tenera*. constituyen el 90% del total de la producción. En acuicultura de especies nativas de *Porphyra* en costas del pacífico Noroeste en USA se han seleccionado “especies nori”, en base de la textura, aroma y color de las frondas.

En este contexto en este trabajo se determina el valor nutricional, caracteres visuales y organolépticos comerciales y ficobilinas de especies de *Porphyra* previamente seleccionadas de la costa central de Chile: *P. columbina*, *P. torta*, *P. linearis*, *P. pseudolinearis* y *P. woolhousiae* (Gonzalez & Collantes 2001). Las recolecciones se efectuaron entre el año 2001 y 2002 según estacionalidad. En las recolecciones con abundancia de plantas juveniles mezclas de dos especies fueron tratadas conjuntamente. La metodología usada incluye, MO y MET de pared celular, HPLC para pigmentos, análisis proximal AOAC, y análisis sensorial por test de comparación múltiple, usando controles comerciales orientales (A y B).

Los resultados fueron los siguientes:

-Grosor de Lámina:

P. columbina (100 - 135 µm), *P. torta* (70 - 80 µm), *P. linearis* (58 - 56 µm), *P. pseudolinearis* (60 - 67 µm), y *P. woolhousiae* (50 - 52 µm).

-Análisis Proximal:

	Cenizas %	Lípidos %	Proteínas %	Fibra dietética total %
Comercial A	11,68	0,84	37,29	19,96
Comercial B	7,42	39,52	22,26	19,05
<i>P. woolhousiae</i>	15,51(*)	0,44(*)	30,38(*)	25,42*
<i>P. linearis</i>	15,17	0,45(*)	26,39	32,32
<i>P. linearis/P.pseudolinearis</i> A	16,71*(*)	0,78(*)	24,55*	39,83*(*)
<i>Porphyra</i> sp. 1b	12,64	0,42(*)	27,89*	33,91
<i>P. columbina</i>	8,00*	0,16*(*)	27,50*	31,78*
<i>P. torta/P.pseudolinearis</i>	6,67*	0,79(*)	12,75*(*)	34,25*(*)
<i>P. woolhousiae/P.pseudolinearis</i>	7,14*	0,57(*)	20,31*	35,62
<i>P. pseudolinearis</i>	18,4* (*)	0,38(*)	21,33*	40,25*(*)
<i>P. torta</i> A	5,79*	0,44(*)	22,35*	perdida

(p<0,01) *A, (*)B = diferencias significativas

-Concentraciones de R- Ficoeritrina (mg/g)

	Valores cromatográficos	Valores espectrofotométricos
P.linearis/P.pseudolinearis B	0,540	0,327
<i>P. torta B</i>	0,303	0,156
<i>P. woolhousiae</i>	0,675	0,490
<i>P. linearis</i>	0,431	0,402
<i>P. columbina</i>	0,38	0,219
<i>P.linearis/P.pseudolinearis A</i>	0,595	0,462
<i>Porphyra sp. 1a</i>	0,017	0,163
<i>P. torta/ P.pseudolinearis</i>	0,011	0,129
<i>P.pseudolinearis</i>	0,244	0,276
<i>P. torta A</i>	0,169	0,302

Caracterización Organoléptica de especies recolectadas y comerciales

Especie	Parámetro	Muestra Comercial A (sushi)	Muestra Comercial B (láminas)
<i>Porphyra woolhouseae</i>	Color	64	60
	Olor	46	45
	Sabor	44	45
	Textura	39	52
<i>Porphyra sp 1b</i>	Color	33	30
	Olor	43	42
	Sabor	42	45
	Textura	48	41
<i>Porphyra torta B</i>	Color	50	42
	Olor	45	45
	Sabor	54	52
	Textura	54	46
<i>Porphyra columbina</i>	Color	49	44
	Olor	41	41
	Sabor	51	50
	Textura	52	47

tabla de ranking (p<0,05), 15 repeticiones = 15 jueces

La evaluación proximal revela que (A) es similar de *P. woolhouseae* en contenido de proteínas y fibra dietética y (B) similar de *P. woolhouseae* en contenido de fibra y *P. torta* en contenido proteico. La caracterización organoléptica demuestra mayores similitudes entre (A), *P. torta* y *P. columbina*. *P. woolhouseae* posee la mayor cantidad en base húmeda de R-ficoeritrina. Las plantas adultas de *P.woolhouseae* y *P. linearis* y los juveniles de todas las especies estudiadas tienen grosores de lámina ligeramente superiores a *P.yezoensis* (40 – 56 um).

Cada una de las especies mencionadas en los resultados, tienen uno/s u otro/s de los caracteres comerciales deseables, sin embargo *P. woolhousiae* es la especie nativa que más se aproxima en valor nutricional y grosor de lámina a una “especie nori”. Estos valiosos resultados avalan su masificación en cultivo y la aplicación en ella de técnicas de mejoramiento genético.

Referencias

- Cáceres, E. 1995. Métodos de preparación de algas para su observación con microscopía convencional (METC). En Manual de Métodos Ficológicos, Alveal K, ME Ferrairo, EC Oliveira & E Sar (eds). Universidad de Concepción Chile. Editorial Anibal Pinto SA.
- González, A. & Collantes, G. 2001. Taxonomía numérica y diversidad de *Porphyra* spp. En Alveal K & T. Antezana. (eds), Sustentabilidad de la biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones, 125 – 138.
- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. Algae. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ 07458. 640 pp.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analisis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists.
- Sernapesca. Anuario Estadístico de Pesca. 1991-2001. Servicio Nacional de Pesca. Chile.

Distribución espacial de estructuras reproductivas y relaciones entre los carposporofitos en láminas femeninas de *Mazzaella laminarioides* (Rhodophyta, Gigartinales)

Claudio Gutiérrez O. Y Ricardo Otaíza O'R.

Fac. Ciencias, Univ. Católica Sma Concepción. Casilla 297, Correo Concepción.

cgutierrez@langolo.cl, rotaiza@ucsc.cl

Financiamiento: Fondecyt 1020855.

La mayoría de las algas rojas presenta un ciclo de vida complejo de tres fases. Dos de ellas son de vida libre, los tetraesporofitos diploides y los gametofitos masculinos y femeninos haploides. La tercera fase, los carposporofitos diploides, se genera a partir de la fecundación de las estructuras reproductivas femeninas sésiles (ramas carpogoniales, RC) y se desarrolla sobre o dentro de los gametofitos femeninos, usualmente en forma parásita. El patrón de desarrollo de los carposporofitos a partir de la fecundación ha sido estudiado exhaustivamente, sin embargo, la disposición espacial y producción temporal de RC y etapas tempranas del gonimoblasto (GT) en las frondas no ha sido estudiada y podría representar una estrategia para favorecer la fecundación considerando la carencia de flagelos de los gametos masculinos. Por otra parte, los carposporofitos corresponden a individuos genéticamente diferentes a la lámina en la que se desarrollan. Además, y debido a que obtienen su nutrición de la fronda femenina, y a que las algas rojas carecen de sistema vascular que permita redistribuir la energía fotosintetizada, es esperable que existan interacciones competitivas entre carposporofitos vecinos que afecten su potencial reproductivo. *Mazzaella laminarioides* es alga roja con láminas pseudoparenquimáticas. Las láminas femeninas usualmente presentan una gran cantidad de cistocarpos sugiriendo que la fecundación ocurre frecuentemente. El éxito reproductivo podría relacionarse con la disposición de las RC si éstas fueran más abundantes en aquellas zonas de la lámina con mayor probabilidad de ser fecundadas, por lo que se espera que la densidad de estructuras reproductivas sea mayor en la zona distal y marginal de la fronda femenina. Asimismo se espera que, si el crecimiento de las láminas de *M. laminarioides* es marginal-distal y el tamaño de los cistocarpos se relaciona con su edad, la densidad de cistocarpos grandes sea mayor en la zona media y basal de la fronda cistocárpica de *M. laminarioides*. Por otra parte, la interacción entre carposporofitos debiera llevarlos a mostrar efectos denso-dependientes, por lo que se espera que la distancia entre los cistocarpos aumente al aumentar su tamaño relativo (la diferencia entre sus diámetros).

Para evaluar la distribución y abundancia de RC se evaluó la cantidad y ubicación de RC y GT tempranos (GT) en láminas de *M. laminarioides*. Las muestras se obtuvieron en la Desembocadura del Río Bío-Bío (36°46' S y 73°10' W) VIII Región, entre fines de marzo y comienzos de abril, 2003. Se colectaron láminas cistocárpicas de 3 tamaños en 4 sitios. En laboratorio, cada lámina fue subdivididas en 4 zonas (distal, marginal, medio y basal), representando zonas con diferente crecimiento, y se hicieron preparaciones in toto, analizadas en vista superficial. Se determinó la densidad de RC y GT a partir de mapas dibujados al microscopio (400X) con una cámara clara. Además, se determinó la densidad y diámetro de los cistocarpos y la distancia al vecino más cercano a partir de mapas dibujados al microscopio de disección (40X) con una cámara clara.

Los resultados demostraron que la densidad de RC fue similar en todas las zonas en láminas chicas y medianas y en la zona basal de láminas grandes, mientras que las zonas distal, lateral y medio de las frondas grandes mostraron valores significativamente mayores (Fig. 1), sugiriendo que las estructuras reproductivas se producen constantemente mientras crece la fronda y continúan produciéndose y acumulándose aun cuando la fronda ha disminuido su crecimiento. Por su parte, la densidad de cistocarpos mostró interacciones significativas (Fig. 2) que fueron interpretadas como variabilidad aleatoria, tal vez producto de la impredecibilidad de la fecundación. Los cistocarpos de mayor diámetro no mostraron una tendencia clara, detectándose efectos leves en el factor fronda (en sitio y talla) y en el factor zona. Esto indicaría que los cistocarpos más viejos no se encuentran localizados en una zona particular de la lámina. Además, se encontraron cistocarpos de pequeño diámetro a lo largo de toda la lámina, indicando que la lámina femenina produce o mantiene carpogonios viables en toda su

superficie. Finalmente, se detectó la ocurrencia de relaciones positivas entre el tamaño relativo y la distancia de los cistocarpos (Fig. 3) sugiriendo interacciones negativas entre ellos, probablemente por recursos nutritivos.

La distribución espacial de las RC y GT, su patrón casi uniforme en láminas de diferente talla (edad) y en distintas zonas (diferente crecimiento) sugiere que las RC están siendo producidas permanentemente a medida que la lámina crece. Esta podría ser una forma de maximizar la fecundación teniendo gametos masculinos aflagelados. En este estudio no fue posible determinar si los carpogonios eran funcionales o senescentes, pero la amplia distribución de cistocarpos pequeños sugiere que los carpogonios tienen larga viabilidad. Por otra parte, si bien el potencial reproductivo de los cistocarpos no fue evaluado, es esperable que las interacciones negativas sugeridas por los resultados tengan un efecto en la cantidad de esporas producidas, es decir, que ocurra competencia entre carposporofitos. El potencial reproductivo de las láminas femeninas debe ser evaluado tanto con la producción de carpogonios como con la producción de carpósporas, siendo estas últimas el producto reproductivo de los carposporofitos. Estos dos procesos consumen energía del gametofito femenino.

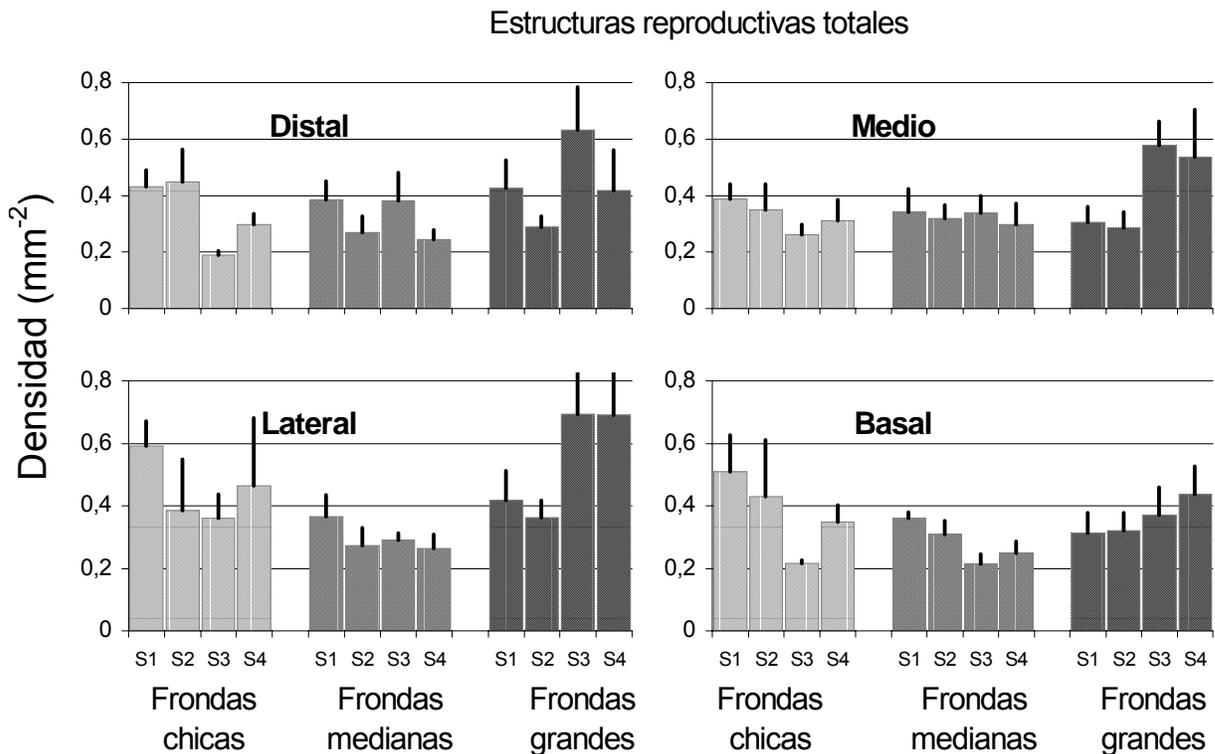


Fig. 1. Densidad promedio (mm⁻², ±1 error estándar, n= 4) de las estructuras reproductivas totales(RC y GT) en 4 zonas dentro de la lámina (distal, lateral, medio y basal) de *Mazzaella laminarioides* de 3 tallas diferentes (chicas: 6-10,9 cm de longitud; medianas: 11-16,9 cm; grandes: >17 cm) obtenidas de 4 sitios (S1 a S4).

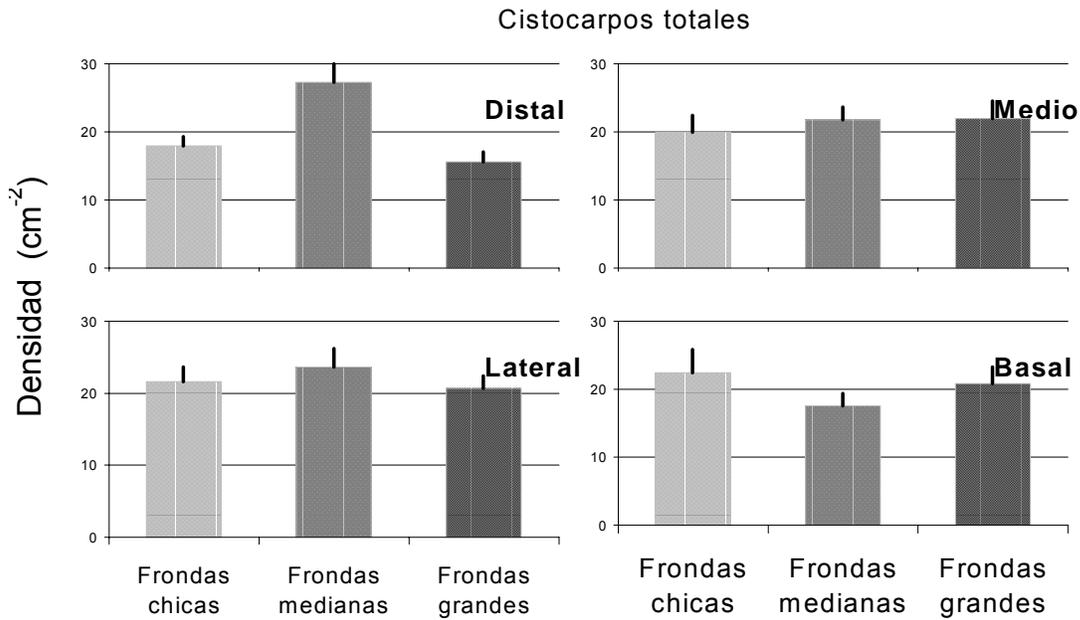


Fig. 2. Densidad promedio (cm^{-2} , ± 1 error estándar, $n=16$) de cistocarpos totales en 4 zonas de la lámina (distal, lateral, medio y basal) de *Mazzaella laminarioides* de 3 tallas diferentes (chicas 6-10,9 cm de longitud, medianas 11-16,9 cm y grandes >17 cm) de. El promedio fue obtenido considerando las 4 frondas en los 4 sitios para cada Zona y Talla.

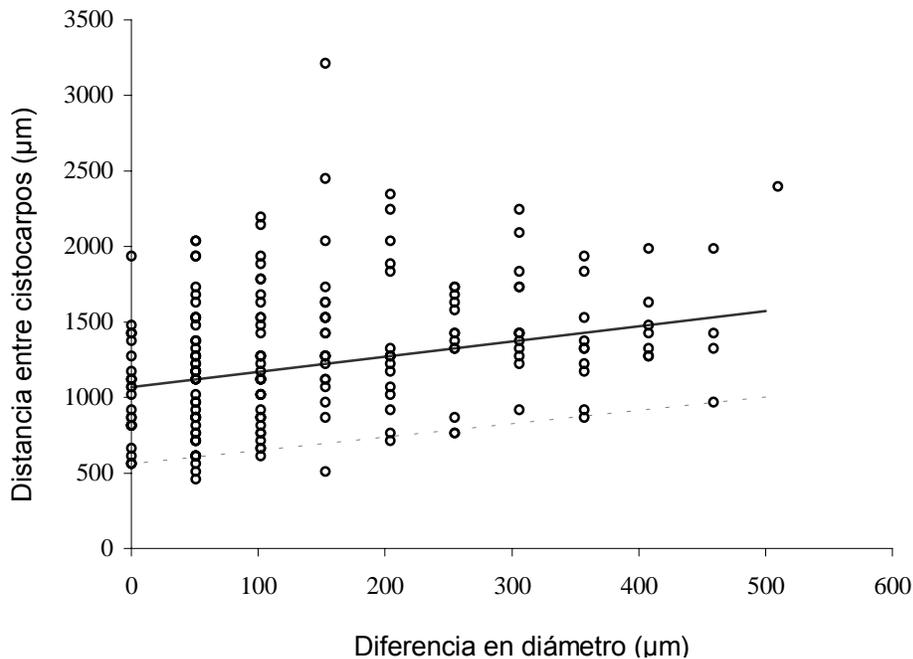


Fig. 3. Relación entre la distancia de cistocarpos a su vecino más cercano (μm) y la diferencia en diámetro (μm) entre ellos. Los datos ($n=196$) corresponden a diferentes sitios, tallas y zonas de la fronda. La línea continua fue obtenida por un ajuste de regresión lineal, y la línea punteada: obtenida por regresión percentil 5%.

Macroalgas flotando a la deriva en fiordos y canales de la X Región, Chile: conectividad de ambientes bentónicos

Iván Hinojosa

Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencia del Mar, Larrondo #1281 Coquimbo, Chile.

ivanht@ucn.cl

Palabras clave: Algas flotantes, Conectividad, *Macrocystis* spp., *Durvillaea antarctica*, Fiordos.

La conectividad de un ambiente marino, comúnmente, se infiere a través de las condiciones oceanográficas y a partir de la abundancia y potencialidades de dispersión de larvas de los diferentes organismos que habitan dicho ambiente (ver Shanks et al., 2003). Sin embargo, procesos de dispersión de organismos asociado a objetos flotando a la deriva, rara vez son examinados.

En la superficie del océano se han observado distintos objetos flotando a la deriva y en muchas regiones del mundo las macroalgas dominan el ensamble de estos objetos, considerándose como uno de los sustratos flotantes más importantes para la dispersión de fauna bentónica (Thiel & Gutow, 2004). *Macrocystis pyrifera* es una de las principales macroalgas reportadas flotando a la deriva (Kingsford, 1992; Helmuth et al., 1994; Smith, 2002; Thiel & Gutow, 2004). Esta especie, posee tres características importantes que la condicionan como sustrato adecuado para el transporte de organismos: (1) tiene una alta flotabilidad (ver Hoffmann & Santelices, 1997), (2) posee la potencialidad de seguir creciendo cuando se encuentra libre del sustrato (Hobday 2000) y (3) provee de alimento a varios de organismos (e.g. Tegner et al. 1995). Los ejemplares de *Macrocystis pyrifera* que se encuentran adosados al sustrato albergan una variedad importante de organismos bentónicos (Dayton, et al., 1984; Thiel & Vásquez, 2000). Estas macroalgas pueden perder la adherencia al sustrato producto de diversos factores bióticos, como ramoneo de especies (Tegner et al. 1995), y abióticos, como aumentos de la temperatura y corrientes fuertes (Seymour et al., 1989). Una vez que estas algas comienzan a flotar libremente algunos organismos la pueden abandonar activamente (Kingsford & Choat, 1985), otros pueden ser depredados selectivamente (Thiel, 2003), y algunos organismos pueden permanecer adosados por un tiempo más prolongado. Del mismo modo, cuando el alga se encuentra flotando a la deriva, puede proporcionar un lugar de asentamiento y refugio para larvas de otros invertebrados marinos (e.g. decápodos), facilitando la dispersión larval y conexión de comunidades bentónicas.

La variabilidad espacio-temporal de estas macroalgas también afecta el grado de conectividad que puede tener un ambiente. En muchas partes del mundo las algas flotantes sólo se observan en la época estival y cerca de sus lugares de origen (praderas bentónicas). Debido a la importancia que presenta *M. pyrifera* (y posiblemente otras especies de macroalgas) como especie facilitadora de la dispersión de organismos y conexión entre comunidades bentónicas, el propósito de nuestra investigación es examinar la abundancia de macroalgas flotando a la deriva en el mar interior de la X región durante invierno y primavera.

En el crucero "CIMAR 10 – Fiordo" realizado en agosto y noviembre de 2004, se cuantificó la abundancia de macroalgas flotando a la deriva en el mar interior de la X región, Chile. Durante la navegación diurna, un observador se situó en el puente de la embarcación y con ayuda de un GPS de mano y binoculares, registró la posición geográfica, tamaño, distancia a la embarcación y especie de alga que se encontró flotando a la deriva.

Se distinguieron diferentes tamaños de algas y se agruparon en dos clases: fragmentos (que incluyen fragmentos y estipes libres) y parches (que incluyen aglomeraciones de estipes hasta parches > 5 metros de diámetro). La distancia perpendicular de las algas a la embarcación fue estimada a través de una estimación visual utilizando como referencia una medida preestablecida (e.g. ancho de la embarcación). Posteriormente se calculó la abundancia de algas flotando a la deriva mediante el método de transecto, el cual se basa en el número de objetos observados, la distancia perpendicular de cada objeto al transecto y el ancho del transecto. La abundancia de algas flotando a la deriva se

calculó para cada transecto diurno monitoreado y se promedió para cada uno de los sectores (Boca del Chacao(1), Seno y fiordos del Reloncaví(2), Golfo de Ancud(3), Golfo del Corcovado(4) y Boca del Guafo(5), ver Fig. 1).

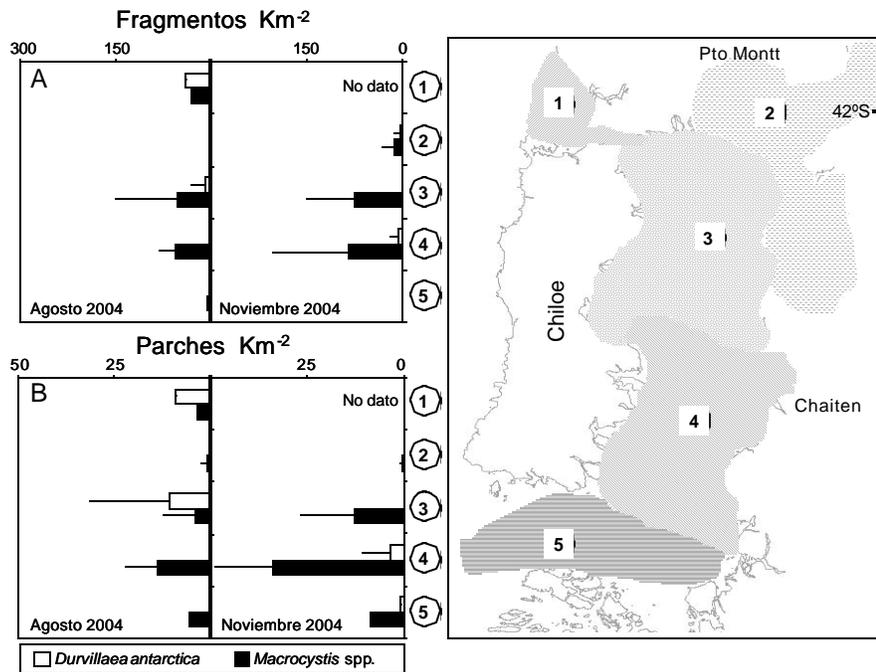


Figura 1. Abundancia de fragmentos (A) y parches (B) de las macroalgas *Durvillaea antarctica* y *Macrocystis* spp. flotando a la deriva en el mar interior de la X Región, Chile, durante Agosto y Noviembre de 2004. En el lado derecho de la figura se muestran las áreas examinadas.

Se observó una cantidad importante de macroalgas flotando a la deriva en la mayoría de los transectos monitoreados. Los tamaños de las algas variaron desde pequeños trozos (15 cm de largo) hasta densos parches mayores a 5 m de diámetro. Las principales especies de macroalgas que se observaron fueron *Macrocystis* spp. y *Durvillaea antarctica*. Las mayores abundancias de *Macrocystis* spp. se encontraron en noviembre de 2004 (85.3 ± 115.4 fragmentos km^{-2} y 34.2 ± 14.8 parches km^{-2}) en el Golfo del Corcovado. Por otro lado, las mayores abundancias *D. antarctica*, fueron de 38.7 fragmentos km^{-2} en agosto de 2004 para la Boca del canal de Chacao y 10.4 ± 20.8 parches km^{-2} en agosto de 2004 para el Golfo de Ancud (Fig. 1). Los mayores tamaños de parches y la mayor abundancia de fragmentos y parches de las dos especies de macroalgas que se encontraron flotando a la deriva, durante invierno y primavera se presentó en la zona media de área examinada (Golfo de Ancud y Golfo del Corcovado, áreas 3 y 4 en Fig. 1), mientras que las menores abundancias de éstas se presentaron en el sector interior (Seno del Reloncaví y fiordos, sector 2 en Fig. 1). De este modo, se encontró una tendencia de mayores abundancias de macroalgas en los golfos de Ancud y Corcovado y bajas abundancias en los fiordos de la zona examinada, independiente de la estación del año. Sin embargo, las mayores abundancias se presentaron en primavera (Fig. 1), salvo para *D. antarctica*. Un estudio previo realizado por los mismos autores en los fiordos y canales de la XI Región (CIMAR 8 y 9 – Fiordo) mostró que las macroalgas flotando a la deriva albergan varios organismos bentónicos y podrían ayudar a la conectividad de los ambientes (Hinojosa et al. en prensa). Del mismo modo, se encontraron abundancias relativamente similares a las aquí reportadas. Los resultados que aquí obtuvimos muestran que en el Golfo del Corcovado y en el Golfo de Ancud existe una cantidad importante de macroalgas flotando a la deriva (en invierno y primavera), indicando que son ambientes que poseen relativamente mayor conexión que los fiordos de la región examinada.

Referencias

- *Dayton, P., V. Currie, T. Gerrodette, B. Keller, R. Rosenthal, & D. Ven Tresca. 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. *Ecol. Monog.* 54: 253-289.
- *Helmuth, B.S., R.R. Veit & R. Holberton. 1994. Long-distance dispersal of a subantarctic brooding bivalve (*Gaimardia trapesiona*) by kelp rafting. *Mar. Biol.* 120 (3): 421-426.
- *Hinojosa I., E.R. González, P. Ugalde, N. Valdivia, E. Macaya & M. Thiel (en prensa) Distribución y abundancia de macroalgas flotando a la deriva y su fauna peracárida asociada a en los canales de la XI región, Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar*.
- *Hobday, A.J. 2000. Age of drifting *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh rafts in the Southern California bight. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 253: 97-114.
- *Hoffmann, A. & B. Santelices. 1997. Flora marina de Chile central. Edición Universidad Católica de Chile. 434pp.
- *Kingsford, M.J. 1992; Drift algae and small fish in coastal waters of northeastern New Zeland. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 80: 41-55.
- *Kingsford, M.J. & J. H. Choat. 1985. The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. *Limnol. Oceanogr.* 30: 618-630.
- *Seymour R.J., M.J. Tegner, P.K. Dayton & P.E. Parnell. 1989. Storm wave induced mortality of giant kelp, *Macrcystis pyrifera*, in souther California. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 28: 277-292.
- *Shanks, A.L., B.A. Grantham & M.H. Carr. 2003. Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecol. Aplic.* 13(1) Supplement: S159-S169.
- *Smith, S.D.A. 2002. Kelp rafts in the Southern Ocean. *Global Ecol. Biogeogr.* 11: 67-69.
- *Tegner, M.J., P.K. Dayton, P.B. Edwards & K.L. Riser. 1995. Sea urchin cavitation of giant kelp (*Macrocystis pyrifera* C. Agardh) holdfasts and its effects on kelp mortality across a large California forest. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 191: 83-99.
- *Thiel, M. 2003. Rafting of benthic macrofauna: important factors determining the temporal succession of the assemblage on detached macroalgae. *Hydrobiologia* 503: 49-57.
- *Thiel, M. & J.A. Vásquez. 2000. Are kel PATRONES FOTOSINTÉTICOS ESTACIONALES EN

***Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales), en la costa de Valdivia**

Jimena Landerretche e Iván Gómez

Laboratorio de Fotobiología, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia.

jimenalanderretche@uach.cl

Palabras clave: *Lessonia nigrescens*, Fluorescencia, Fotosíntesis, Radiación UV, Estacionalidad.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT N° 1030343

Para realizar los experimentos se colectó material biológico durante el periodo comprendido entre Diciembre de 2003 a Diciembre de 2004, en las localidades de Playa Rosada, Calfuco y Curiñanco, ubicadas en la Provincia de Valdivia, X Región. Las algas fueron llevadas al Instituto de Biología Marina de la Universidad Austral, donde se mantuvieron en estanques de 20L con temperatura y aireación constantes. Luego de 24h de aclimatación, se determinó la fluorescencia de las clorofilas mediante el uso de un fluorímetro portátil PAM-2000 (Walz, Alemania). Se midió directamente sobre el talo (en diferentes regiones de la planta) diversas reacciones fotoquímicas (rendimiento cuántico, "quenching" fotoquímico y no fotoquímico, transporte de electrones, etc.) que ocurren en el fotosistema II (PS II) del aparato fotosintético. El rendimiento cuántico máximo (F_v/F_m), que es el cociente entre la fluorescencia variable ($F_v = F_m - F_o$) y la máxima fluorescencia de una planta aclimatada a la oscuridad (F_m), se determinó en plantas incubadas previamente por 20 minutos en la oscuridad. Asimismo, las tasas de transporte de Electrones ETR fueron estimadas usando curvas fotosíntesis vs radiación (P-I). Tres piezas de talo fueron puestas en una cámara e irradiadas con intensidades crecientes (hasta $400 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de radiación visible (PAR) provista por una lámpara LED inegrada en el instrumento. ETR fue estimado relacionando el rendimiento cuántico efectivo (Φ_{PSII}), que es la fluorescencia de una planta no adaptada a la oscuridad, y la intensidad de radiación PAR de acuerdo a la siguiente formula (Schreiber et al., 1994):

$$\text{ETR} = \Phi_{\text{PSII}} \times E_{\text{PAR}} \times A \times F_{\text{II}}$$

Donde E es la intensidad de PAR, A es la Absorptancia del talo, y F_{II} es la fracción de quantas efectivamente dirigidas al Fotosistema II (PSII) y que fue estimada determinando la fracción de clorofila a asociada a PSII y su complejo antena (LHC). Para algas pardas este valor ha sido estimado en 0.8 (Grzyski et al. 1997). La Absorptancia fue medida usando la colocando el talo sobre la superficie de un sensor Licor-190 conectado a un radiómetro Licor 250, a través de la siguiente formula:

$$A = 1 - T - R$$

Donde T es la Transmitancia y R la Reflectancia de la muestra

La cuantificación de los pigmentos fotosintéticos se realizó utilizando un espectrofotómetro Scinco SUV-2120, según la metodología descrita por Inskeep & Bloom (1985).

El régimen de radiación UV y PAR fue obtenido a través de dos radiómetros de alta resolución (SUV-100) y un radiómetro de filtros (GUV-551) (Biospherical Instruments, USA), que mide en una banda de 10nm centrada en 305nm, 320nm, 340nm y 380nm, y un filtro que mide la banda PAR (400-700nm).

Los resultados de muestran variaciones estacionales tanto en F_v/F_m (Fig. 1) y como de ETR (Fig. 2). Los valores máximos y mínimos, para ambos indicadores de la eficiencia fotosintética, se alcanzaron durante los meses de invierno y verano respectivamente, lo que coincide con las dosis mínimas y máximas de la radiación solar en la latitud de Valdivia (Fig. 3).

Las concentraciones de clorofilas a y c (Fig. 4) variaron oscilatoriamente durante la época de estudio, a pesar de lo anterior, también fue posible observar patrones estacionales en los pigmentos. Las mayores concentraciones se observaron en época de otoño-invierno, alcanzando valores máximos de 1.1 y 0.29 $\text{mg g}^{-2} \text{s}^{-1}$ para clorofila a y c respectivamente.

Los resultados indican que *L. nigrescens* responde en forma estacional tanto en los parámetros de fotosíntesis, como en la concentración de pigmentos bajo diferentes condiciones de radiación solar. Lo que es comparable con trabajos realizados en macroalgas del hemisferio norte (Jiménez *et al.* 1998).

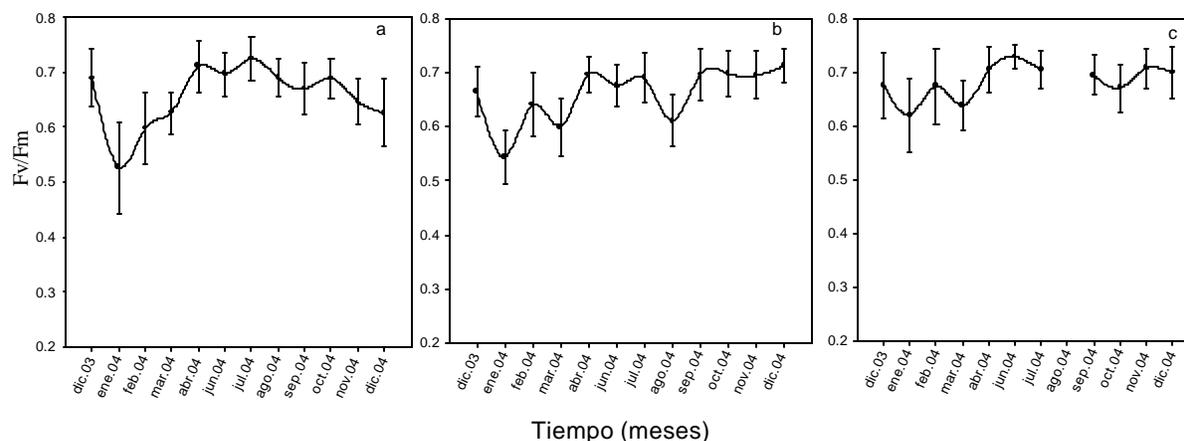


Figura 1. Variación mensual de Fv/Fm medido en frondas de *L. nigrescens* de diferentes tamaños. a) < 10cm. b) 10-20 cm y c) >20 cm de Disco. Las algas fueron colectadas mensualmente en la costa de la Provincia de Valdivia. Los valores corresponden a promedios \pm D.E., n=30.

Gómez *et al.* (2004) describe que algas intermareales responden a las diferentes condiciones de radiación solar, al existir altos valores de estas, los valores de Fv/Fm y ETR decrecen.

La estacionalidad en la fotosíntesis en esta especie parece estar relacionada a los cambios en la

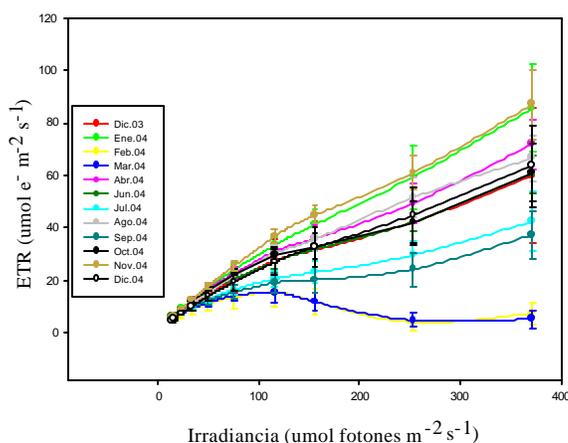


Figura 2 Fotosíntesis vs. Irradiancia. Las curvas indican las diferencias mensuales en la tasa de transporte de electrones (ETR) en frondas de algas medianas (10-20 cm de disco) de *L. nigrescens* colectadas mensualmente en la costa de la Provincia de Valdivia. Los valores corresponden a promedios \pm D.E., n= 3.

radiación solar. Menores valores de Fv/Fm durante verano podrían estar reflejando un mayor quenching no fotoquímico (calor) ya que las plantas deben aclimatar a alta radiación solar en este periodo. En invierno, cuando las condiciones de radiación solar no son estresantes para las plantas, la fluorescencia de clorofilas es en general mayor. En general no hubo diferencias importantes en el tamaño de la planta lo cual indicaría que los esporofitos alcanzan similares características fotobiológicas desde muy temprano.

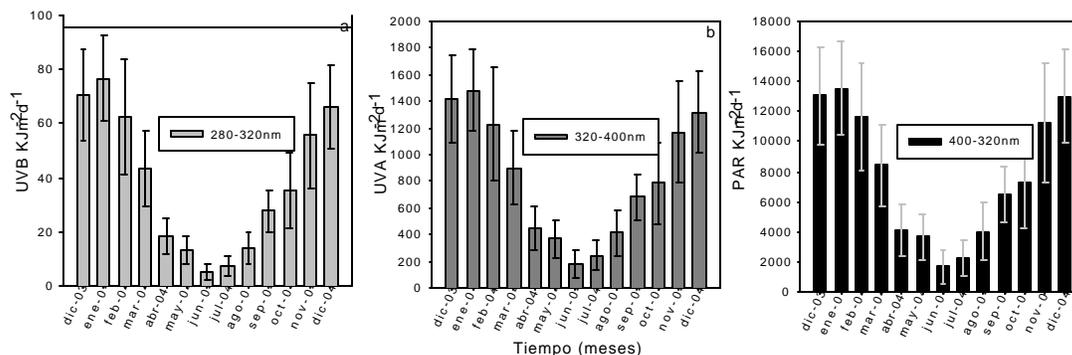


Figura 3 Variación mensual de las dosis diarias (promedios mensuales) de radiación solar en la ciudad de Valdivia entre Diciembre de 2003 y Diciembre de 2004, a) UVB, b) UVA y c) PAR.

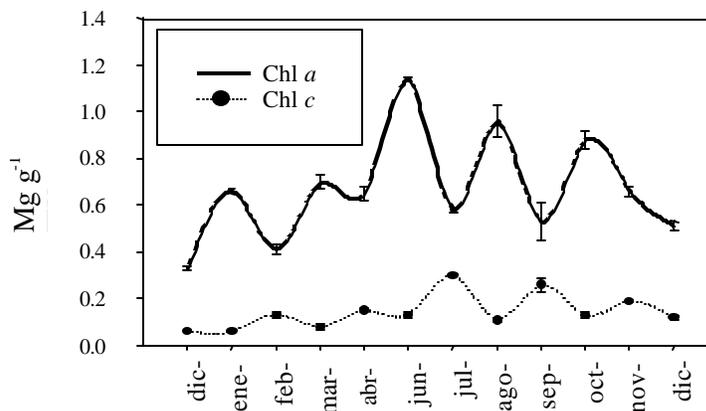


Figura 4. Variación mensual de las concentraciones de clorofilas en frondas de algas medianas (10-20 cm de disco) de *L. nigrescens* colectadas mensualmente en la costa de la Provincia de Valdivia. Los valores corresponden a promedios \pm D.E., n=3.

Referencias

- Gómez, I., F.L. Figueroa, N. Ulloa, V. Morales, C. Lovengreen, P. Houvinen, S. Hess. 2004. Photosynthesis in 18 intertidal macroalgae from southern Chile. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 270: 103-116.
- Inskeep, W.P., P.R. Bloom. 1985. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,N-Dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiol.* 77: 483-485.
- Jiménez, C, F.L., Figueroa, S. Salles, J. Aguilera, J. Mercado, B. Viñepla, A Flores-Moya, M. Lebert, DP. Häder.1998. Effects of solar radiation on photosynthesis and photoinhibition in red macrophytes from an intertidal system of southern Spain. *Bot. Mar.* 41: 329-338.
- *Thiel, M. & L. Gutow. 2004. The Ecology of Rafting in the Marine Environment.I.The Floating Substrata. *Oceanog. Mar. Biol. Annu. Rev.* 42:181-263.

Efectos de la temperatura en la producción en larga escala de la microalga *Thalassiosira fluviatilis*

Lisandra I. Meinerz, Eduardo Luis C. Ballester, Ronaldo O. Cavalli y Wilson Wasielesky Jr.
Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura
Estação Marinha de Aquicultura, Caixa Postal 474, CEP. 962001-900, Rio Grande, RS, Brasil.
lisa_meinerz@yahoo.com.br

Palabras clave: *Thalassiosira fluviatilis*; temperatura; densidad algal; microalgas; cultivo.

As microalgas são amplamente utilizadas em atividades de cultivo na produção de moluscos, larvas de peixe e crustáceos, na produção de zooplâncton e na manutenção da qualidade de água. Nas últimas décadas foram avaliadas mais de 100 espécies de microalgas, dentre elas aproximadamente 20 tiveram seu uso amplamente difundido. Isto se deve a uma série de características que as microalgas devem apresentar para que sua utilização obtenha sucesso, tais como: tamanho apropriado para ingestão, boa digestibilidade, alto valor nutritivo, altas taxas de crescimento e tolerância a variações ambientais como temperatura e salinidade que naturalmente ocorrem em ambientes de cultivo (Brown et al., 1997).

Dentre as espécies usadas na larvicultura de camarões peneídeos a diatomácea *Thalassiosira fluviatilis* é uma das mais empregadas devido a sua alta qualidade nutricional e estabilidade em ambientes de cultivo.

Durante a produção de microalgas, as condições ambientais afetam diretamente a densidade e a qualidade das mesmas. Portanto, é necessário conhecer as condições em que o crescimento é otimizado, para que a produção atinja o máximo potencial no menor tempo possível.

Entre os fatores ambientais, a temperatura é um dos mais importantes, visto que influencia diretamente as taxas em que reações químicas e processos biológicos se desenvolvem. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura do cultivo sobre a produção de *T. fluviatilis*.

O estudo foi realizado com duração total de 96 horas. Foram estabelecidos dois tratamentos (temperaturas de 22°C e 27°C), os quais foram conduzidos em uma estufa tipo Greenhouse, utilizando tanques retangulares de 1.000 litros, com três repetições cada.

O volume inicial de cada tanque foi de 300 litros de água salgada filtrada (Cuno 5µm) e enriquecida com fertilizantes agrícolas. A aeração foi constante e moderada e o fotoperíodo natural de 14 h claro/10 h escuro. A densidade média inicial de *T. fluviatilis* nos tratamentos 22° e 27°C foi de $2,0 \times 10^4$ cel/ml e de $2,31 \times 10^4$ cel/ml, respectivamente. Todos os procedimentos seguiram o padrão utilizado na rotina do Laboratório de Maricultura, da Estação Marinha de Aquicultura - FURG.

As estimativas de densidade algal (cel/ml) foram realizadas a cada 24 horas, usando uma amostra de cada réplica contada em duplicata ao microscópio ótico (10x10) com um hematocítômetro tipo Neubauer. Na mesma ocasião foram monitorados a temperatura, a salinidade, o pH e a luminosidade.

As médias de temperatura nos tratamentos 22°C e 27°C foram $22,2 \pm 0,8$ e $27,4 \pm 0,5$ °C, respectivamente. A salinidade permaneceu constante (31) em todos os tanques e os valores médios de intensidade luminosa registrados na Greenhouse foram 1.310 ± 478 lux. Os valores médios de pH foram $8,52 \pm 0,06$ e $8,27 \pm 0,17$ para 22 e 27°C, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Ao final do experimento, a densidade celular média registrada na temperatura de 22°C foi significativamente inferior ($P < 0,05$), exibindo valores de $12,16 \times 10^4$ cel/ml e 32×10^4 cel/ml, para cada tratamento (Fig. 1).

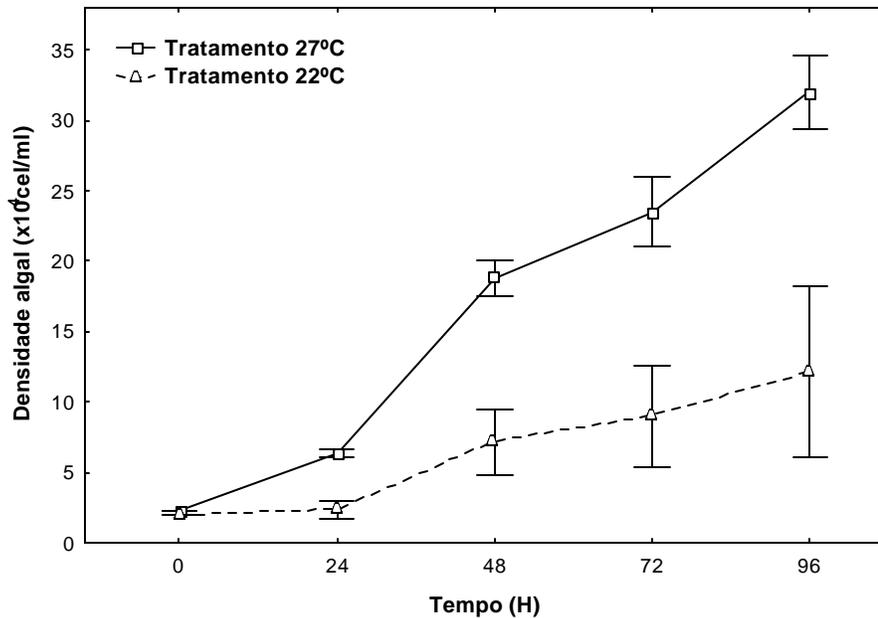


Figura 1: Valores médios da densidade algal ($\pm dp$) de *Thalassiosira fluviatilis* nos tratamentos 22°C e 27°C ao longo das 96 horas de experimento.

Segundo Fogg & Thake (1987) a maioria das microalgas cultivadas desenvolve-se entre 10 e 35°C, com crescimento ótimo entre 20 e 25°C. Baixas temperaturas geralmente não matam as microalgas, mas reduzem as taxas de crescimento e divisão celular. Já em temperaturas acima de 27°C, muitas microalgas apresentam queda na taxa de fotossíntese, perda no seu valor nutricional, podendo ocorrer elevada mortalidade devido ao comprometimento do metabolismo celular (Laing, 1991). Alguns estudos relatam que uma grande parte de espécies do gênero *Thalassiosira* cresce relativamente bem a baixas temperaturas e a baixas intensidades luminosas, como por exemplo, *T. nordenskioldii*. Também foi demonstrado que a temperatura mínima que permite o crescimento de *T. pseudonana* é de 4°C (Guillard & Ryther, 1962) e que *T. rotula* cresce bem a baixas intensidades luminosas e temperaturas moderadas (Krawiec, 1982). Já a faixa de temperatura na qual *T. curviseriata* cresce é de 5-20°C, no entanto o seu crescimento ótimo ocorre aos 20°C (Popovich & Gayoso, 1999), o que caracteriza esta espécie como euritérmica.

Os resultados do presente experimento demonstraram que *T. fluviatilis* cresceu em temperatura de 22°C, entretanto, com um aumento de 5°C na temperatura média houve uma aceleração muito significativa de seu crescimento. Em sistemas de produção de organismos aquáticos a constante disponibilidade de alimento, no caso microalgas, é um fator muito importante, pois sua carência pode significar mortalidade dos organismos ou instabilidade no meio de cultivo. Além disso, a obtenção de uma quantidade mais elevada de alimento em um menor espaço de tempo significa uma redução dos custos de produção.

Os resultados também demonstraram que *T. fluviatilis* cresce em temperaturas mais elevadas que as reportadas para outras espécies do mesmo gênero, demonstrando possuir uma faixa de tolerância diferenciada. Deste modo, sugere-se que futuros estudos sejam realizados, analisando o comportamento de *T. fluviatilis* em temperaturas superiores as que foram avaliadas neste experimento.

Referências

- Brown, MR, SW Jeffrey, JK Volkman & GA Dunstan. 1997. Nutricional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151: 315-331.
- Fogg, GE & B Thake, 1987. *Algal cultures and Phytoplankton ecology*. The University of Wisconsin Press. 269p.
- Guillard, RRL & JH Ryther. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. L. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Can. J. Microbiol.*, 8, 229-239.
- Krawiec, RW. 1982. Autoecology and clonal variability of marine centric diatom *Thalassiosira rotula* (Bacillariophyceae) in response to light, temperature and salinity. *Mar. Biol.*, 69, 79-89.
- Laing, I. 1991. *Cultivation of marine unicellular algae*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of fisheries research. Laboratory leaflet, nº67. Lowestoft, UK. 31p.
- Popovich, CA & M Gayoso. 1999. Effect of irradiance and temperature on growth rate of *Thalassiosira curviseriata* Takano (Bacillariophyceae), a bloom diatom in Bahía Blanca estuary (Argentina). *Journal of Plankton Research*, 21(6): 1104-1110.

Variación de compuestos orgánicos en *Lessonia nigrescens* Bory (Laminariales, Phaeophyceae) y su relación con la estacionalidad de la radiación solar

Rudy Montenegro, I. Gómez, M. Oróstegui y F. Piraud
Laboratorio de Fotobiología, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia.

rudymontenegro@uach.cl

Palabras clave: *Lessonia nigrescens*, Radiación UV, Compuestos Orgánicos, Fenoles.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT N° 1030343

El objetivo de este estudio fue determinar la variación de los compuestos orgánicos principales y la relación con la estacionalidad de la radiación solar, para ello fueron tomadas muestras de la zona intermareal de Playa Rosada (39° 50'S y 73° 24'N), región costera de Valdivia, en el año 2004. Los análisis fueron llevados a cabo en el Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Valdivia, ubicada a 23 km aproximadamente de la zona de muestreo.

Mensualmente se tomaron 9 plantas de *L. nigrescens*. Después de la colecta las algas fueron llevadas al laboratorio en bolsas plásticas y depositadas en estanques por 24 h a 13-15 °C para su aclimatación y posterior determinación de patrones fotosintéticos (Fv/Fm, ETR). De estas algas se tomaron muestras de frondas, las cuales se maceraron en nitrógeno líquido y liofilizaron para su posterior análisis químico que comprendieron la determinación de los principales compuestos orgánicos, hidratos de carbono, manitos, lípidos, proteínas y fenoles. El análisis espectral fue hecho por un espectrofotómetro SCINCO SUV 2120 (2002). Las condiciones físicas del agua de mar (O₂, % salinidad, pH, T°) se midieron con el multiparamétrico Multi 340i/SET (Germany). Dos radiómetros (SUV-100 y GUV-551, Biospherical) emplazados en la azotea de la Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, monitorearon diariamente las condiciones de radiación solar.

Los parámetros físicos tampoco mostraron una variabilidad similar a los mostrados por los fenoles como para establecer alguna dependencia causal (Tabla1).

Tabla 1. Correlación múltiple entre los diferentes compuestos orgánicos medidos (variable dependiente) y principales factores ambientales medidos en la costa de Valdivia

Var. Dep.	Var. Ind.	Reg. múltiple	Var. Dep.	Var. Ind.	Reg. múltiple
Proteínas	UVA	0.976	Manitol	S°	0.361
	UVB	0.973		PAR	0.345
	PAR	0.697		UVA	0.310
	O ₂	0.673		UVB	0.298
	T°	0.691		T°	0.185
	pH	0.336		pH	0.166
	S°	0.257		O ₂	0.120
H. de C.	UVB	0.962	Fenoles	pH	0.413
	S°	0.948		PAR	0.325
	UVA	0.924		O ₂	0.313
	pH	0.833		S°	0.179
	PAR	0.707		UVB	0.111
	T°	0.547		UVA	0.091
	O ₂	0.504		T°	0.072

El contenido de fenoles (Fig.2.A1-A2) no mostró variación en relación a las variaciones de radiación solar, esto puede verse en el índice de correlación, donde la importancia de los fenómenos lumínicos no determinan aparentemente la variación de los fenoles, es muy probable que la luz no sea limitante bajo las condiciones estudiadas, pero si bajo un alza de radiación principalmente UVB (Pavia *et al.*, 1997).

Al igual que los fenoles, el grado de correlación entre el manitol (Fig.2.B1-B2) y los diferentes niveles de radiación solar no fueron muy importantes (Tabla 1). Este compuesto, un producto primario de la fotosíntesis, se mantuvo casi invariable entre verano y otoño (entre 18,7 y 18,0 mg g⁻¹ DW), bajando a 11,8 mg g⁻¹ DW en invierno, para después ascender hasta unos 33,9 mg g⁻¹ DW evidenciados en primavera, sin embargo se puede relacionar estas variaciones con procesos metabólicos y de crecimiento (Gómez *et al.*, 1998).

Las concentraciones de proteínas (Fig.2.C1-C2) mostraron una clara dependencia a la estacionalidad de la radiación solar (UVA, UVB y PAR en orden de importancia), estudios realizados por Westermeier & Gomez (1996) corroboran estas conclusiones, en otoño alcanzó el valor más alto (cerca a 72,220 mg g⁻¹ DW), y en invierno el más bajo (45,724 mg g⁻¹ DW).

El contenido de hidratos de carbono (Fig. 2.C1-C2) fue el componente orgánico que más relación tubo con los factores medidos en este estudio, mostrando mayor relación con la radiación UVA y UVB, extrañamente también con la salinidad. Los valores promedios para la estación de verano fue de 11,017 mg g⁻¹ DW, para otoño e invierno fueron 7,5 mg g⁻¹ DW y 8,9 mg g⁻¹ DW respectivamente, y para primavera fue cercana a los 10,4 mg g⁻¹ DW, por lo tanto, el contenido de hidratos carbono aumenta en la estación con mayor radiación.

En conclusión el contenido de hidratos de carbono y proteínas mostraron una estacionalidad y correlación con los parámetros físicos y de radiación solar notables, sin embargo, los contenidos de manitol y fenoles no evidenciaron tal relación.

Referencias

- Gómez, I., G. Weykam, C. Wiencke. (1998). Photosynthetic metabolism and major organic compound in the marine brown alga *Desmarestia menziesii* from King George Island (Antarctica). *Aquatic Botany*. 60:105-118.
- Pavia, H., G. Cervin, A. Lindgren, P. Aberg. (1997). Effects of UV-B radiation and simulated herbivory on phlorotannins in the brown alga *Ascophyllum nodosum*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 157:139-146.
- Westermeier, R., I. Gómez. (1996). Biomass, energy contents and major organic compound in the brown alga *Lessonia nigrescens* (Laminariales, Phaeophyceae) from Mehuín, South Chile. *Botánica Marina*. 39:553-559.

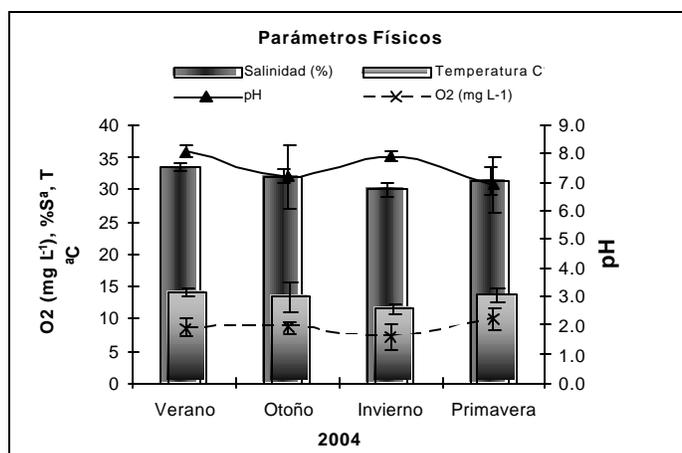


Figura 1. Parámetros físicos medidos en el intermareal de la costa de Valdivia.

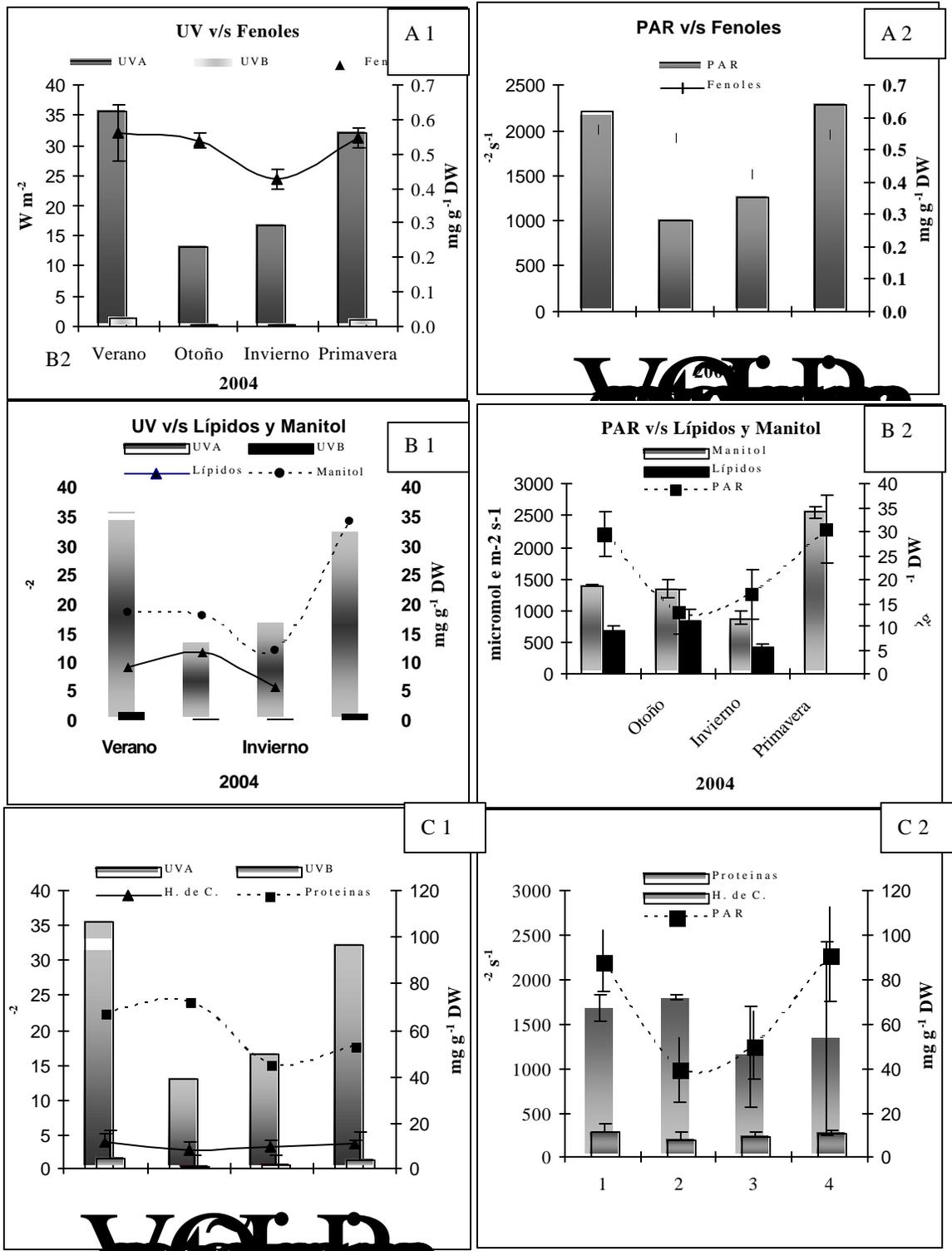


Figura 2. Relación entre los diferentes parámetros de radiación (UVA: 320-400 nm, UVB: 280-320 nm y PAR: 400-700 nm) y los principales compuestos orgánicos.

Efectos de la radiación UV sobre el metabolismo del Carbono en *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta)

Marcela Orostegui, e Iván Gómez

Laboratorio de Fotobiología, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia.

morosteg@uach.cl

Palabras clave: *Lessonia nigrescens*; Radiación ultravioleta; Fijación de carbono; Carboxilación; β -Carboxilación; RUBISCO; PEP-CK

Financiamiento: PROYECTO FONDECYT N° 1030343

En algas, al igual que en las plantas terrestres, la incorporación y fijación de carbono (CO_2/HCO_3) se realiza principalmente mediante procesos fotosintéticos, ejemplo, la denominada carboxilación mediada por la enzima Ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa (RUBISCO) en el ciclo de Calvin-Benson. Sin embargo también existe una vía alternativa, no fotosintética, independiente de la luz (β -carboxilación) y que esta mediada por la enzima Fosfoenolpiruvato-carboxikinasa (PEP-CK) (Kremer, 1977). Ambas actividades se asocian a nivel morfo-funcional en las algas pardas, ya que la β -carboxilación sería una actividad destinada a re-integrar carbono perdido en respiración o glicólisis a partir de sustratos (principalmente azúcares de reserva) originados por la vía fotosintética. Aparentemente, el tamaño y complejidad de las algas pardas promueve este tipo de metabolismos alternativos.

En el caso de *Lessonia nigrescens*, su tamaño y morfología, intuitivamente sugieren que las distintas partes del talo exhiben diferente actividad metabólica, es decir existiría un perfil longitudinal en actividad metabólica. Hasta ahora no existe información en la literatura sobre la ecofisiología de la fotosíntesis en esta especie. De esta forma en este estudio se han planteado los siguientes objetivos: determinar si existen variaciones de fijación de carbono en distintas partes estructurales del talo y, evaluar si las actividades de fijación de carbono fotosintético y no fotosintético en la fronda son afectados por elevadas dosis experimentales de radiación UV y además, si estas dosis de radiación UV alteran el patrón de diferenciación longitudinal.

Talos de *Lessonia nigrescens* fueron colectados en la costa de Valdivia ($39^\circ 50'S$; $73^\circ 24'W$) y llevados al laboratorio donde se mantuvieron en piletas a $13-15^\circ\text{C}$, 32 PSU de salinidad, aireación constante y fotoperíodo de 12 h. La actividad de fijación de carbono fotosintético y no fotosintético *in vivo* fue cuantificada mediante incorporación de ^{14}C . Se tomaron muestras de tejido de aproximadamente 1 cm^2 los que fueron pre-incubados en agua de mar filtrada y esterilizada ($0,45\ \mu\text{m}$; 171°C) para eliminar exudados. Las muestras fueron pesadas e incubadas en 15 mL de agua de mar filtrada-esterilizada y $10\ \text{Ci}$ de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ (actividad específica = $48.7\ \text{mCi mmol}^{-1}$) por 30 minutos a 15°C . Carboxilación fue determinada bajo una fuente de luz de $250-400\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ PAR y β -carboxilación fue determinada en oscuridad. Luego del período de incubación, las muestras fueron lavadas repetidamente con agua de mar filtrada-esterilizada y solubilizadas en oscuridad con NaOH (0,5 M) y Triton X-100 (5% v/v) por 24 h. Los pigmentos fueron oxidados con H_2O_2 (30% v/v) por 24 h y el ^{14}C no fijado fue volatilizado bajo campana de extracción con HCl (1 N) por 12 h (Cabello-Pasini & Alberte, 1997). Finalmente, a cada muestra se le agregó cocktail de centelleo (Ecoscint) y los niveles de radioactividad se midieron en un Contador de Centelleo Líquido Packard Tri-Carb cuyas correcciones para "quenching" se realizaron utilizando un estándar externo. Los conteos obtenidos (DPM) fueron transformados a $\text{mg }^{14}\text{C g}^{-1}\ \text{FW h}^{-1}$.

Para ver los efectos de la radiación ultravioleta sobre la actividad fotosintética de *L. nigrescens*, se utilizaron tres tratamientos de radiación: PAR+UVA+UVB; PAR+UVA; PAR cuya emisión se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Intensidad de radiación de lámparas utilizadas para exposición a dosis experimentales y ubicadas a 15 cm de la muestra. Valores son promedios \pm S.D., n=8.

	UVA ($W m^{-2}$)	UVB ($W m^{-2}$)	PAR ($mol m^{-2} s^{-1}$)
Intensidad promedio	13,73 \pm 2,68	1,85 \pm 0,60	64,54 \pm 13,62

En términos de variación de fijación de carbono en diferentes partes del talo, los resultados indican que la mayor actividad de fijación de carbono fotosintético mediado por RUBISCO se concentra en las frondas, representando más del 75% del carbono total fijado por la planta. En relación al carbono fijado por la vía no fotosintética, esta actividad presenta el mismo patrón, sin embargo, el rol que aquí juega la PEP-CK parece adquirir mayor importancia en el estipe y rizoide, ya que en estas secciones, el porcentaje de carbono fijado en oscuridad, con relación al fijado fotosintéticamente, es de aproximadamente del 30-40%.

Con el propósito de determinar si la actividad fotosintética (vía RUBISCO y PEP-CK) también muestra algún tipo de diferenciación a lo largo de la fronda, se realizaron perfiles longitudinales tomando muestras desde la base hacia el ápice. Los resultados muestran que en el caso de la fijación de carbono fotosintético existe una tendencia de concentrar mayor actividad hacia la zona apical alcanzando valores cercanos a $2000 mg C g^{-1} h^{-1}$. En contraste, los resultados obtenidos de la fijación de carbono no fotosintético no mostraron tendencias de variación longitudinal.

En relación a ensayos de exposición a radiación ultravioleta con tejido tomado de la fronda, se observó que la actividad de fijación de carbono fotosintético en todos los tratamientos fue notablemente afectada por ésta. Exposiciones prolongadas muestran que ya a las 12 horas existe una disminución de la fijación de carbono cercana al 50% en relación a plantas no expuestas. Esta disminución fue significativamente más notoria en el tratamiento PAR+UVA+UVB. En el caso de la fijación de carbono por la vía no fotosintética, también se observó una disminución luego de 12 h de exposición, sin embargo ésta fue menor (30%) (Fig. 1). Sometiendo a las algas a periodos de recuperación de 12 h ("Recovery") sin radiación UV y baja luz PAR, se presentaron distintas respuestas: para el caso de la fijación de carbono fotosintético vía RUBISCO, no existe una completa recuperación, especialmente aquel con tratamiento UV-B. En el caso de la vía alternativa de fijación de carbono vía PEP-CK, el proceso de recuperación fue completo, lo cual permite sugerir que esta actividad es menos afectada por la radiación UV (Fig. 1).

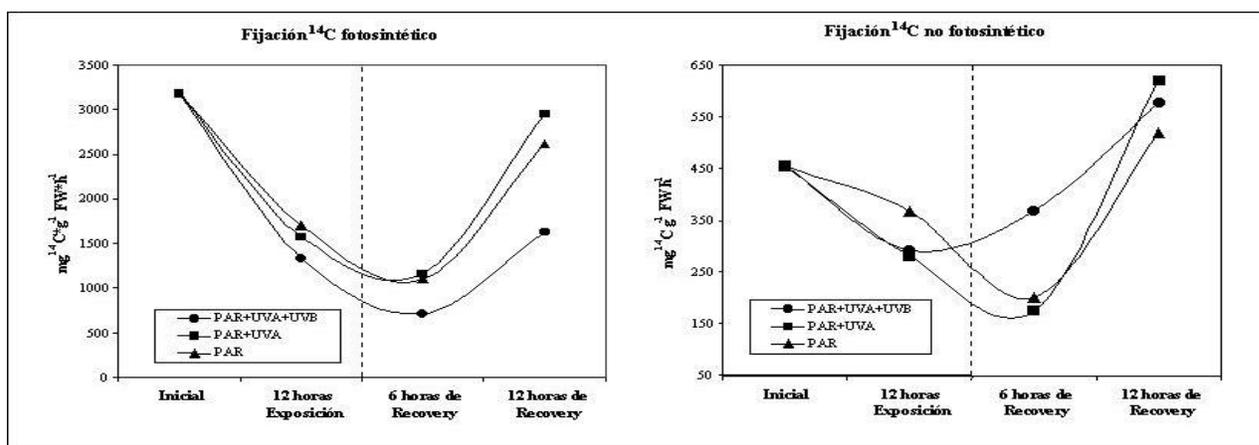


Figura 1: Serie de exposición y recuperación de actividad de fijación de carbono en partes de fronda de *Lessonia nigrescens*. Se indican tiempos de exposición, recuperación y tratamientos de radiación. Notar la diferencia de escala para cada serie. Valores son promedios de 3 mediciones

De igual forma, cuando se expuso la fronda completa bajo tratamientos con lámparas UV, se observó que luego de 12 h de exposición hubo un marcado efecto inhibitorio de la fijación de carbono fotosintético (59%). Por el contrario la fijación vía PEP-CK no presentó una reducción evidente lo cual reafirma que esta actividad se ve menos afectada por la radiación UV (Fig. 2)

Estos resultados son nuevos para esta especie y sugieren que bajo stress lumínico (incluido UV), los procesos de fijación de carbono pueden sufrir disminuciones. De esta forma, la existencia de una vía alternativa para re-incorporar carbono perdido en glicólisis o respiración podría ser ventajosa para compensar una menor actividad de Rubisco. El menor efecto de la radiación UV sobre la actividad de β -carboxilación, sin duda es interesante y parece confirmar la hipótesis que la actividad de fijación de carbono vía PEP-CK es menos susceptible a estas longitudes de onda que lo sería la vía mediada por Rubisco. Tomando en cuenta que durante verano, *Lessonia* y gran parte de las algas intermareales de la zona de Valdivia pueden estar expuesta a altas dosis de radiación solar (Gómez et al. 2004), ajustes metabólicos de este tipo podrían ser estrategias de supervivencia que deben ser mas profundamente evaluadas.

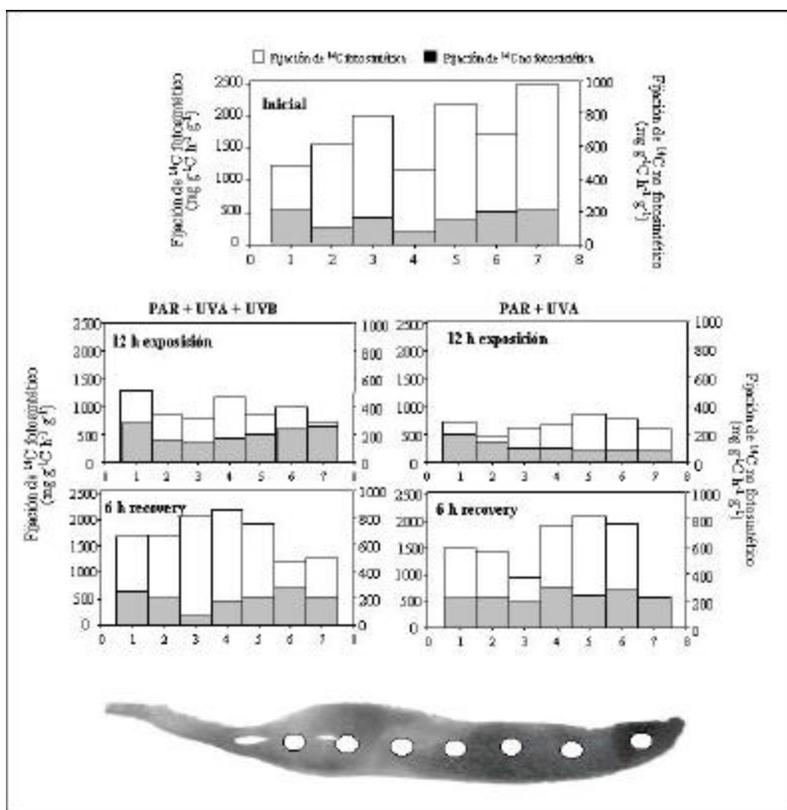


Figura. 2: Perfiles longitudinales de fijación de carbono en frondas de *Lessonia nigrescens* expuestas a 2 tratamientos de radiación ultravioleta en laboratorio (PAR+UVA+UVB y PAR+UVA) por un período de exposición de 12 h y bajo condiciones de recuperación (Recovery) de 6 h .

Referencias

Cabello-Pasini A, R. Alberte (1997) Seasonal patterns of photosynthesis and light-independent carbon fixation in marine macrophytes. *J. Phycol.* 33, 321-329

- Gómez I, FL Figueroa, N Ulloa, V Morales, C Lovengreen, P Huovinen, S Hess (2004) Patterns of photosynthesis in 18 species of intertidal macroalgae from southern Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 270:103-116
- Kremer B, U. Koppers (1984) Carboxylating enzymes and pathway of photosynthetic carbon assimilation in different marine algae- evidence for the C4-pathway?. *Planta* 133:191-196

Análisis de la producción de compuestos orgánicos volátiles (VOC's) biogénicos en tres especies de macroalgas, *Ulva rigida* (Ulvales-Chlorophyta), *Lessonia nigrescens* (Laminariales-Heterokontophyta) y *Mazzaella laminarioides* (Gigartinales-Rhodophyta), en función de períodos de desecación temprana

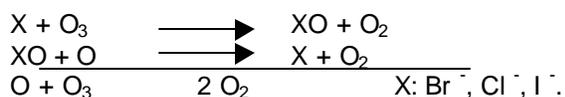
Marcelo Peralta E., Jorge Muñoz S.

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

marceloperalta@notech.us

El efecto de cortos períodos de desecación sobre la producción de compuestos volátiles halocarbonados (VOCH's) biogénicos fue estudiado en las macroalgas *Ulva rigida*, *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia nigrescens*. Las muestras fueron obtenidas en Cocholgue 36°, 35' S; 72°, 58' W, Bahía de Concepción, Chile Central. Luego de llevarlas al laboratorio cuidadosamente, la producción de compuestos volátiles halocarbonados fue determinada utilizando cromatografía de gases y espectrometría de masas acopladas en un solo sistema. Las muestras fueron tomadas a los 5, 40, 80, 120 y 160 min. del período de desecación convenido. Resultados para *Ulva rigida* mostraron que esta alga produce los siguientes VOCH's: CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I, *Mazzaella laminarioides* CH₂Cl₂, CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I y *Lessonia Nigrescens* CHBrCl₂, CH₂Br₂, CH₂I₂, CH₃I. Este trabajo muestra que la actividad metabólica de estas tres especies de macroalgas, produce y libera compuestos volátiles halocarbonados al ambiente y por lo tanto hacia la atmósfera. Por otra parte estas especies de macroalgas se presentan a lo largo de la costa Chilena, quedando expuestas a períodos de desecación, dependiendo del ciclo mareal liberando VOCH's hacia la atmósfera, donde tienen un efecto directo en la degradación de la capa de ozono.

Los compuestos orgánicos volátiles hasta hace muy poco tiempo, se creía que eran solamente producidos de por la combustión incompleta de compuestos orgánicos fosilizados, como los hidrocarburos, principalmente la participación del hombre en su utilización, lo que llevó a llamarlos de origen antropogénico, sin embargo, también son producidos por organismos terrestres y marinos durante su ciclo vital y corresponden fases intermedia o terminales de sus vías metabólicas (Shall, C. 1994), a éstos se les conoce con el nombre de biogénicos. Los organismos marinos producen un amplio rango de compuestos orgánicos volátiles de cadenas cortas, aromáticos y halocarbonos, generados por micro y macroalgas. De dicha producción de VOC's las especies de macroalgas marinas contribuirían en un importante porcentaje ya que contienen una variedad de metabolitos secundarios halogenados (F.Laternus, 1996), que a través de reacciones enzimáticas forman los compuestos orgánicos halocarbonados (VOHC's), que son reconocidos como radicales que dañan la capa de ozono (J.M.Backer, 2001). Los compuestos halocarbonados reaccionan de la siguiente forma en la capa de ozono quedando como radicales libres en la atmósfera:



El bromo, yodo y cloro contenido en los VOHC's, son fotolisados en la tropósfera y participan en un ciclo foto-oxidativo con el cual destruyen el ozono presente en la atmósfera.

Con respecto a las condiciones de stress hídrico en las cuales las macroalgas pueden verse sometidas, las intermareales son las más sujetas de quedar expuestas a períodos de emersión que duran períodos variables de tiempo, según la influencia de mareas, oleaje y configuración de las playas. En los períodos de emersión los talos están expuestos a los efectos desecantes del aire y sol, y como resultado, hay pérdida de agua en las algas (Y. Kawamitsu, 2000). Las especies de macroalgas utilizadas para este trabajo, tienen una gran importancia comercial y también una gran abundancia a lo largo del intermareal Chileno, sin embargo, no existe información que permita saber si los ejemplares de *Ulva rigida*, *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia nigrescens* producen compuestos orgánicos volátiles principalmente en estados tempranos de desecación.

El objetivo general de este trabajo es determinar la producción de compuestos orgánicos volátiles producidos durante el proceso de desecación en tres especies de macroalgas, y el objetivo específico es determinar las concentraciones totales de los compuestos orgánicos volátiles en función de distintos períodos de desecación a temperatura constante.

Hipótesis 1: La producción de compuestos orgánicos volátiles en las tres especies disminuye, según aumenta el período de desecación.

En el desarrollo del trabajo experimental se utilizaron especies de tres grandes divisiones de macroalgas, la recolección de *Ulva rígida*, *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia nigrescens*, se realizó durante los meses mayo-junio del 2004 en la localidad de Cocholgüe (36°, 35´S). En el laboratorio, las muestras fueron ubicadas en pequeños acuarios por separado con medio estéril Johnson (J/1), medio de cultivo a 0,5 M de NaCl, bajo las siguientes condiciones: 24 horas radiación fotosintéticamente activa (PAR) proporcionado por un set de tubos fluorescentes de 40 W combinado con 100 W de una lámpara incandescente bajo una densidad de flujo de fotones de $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, a $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ a pH 7.5.

La producción de compuestos volátiles halocarbonados fue determinada para cada especie de macroalga incubando tejido fresco en un vial head space de 20 ml. Esta producción fue determinada utilizando cromatografía de gases y espectrometría de masas acopladas en un solo sistema. Las muestras fueron tomadas a los 5, 40, 80, 120 y 160 min. del período de desecación convenido.

Resultados para *Ulva rígida* mostraron que esta alga produce los siguientes VOCH's: CHBrCl_2 , CH_2Br_2 , CH_2I_2 , CH_3I , *Mazzaella laminarioides* CH_2Cl_2 , CHBrCl_2 , CH_2Br_2 , CH_2I_2 , CH_3I y *Lessonia nigrescens* CHBrCl_2 , CH_2Br_2 , CH_2I_2 , CH_3I . En la figura I se observa la variación de la concentración de los VOHC's bromados-clorados para *M.laminarioides* en distintos períodos de desecación. Esta figura muestra un leve aumento de los compuestos diclorometano, dibromometano y diclorobromometano a través del tiempo. Por su parte, los compuestos bromados-clorados producidos por *L. Nigrescens* (Fig. II) también muestran un aumento en sus concentraciones a través de los distintos períodos de desecación, tomando en cuenta el compuesto diclorobromometano como el que más aumenta terminado el período. Por su parte los compuestos clorados- bromados liberados por *Ulva rígida* (Fig. III) muestran una tendencia a disminuir finalizado los períodos de desecación.

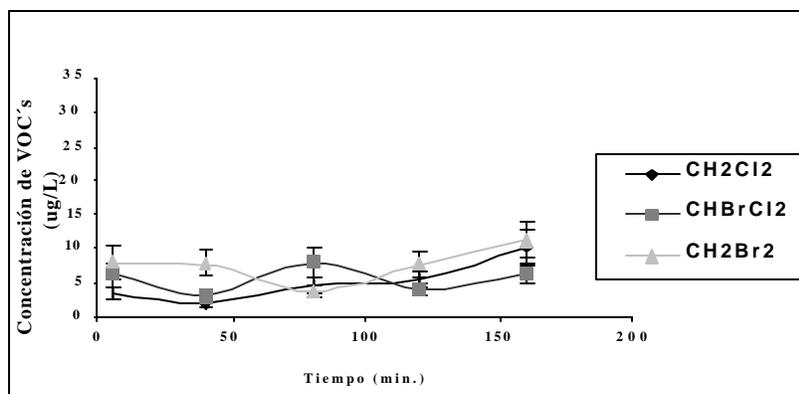


Figura I: Concentraciones de VOHC's bromados-clorados encontrados en *M.laminarioides* en distintos períodos de desecación (p: 0,0080; F: 3,88; G.L.: 74).

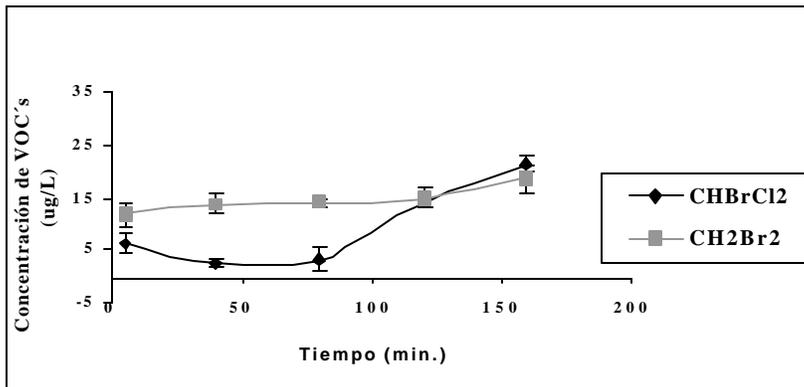


Figura II: Concentraciones de VOHC's bromados-clorados encontrados en *L.nigrescens* en distintos períodos de desecación (p: 0.0001; F: 20,51; G.L.: 59).

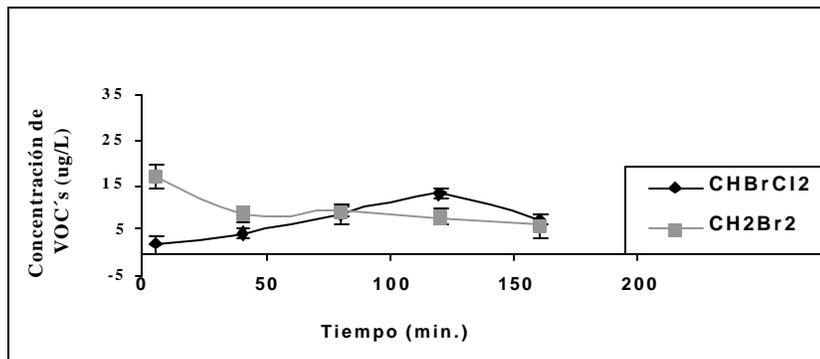


Figura III: Concentraciones de VOHC's bromados-clorados encontrados en *U.rigida* en distintos períodos de desecación (p: 0,169; F: 1,74; G.L.:59).

Este trabajo muestra que la actividad metabólica de estas tres especies de macroalgas, produce y libera compuestos volátiles halocarbonados al ambiente y por lo tanto hacia la atmósfera. Desde las primeras investigaciones de sustancias halocarbonadas liberadas por macroalgas, la División Rhodophyta fue considerada como la fuente más abundante de halocarbonos (Van Alstyne, K. 2003), sin embargo, en este trabajo la especie representante de ésta división (*M.laminarioides*) paso a un segundo lugar detrás de

L. nigrescens que tuvo una concentración total de 200 µg/L VOHC's finalizados los análisis, razón que le otorga ser la especie contribuyente más significativa en relación con las otras especies de macroalgas analizadas. Para *M.laminarioides* y *L.nigrescens* el tiempo influyó en la concentración de VOHC's, pero para *U.rigida* los períodos de desecación no influyeron en las concentraciones de VOHC's analizados. Según los resultados obtenidos, la producción de VOHC's a distintos tiempos de desecación para *M.laminarioides* y *L.nigrescens* aumentó –para *U.rigida* no hubo diferencias significativas-, esto sugiere que las algas que están expuestas a la desecación utilizan este período de tiempo como estrategia para liberar compuestos que no son útiles al interior del alga y que son liberados en forma de volátiles hacia la atmósfera dañando irreversiblemente la capa de ozono. Los resultados de VOHC's encontrados en este trabajo son distintos en comparación a otros trabajos realizados con distintas especies de microalgas y macroalgas aportando nuevos e importantes conocimientos para la comunidad científica.

Referencias

- C. Shall, 1994. Biogenic volatile organoiodine and organobromine compounds released from polar macroalgae. *Chemosphere*, 28:1315-1324.
- F.Laturnus, 1996. Antarctic macroalgae-sources of volatile halogenated organic compounds. *Marine Environmental Research*, Vol. 41: 169-181.
- J.M.Backer, 2001, Emissions of CH₃BR₂, organochlorines and organoiodine from temperate macroalgae. *Chemosphere-Global Change Science* 3: 93-106.
- K. Van Alstyne 2003, Dimethylsulfide released during macroinvertebrate grazing and its role as an activated chemical defense. 250:175-181.
- Y. Kawamitsu, 2000. Photosynthesis during desiccation in a intertidal alga and land plant. *Plant Cell Physiology*, 3: 344-353.

Efecto de la radiación ultravioleta sobre la fotosíntesis en el alga parda *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae)

Fernanda Piraud, I. Gómez y M. Oróstegui
Laboratorio de Fotobiología, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile. Casilla 567,
Valdivia.

fernandapiraud@uach.cl

Palabras clave: *Lessonia nigrescens*, Fotosíntesis, Fotoinhibición, Rendimiento Cuántico Efectivo.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT N° 1030343

La cantidad y calidad de radiación UVB ha ido en aumentando en los últimos años producto de la reducción del ozono estratosférico, alcanzando valores máximos en el Polo Sur. Este aumento de radiación afecta la biota de nuestro planeta (Madronich et al., 1995). La radiación UVB es un potencial estrés para los organismos y en el caso particular de las algas, ellas han desarrollado diversos mecanismos que atenúan sus efectos nocivos de la radiación (Figueroa & Gómez 2001). Uno de estos mecanismos es la fotoinhibición de la fotosíntesis la cual se manifiesta como una disminución de actividad fotosintética producto de un exceso de energía (Hanelt 1998). El mecanismo es regulatorio y puede ser fácilmente medida como una disminución en la fluorescencia de clorofilas del fotosistema II (rendimiento cuántico efectivo, Fv/Fm) usando un Fluorímetro de Pulso Modulado (tipo PAM). En general, la fotoinhibición de fotosíntesis es causada por altos niveles de radiación fotosintéticamente activa (PAR, 400-700 nm) y en condiciones naturales ocurre aproximadamente al medio día, pero cuando el stress lumínico disminuye, como ocurre en las tardes, la planta recupera su actividad fotosintética normal (Hanelt 1996). En el caso de exposición a altas dosis de radiación UV, la recuperación de la fotosíntesis es mucho menor y en caso de existir fotodaño en el aparato fotosintético, se observa una muy baja o nula recuperación en las tasas de fotosíntesis. Por lo tanto experimentos de exposición y recuperación ("recovery") permiten observar el real efecto de estas longitudes de onda sobre la fotosíntesis de las algas marinas.

Para el alga parda *Lessonia nigrescens*, cuyo hábitat es intermareal, surge la pregunta si exposiciones a UV afectan sus tasas de fotosíntesis. La susceptibilidad o tolerancia a este factor ambiental es relevante tratándose de una especie dominante en los ambientes costeros y por su gran importancia comercial.

Para los experimentos se colectó el material en las playas de Calfuco y de Curiñanco ubicadas en la Provincia de Valdivia, X Región. El material algal se llevó al laboratorio del Instituto de Biología Marina de la Universidad Austral de Chile donde se mantuvo en estanques por 24 horas con agua de mar a una temperatura 13-15 °C, con salinidad de 30 PSU y aeración constante antes de comenzar los experimentos.

Para el experimento se cortaron discos de fronda de *Lessonia nigrescens* con un sacabocado de 0.8 mm de diámetro, y fueron expuestos a tres tratamientos de radiación correspondientes a radiación PAR + UVA + UVB, PAR + UVA y PAR. Se utilizaron dos lámparas Philips TL de radiación PAR, una lámpara Q-panel 340 de radiación UVA y una lámpara Q-panel 313 de radiación UVB. Se utilizaron filtros que cortan la radiación a distintas longitudes de onda: Ultraphan-295 que corta la radiación por debajo de 295 nm, Folex-320 que corta la radiación por debajo de los 320 nm y Ultraphan-400 que corta la radiación por debajo de los 400 nm. Dos intensidades de radiación fueron utilizadas de acuerdo a la altura de las lámparas con respecto a las muestras: a) 15 cm con intensidades de PAR=64,2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, UVA= 12,9 W m^{-2} y UVB= 1,8 W m^{-2} ; y b) 30 cm con intensidades de PAR= 42,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, UVA=8,1 W m^{-2} y UVB= 1,2 W m^{-2} .

La fluorescencia fue medida luego de 6 y 24 horas de exposición y después de 3 y 6 horas de recuperación utilizando un Fluorímetro de Amplitud Modulada (PAM). Los discos de frondas se dejaron en oscuridad por 20 min para permitir que todos los centros de reacción se encuentren

abiertos y así medir el rendimiento cuántico efectivo (F_v/F_m). La respuesta de las algas en condiciones naturales se realizó un ciclo diario de la fluorescencia de la clorofila. Esto se realizó en Calfuco y se midió la fluorescencia de frondas completas cada 1 hora, empezando las mediciones a las 8:00 horas y terminando a las 20:00 horas de acuerdo a mismo procedimiento descrito para las algas en laboratorio.

Los resultados muestran que existe una evidente disminución del rendimiento cuántico efectivo (F_v/F_m) de las frondas de *Lessonia nigrescens* expuestas a lámparas en el laboratorio llegando a alcanzar 50% con respecto al control inicial especialmente bajo PAR+UVA+UVB (Fig. 1). A las distintas intensidades de incubación (15 y 30 cm) no se determinaron grandes diferencias. Se observó que el tratamiento con UVB ejerció un mayor efecto en el rendimiento cuántico efectivo, siendo también el que muestra una menor recuperación. El rendimiento cuántico efectivo disminuye fuertemente a las 6 horas de exposición a la radiación en los tres tratamientos, lo que hace deducir que el alga se fotoinhibe al estar expuesta a estas radiaciones, aunque las irradiancias de PAR no fueron elevadas.

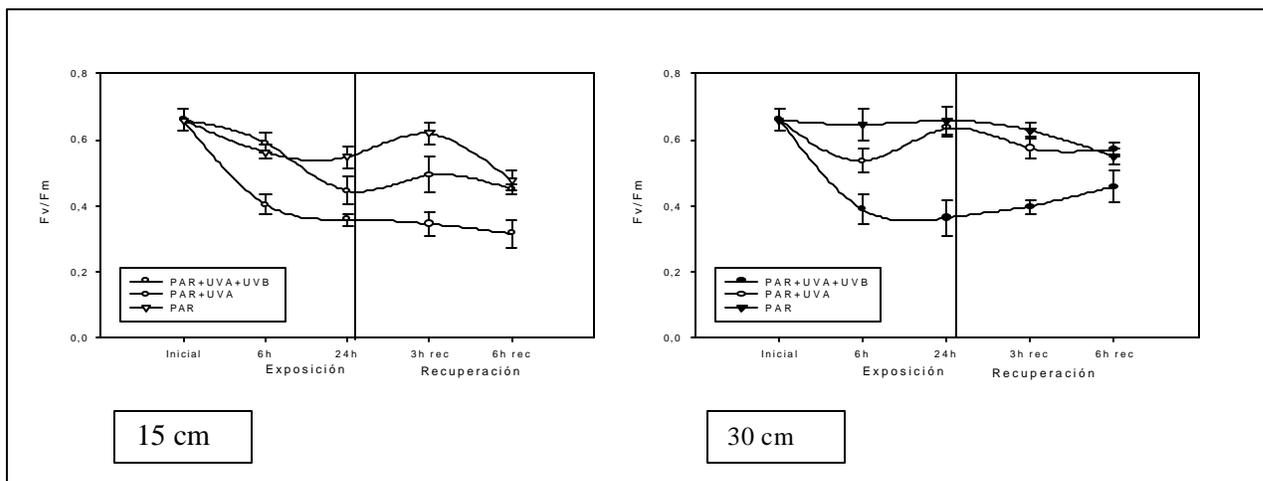


Figura 1. Fotoinhibición y recuperación de Fotosíntesis en frondas de *Lessonia nigrescens* medidas en Agosto de 2004 e incubadas bajo dos diferentes intensidades de radiación. Valores son promedio \pm S.D. n= 10

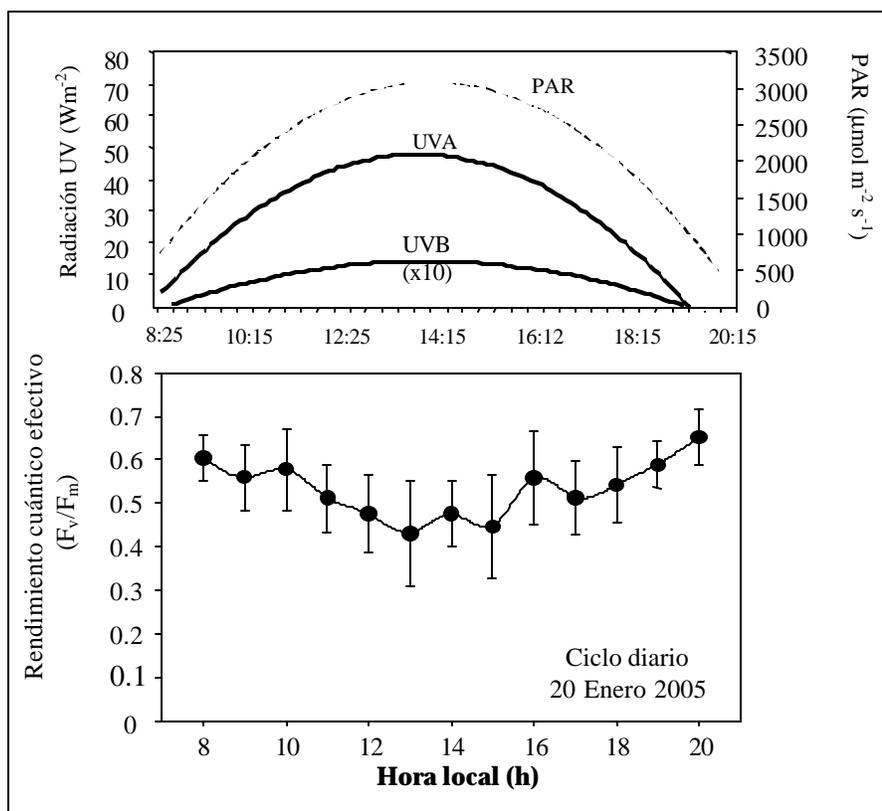


Figura 2. Variación del rendimiento cuántico máximo (F_v/F_m) del día 20 de Enero del 2004, bajo la radiación solar natural en Calfuco.

En el ciclo diario (Fig. 2) se observa que los valores más altos de la fluorescencia se encuentran en la mañana y en la tarde, disminuyendo notablemente al mediodía (cerca de un 35 %). Esta disminución de la fluorescencia de la clorofila coincide con el máximo momento de radiación solar. A medida que disminuyen los valores de radiación a lo largo del día se observa una recuperación en la fluorescencia del alga.

En general nuestros resultados indican que *Lessonia nigrescens* por un lado exhibe fotoinhibición de fotosíntesis y por otro lado, niveles de radiación UV comparables a las que recibirían algas en el ambiente natural en verano son capaces de afectar las fotosíntesis, lo cual fue confirmado por una menor recuperación de fotosíntesis (Fig. 1).

Bajo condiciones naturales, al existir un aumento en los niveles de radiación durante el día el alga baja el rendimiento cuántico máximo casi en forma proporcional al aumento de la radiación, lo cual es una confirmación de la existencia de fotoinhibición, lo cual no ha sido estudiado previamente en esta especie, pero si visto en otras algas pardas como describe Hanelt (1998). Estos resultados en *Lessonia nigrescens* pueden ser comparados a otras especies medidas en la costa de Valdivia (Gómez et al. 2004). En general, algas de la zona intermareal superior son altamente tolerantes a la radiación UV y PAR, mientras que especies de la franja infralitoral son mucho más sensible, por ejemplo, *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia nigrescens* en este estudio.

Referencias

Figuerola FL, I Gómez (2001) Photosynthetic acclimation to solar UV radiation of marine red algae from the warm-temperate coast of southern Spain: a review. *J Appl Phycol* 13:235-248

- Gómez I, FL Figueroa, N Ulloa, V Morales, C Lovengreen, P Huovinen, S Hess (2004) Patterns of photosynthesis in 18 species of intertidal macroalgae from southern Chile. *Mar Ecol Prog Ser* 270: 103-116.
- Hanelt D (1996) Photoinhibition of photosynthesis in marine macroalgae. *Sci Mar* 60 (suppl 1) 243-248.
- Hanelt D (1998) Capability of dynamic photoinhibition in Arctic macroalgae is related to their depth distribution. *Mar Biol* 131: 361-369.
- Madronich S, R McKenzie, M Caldwell, L Bjorn (1995) Changes in Ultraviolet Radiation Reaching the Earth's Surface. *AMBIO* 24: 143-152.

Dominancia gametofítica en *Mazzaella laminarioides* (Rhodophyta, Gigartinales) cuantificando discos y láminas a lo largo de un gradiente de estrés ambiental

Álvaro Sanhueza M. & Otaíza, R., Univ. Católica Sma Concepción, Fac. Ciencias, Casilla 297, Concepción.

asanhueza@ucsc.cl, *rotaiza@ucsc.cl*

Mazzaella laminarioides (Bory) Fredericq es un alga roja abundante en roqueríos intermareales, desde protegidos a expuestos y en un amplio gradiente vertical de distribución. Presenta un ciclo de vida complejo con dos fases de vida libre de igual morfología. Sin embargo, estas fases tienen ciertas diferencias. Por una parte, los esporofitos son diploides y los gametofitos son haploides. Además, presentan diferencias químicas en la composición de los carragenanos de la pared celular. También presentarían diferencias ecológicas siendo los gametofitos más abundantes y ampliamente distribuidos que los esporofitos, que estarían restringidos a zonas intermareales más bajas (Hannach & Santelices, 1985; Luxoro & Santelices, 1989; Santelices, 1990; Barrientos & Alveal, 2001). Estas diferencias serían consecuencia de supervivencia diferencial, siendo los gametofitos más resistentes al estrés ambiental impuesto por el gradiente vertical intermareal. Los estudios ecológicos han considerado las láminas como la entidad de estudio, sin embargo, en *M. laminarioides* el disco basal es la estructura perenne el cual produce un número variable de láminas a lo largo del año. Entonces, las diferencias ecológicas referidas anteriormente podrían corresponder a sólo un artefacto de la entidad evaluada en los muestreos. Así, diferencias en el número de láminas por individuo entre discos gametofíticos y esporofíticos, o diferencias en la duración de las frondas según la fase o sexo podrían producir resultados similares. Si efectivamente existe supervivencia diferencial entre esporofitos y gametofitos por estrés ambiental, se propone que la proporción de gametofitos aumenta con la altura intermareal independientemente de la entidad evaluada (ya sea densidad de láminas o densidad de discos que corresponderían a los individuos). Un corolario de ésto, suponiendo que la tasa de crecimiento de los discos de ambas fases es similar, es que la dominancia gametofítica es mayor entre discos de mayor tamaño (edad). En este estudio se intentó determinar la abundancia y distribución de gametofitos y esporofitos a lo largo del gradiente vertical intermareal comparando la abundancia tanto de láminas como de discos, y considerando el tamaño del disco como un estimador de la edad del individuo.

El estudio fue realizado entre noviembre 2002 y junio 2003, en la Desembocadura del río Bío-Bío (36°48'S, 73°10'W), VIII Región. Esta costa está constituida por grandes roqueríos con diversa exposición al oleaje. Para determinar la abundancia y distribución de *M. laminarioides* a lo largo del gradiente vertical, la banda de *M. laminarioides* fue muestreada con 6 cuadrantes dispuestos regularmente a lo largo de 3 bandas (transectos verticales) en 6 sitios. Para determinar la densidad de discos, según fase y sexo, de cada cuadrante se colectaron todos los discos identificables por la presencia de estructuras reproductivas visibles a ojo desnudo en las frondas. El resto de los discos fue marcado en terreno y se tomaron muestras que permitieron la identificación de su fase en laboratorio mediante la prueba química de acetal-resorcinol (Garbary & De Wreede, 1988; Shaughnessy & De Wreede, 1991) y, cuando resultaron gametofitos, fueron analizados histológicamente para identificar su sexo distinguiendo las células reproductivas características. Los gametofitos que no presentaron láminas desarrolladas, fueron revisados mensualmente hasta que el crecimiento de láminas reproductivas permitió la identificación de su sexo. Cuando la identidad del individuo estuvo completamente confirmada, éste fue removido de terreno y analizado en laboratorio determinándose el área del disco y el número de frondas. La proporción de gametofitos al total se determinó de tres maneras, considerando como entidad: primero, cada fronda según las estructuras reproductivas visibles a ojo desnudo (FV) independiente del disco; segundo, todas las frondas según su fase (FR) independiente del disco; y tercero, los discos (DC), independiente de la cantidad de frondas. Paralelamente, se marcaron y revisaron mensualmente en terreno discos de ambas fases para determinar su crecimiento.

La abundancia relativa de los gametofitos aumentó con la altura intermareal (Fig. 1) desde ~50% a ~70%, confirmando los resultados de otros autores. La misma tendencia se observó en las tres

entidades evaluadas, sin embargo fue mayor al evaluar FR y menor al evaluar FV, mientras que DC tuvo valores intermedios. La abundancia relativa de los gametofitos también aumentó con el tamaño el disco (Fig. 2). No se encontró diferencias en crecimiento entre discos gametofíticos y esporofíticos, indicando que los gametofitos son más longevos. Entre los gametofitos, la abundancia de discos femeninos fue casi tres veces mayor a la de masculinos en todo los sitios y niveles verticales muestreados (Fig. 3).

Los resultados obtenidos aquí considerando discos como la entidad de muestreo confirman la ocurrencia de dominancia gametofítica encontrada al evaluar abundancia considerando láminas, tal como fue hecho por otros trabajos. Además, los resultados de la abundancia relativa al considerar la talla y el crecimiento del disco demuestran que la mayor longevidad de gametofitos es producto de su mayor tolerancia a estrés ambiental (Hannach & Santelices, 1985). Entonces, en *M. laminarioides* la supervivencia diferencial de las fases puede producir dominancia gametofítica, por lo que su explicación como solo un efecto numérico de modelos de su dinámica poblacional derivados del ciclo de vida (Thornberg Gaines 2003, 2004) parece menos probable. Por otra parte, la dominancia de gametofitos femeninos sobre los masculinos también podría ser explicado por supervivencia diferencial de los individuos.

Referencias

- Barrientos E & K. Alveal (2001). La dominancia morfo-reproductiva en las historias de vida de algas de importancia comercial. En: K. Alveal & A. Antezana (eds), Sustentabilidad de la biodiversidad. Un problema actual. Bases científico - técnicas, teorizaciones y proyecciones. Univ. Concepción, pp 497-513.
- Garbary DJ & RE De Wreede (1988) Life history phases in natural populations of Gigartinaceae (Rhodophyta): quantification using resorcinol. In Lobban S, DJ Chapman, BP Kremer (eds), Experimental Phycology: A Laboratory Manual. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 174-178.
- Hannach G & B Santelices (1985). Ecological differences between the isomorphic reproductive phases of two species of *Iridaea* (Rhodophyta: Gigartinales). Mar. Ecol. Progr. Ser. 22: 291-303.
- Luxoro C & B Santelices (1989). Additional evidence for ecological differences among isomorphic reproductive phases of *Iridaea laminarioides* (Rhodophyta: Gigartinales). J. Phycol. 25: 206-212.
- Santelices B (1990). Patterns of reproduction, dispersal and recruitment in seaweeds. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 28: 177-276.
- Shaughnessy F & RE De Wreede (1991) Reliability of resorcinol method for identifying isomorphic phases in the Gigartinaceae (Rhodophyta). J. Phycol 3: 121-127.
- Thornber CS & SD Gaines (2003) Spatial and temporal variation of haploids and diploids in populations of four congeners of the marine alga *Mazzaella*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 258: 65-77.
- Thornber CS & SD Gaines (2004) Population demographics in species with biphasic life cycles. Ecology. 85 (6): 1661-1674.

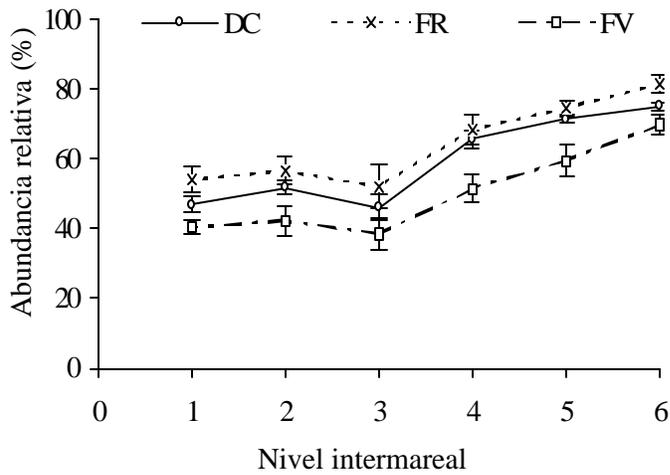


Figura 1. Abundancia relativa (%) de gametofitos al total (± 1 ee, $n = 18$) de *M. laminarioides* en el gradiente vertical intermareal. Las curvas representan la abundancia relativa promedio de 6 sitios muestreados para cada nivel intermareal (1: nivel más bajo, 6: nivel más alto). Se evaluó abundancia con 3 criterios (ver métodos).

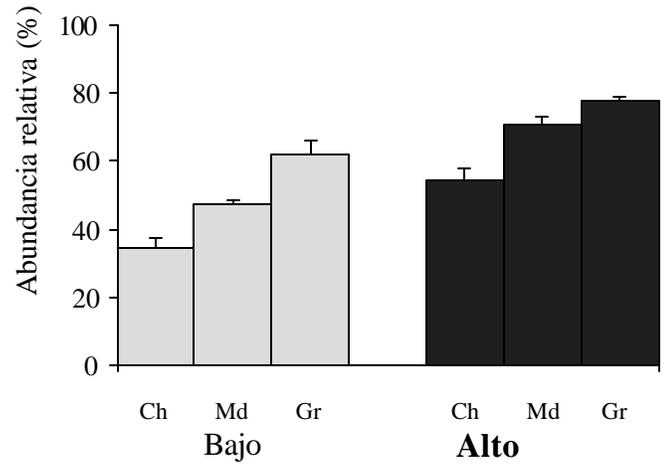


Figura 2. Abundancia relativa (%) de gametofitos al total (± 1 ee, $n = 18$) de *M. laminarioides* en la zona intermareal alta y baja. En cada zona se consideran tres tamaños de discos: chicos (Ch, de 0,2-1,0 cm²), medianos (Md, de 1,1-2,0 cm²) y grandes (Gr, mayores a 2,1 cm²).

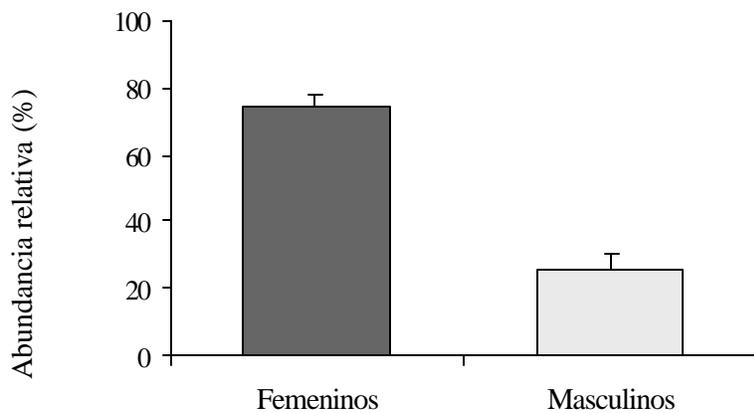


Figura 3. Abundancia relativa (%) de discos femeninos y masculinos (± 1 ee, $n = 108$) de *M. laminarioides* considerando en conjunto todos los cuadrantes muestreados.

Evaluación de coalescencia gametofito-esporofito en *Mazzaella laminarioides* (Gigartinales, Rhodophyta)

César Vera y Héctor Romo

Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción.
hromo@udec.cl

Palabras clave: *Mazzaella laminarioides*, Rhodophyta, cobertura,, proporción gametofito, proporción esporofito, coalescencia.

Mazzaella laminarioides, es un habitante típico de la zona hidrolitoral (Alveal, 1970) desde Chile central al sur. Su ciclo de vida consta de tres fases, en donde los esporofitos mediante tetrásporas, originan a los gametofitos. Estos gametofitos hembras cuando son fecundados, forman los carposporofitos que desarrollan carpósporas, para finalmente dar origen al esporofito. Pero la proporción de fases reproductivas en el intermareal no es siempre balanceada entre gametofitos y esporofitos. Luxoro y Santelices (1989) en *Iridaea laminarioides* (actual *Mazzaella laminarioides*), indican que los gametofitos están en mayor abundancia que los esporofitos, debido a la preferencia de esporofitos por moluscos ramoneadores. Las hipótesis indicaron que existen diferencias ecológicas entre fases pero asumen que la proporción gametofito: esporofito debería ser 1:1.

La coalescencia es el proceso mediante el cual, dos o más talos se fusionan estableciendo conexiones celulares (Santelices et al., 2003). En Gigartinales este proceso, incrementaría la supervivencia del alga, la productividad de frondas, el crecimiento de frondas, y el potencial reproductivo de los individuos que coalescen (Santelices et al., 1999). En relación a esta característica en los discos basales gametofitos y esporofitos, en este estudio se plantea que la frecuencia de discos coalescentes gametofito-esporofito está determinada por la frecuencia de discos basales esporofitos o discos basales gametofitos.

Para el presente trabajo los objetivos principales son: cuantificar la cobertura de especies intermareales, determinar la estructura de tamaños de frondas de *M. laminarioides* en la muestra, determinar la frecuencia de fases del ciclo de vida presentes en discos basales y evaluar de discos basales con una o dos fases.

Para determinar la importancia de *M. laminarioides* en relación a otras especies acompañantes en la comunidad intermareal de las tres estaciones de estudio: Estación de Biología Marina de la Universidad de Concepción (EBM), Ensenada Litril y Caleta Villarrica, se fotografiaron 20 cuadrantes de 2.500 cm² (50 cm x 50 cm) las cuales se proyectaron en un pizarrón donde se utilizó el método de intersección de puntos (Seguel, 1982) para determinar la dominancia de cada especie. Posteriormente, se recolectaron las frondas de 84 discos basales en total, de los cuales se obtuvieron las frondas contiguas que seguían un transecto a través de cada disco basal. En el laboratorio se obtuvo el peso húmedo, la longitud y el número de frondas muestreadas en cada disco basal muestreado. La determinación de la fase del ciclo de vida se obtuvo mediante el método del resorcinol-acetal (Garbary & De Wreede, 1988).

M. laminarioides fue la especie dominante del sustrato rocoso. Con frondas de pequeño tamaño, particularmente en Estación de Biología Marina. En las tres estaciones de muestreo la mayoría fueron frondas en fase gametofítica.

Se asume que la dimensión del sustrato (macizo rocoso, bloques o guijarros) y el grado de oleaje son determinantes en cada localidad para permitir un mayor o menor asentamiento de esporas. Estas frondas poseen una relación peso longitud mucho menor que en las frondas de mayor longitud. Finalmente, la cantidad de gametofitos por sobre la de esporofitos, concuerda con los trabajos de Bhattacharya (1985), González y Meneses (1996); Hannach y Santelices (1985), Luxoro y Santelices (1989) y Scrosati (1998).

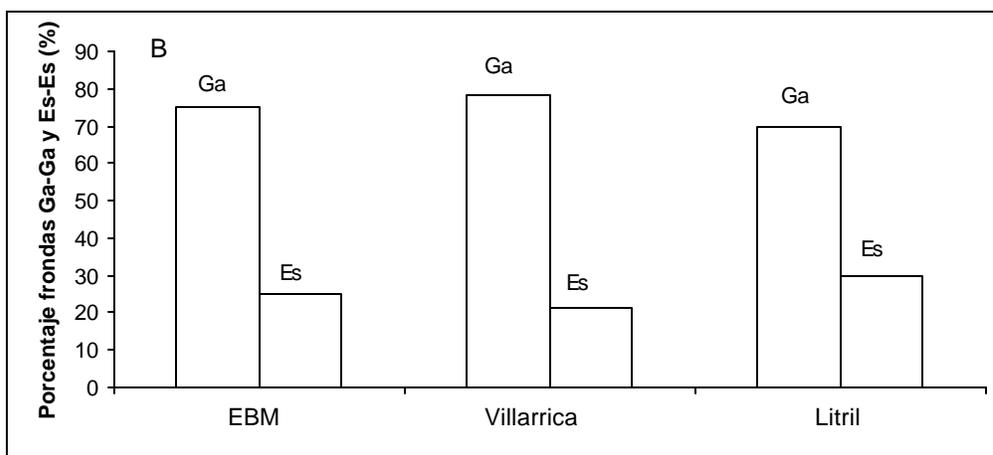
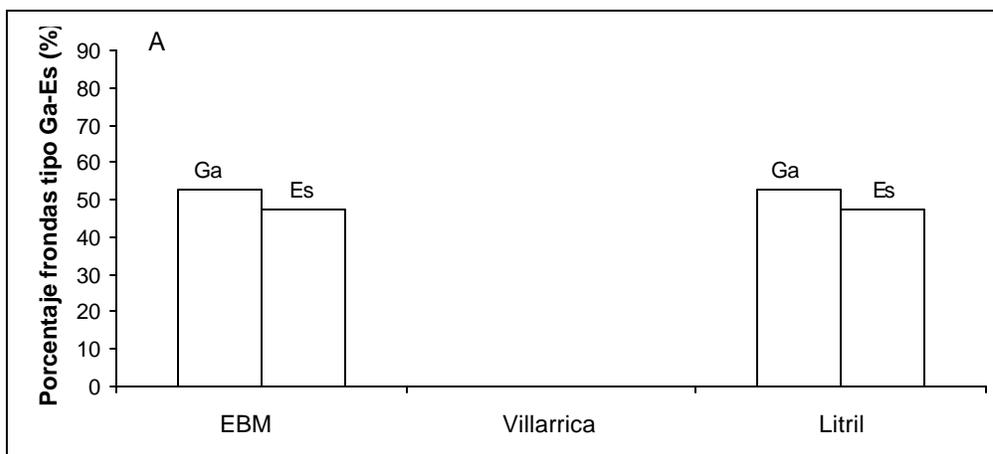


Figura. 1. Porcentaje de frondas de *M. laminarioides* de Bahía Coliumo de: (A) tipo Ga-Es y (B) tipo Ga-Ga y Es-Es.

Referencias

- Alveal, K., 1970. Estudios ficoecológicos en la región costera de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. Valparaíso 14 (1):7-88.
- Bhattacharya, D., 1985. The demography of fronds of *Chondrus crispus* Stackhouse. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 91:217-231.
- Garbary, D., R. De Wreede, 1988. Life history phases in natural populations of Gigartinaceae (Rhodophyta): quantification using resorcinol. In: C.S. Loban, D. J. Chapman & B. P. Kremer (Eds.) Experimental Phycology. A Laboratory Manual. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 174-178.
- González, J., I. Meneses, 1996. Differences in the early stages of development of gametophytes and tetrasporophytes of *Chondracanthus chamissoii* (C.Ag.) Kützing from Puerto Aldea, northern Chile. Aquaculture 143: 91-107.
- Hannach, G., B. Santelices, 1985. Ecological differences between the isomorphic reproductive phases of two species of *Iridaea* (Rhodophyta Gigartinales). Mar. Ecol. Progr. Ser. 22: 291-303.
- Luxoro, C., B. Santelices, 1989. Additional evidence for ecological differences among isomorphic reproductive phases of *Iridaea laminarioides* (Rhodophyta: Gigartinales). J. Phycol. 25, 206-212.

- Santelices, B., D. Aedo, M. Hormazábal, V. Flores, 2003. Field testing of inter- and intraspecific coalescence among mid-intertidal red algae. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 250:91-103.
- Santelices, B., J. Correa, D. Aedo, V. Flores, M. Hormazábal, P. Sánchez, 1999. Convergent biological processes in coalescing Rhodophyta. *Journal of Phycology*. 35, 1127-1149.
- Scrosati, R. 1998. Population structure and dynamics of the clonal alga *Mazzaella cornucopiae* (Rhodophyta, Gigartinaceae) from Barkley Sound, Pacific Coast Canada. *Botanica Marina*. 41: 135-141 000-000.
- Seguel, M. 1982. Estudio de factores biológicos que estarían influyendo en la abundancia de *Gigartina papillata* (C. Agardh) J. Agardh en el sector NE de la Bahía Coliumo (36°32'S; 72°56'W). Tesis para optar el Título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. Págs. 1-48.

Relações entre a morfometria de rodolitos e a fauna associada em depósitos calcários no Banco dos Abrolhos, Brasil

Marcia A. de O. Figueiredo¹; Kátia P. dos Santos¹; Elisa M. Costa-Paiva², Paulo César de Paiva² & Carlos Renato R. Ventura³

¹ Programa Zona Costeira, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão 915, Rio de Janeiro, RJ, 22460-030, Brasil. ² Instituto de Biologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompowski s/n, CCS Bloco A, Rio de Janeiro, RJ, 21941-590, Brasil.

³ Departamento de Invertebrados, Museu Nacional - UFRJ, Quinta da Boa Vista, s/n., Rio de Janeiro, RJ, 20940-040, Brasil.
mfigueir@jbrj.gov.br

Palabras clave: Rodolitos, algas calcáreas, invertebrados, forma, abundancia, tiempo.

Os bancos de rodolitos (ou *maerls*) são comunidades marinhas dominadas por algas calcárias de vida livre (Corallinales, Rhodophyta). Estes bancos ocorrem em grande extensão da plataforma continental brasileira (Kempf *et al.* 1969) formando o maior depósito calcário do mundo (Foster 2001). As algas dos rodolitos são consideradas espécies engenheiras pois ao modificarem o habitat podem afetar sua fauna (Jones *et al.*, 1994). Poucos são os trabalhos que descrevem a fauna associada a estes habitats. Portanto, o presente trabalho teve o objetivo de demonstrar relações morfométricas entre os rodolitos e sua fauna associada em um banco de rodolitos no litoral nordeste brasileiro.

O local de estudo situa-se ao sul da Ilha Santa Bárbara no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil (17°58'S e 38°42'O). O material foi coletado com nucleadores (2 L capacidade), enterrados a cerca de 20 cm no substrato em vinte pontos aleatórios a 9 m de profundidade em três épocas do ano (outono, inverno e primavera). Amostras foram anestesiadas com cloreto de magnésio e fixadas em solução de formaldeído a 10 % em água do mar. A macrofauna foi separada do substrato por elutrição e o número de indivíduos contados em cada um dos quatro grandes grupos taxonômicos. Os rodolitos e sedimentos mais finos foram triados por granulometria (malhas de 10; 5; 3 e < 3 mm), secos em estufa à 60°C e pesados. Sub-amostras de vinte indivíduos por cada classe de tamanho foram selecionadas para análise do grau de ramificação e identificação da espécie de alga calcária formadora do rodolito.

A granulometria dos rodolitos e sedimentos variou pouco entre as épocas do ano estudadas, havendo uma contribuição relativamente maior do sedimento fino no inverno (Fig. 1). O grau de ramificação dos rodolitos variou nas épocas do ano (Fig. 2), isto é, diminuiu do outono/inverno para a primavera somente para as menores classes de tamanho (Anova, respectivamente, ($p < 0,001$)).

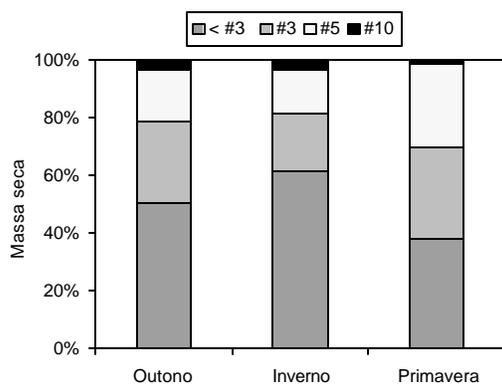


Figura 1 - Granulometria dos sedimento (#) classes de tamanho por época do ano.

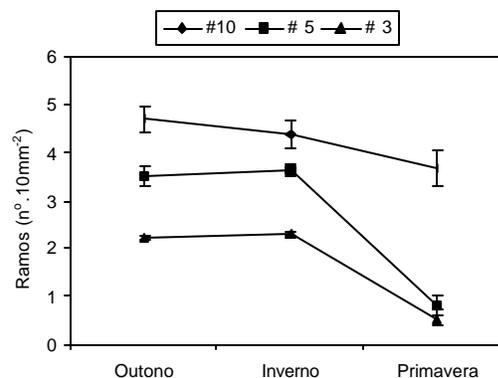


Figura 2 - Graus de ramificação dos rodolitos (#) classes de tamanho por época do ano

A espécie dominante de alga calcária nos rodolitos foi *Mesophyllum erubescens* (Foslie) Lemoine (Tab. 1). Em geral, existiu uma tendência para diminuir a densidade dos invertebrados ao longo do tempo. No outono, os anfípodos (Crustacea) foram mais abundantes sendo seu número reduzido à metade no inverno e primavera, quando aproximou-se do número de poliquetas (Annelida) (Fig. 3).

Tabela 1 – Representação (%) da espécie de alga calcária dominante por épocas do ano, (#) classes de tamanho dos rodolitos

<i>Mesophyllum erubescens</i> (%)			
	# 3	# 5	# 10
Outono	72	58	33
Inverno	61	53	31
Primavera	11	11	42

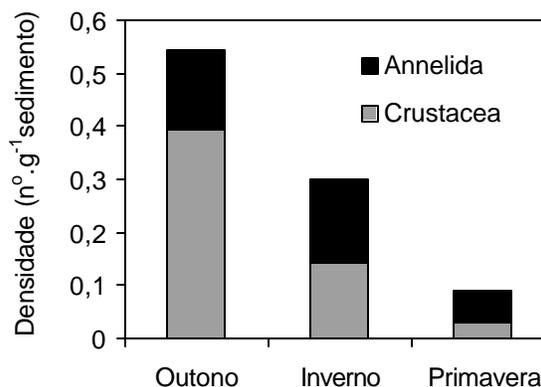


Figura 3 – Abundância dos principais invertebrados por amostra seca do sedimento nas épocas do ano

O revolvimento do substrato não consolidado aparentemente desloca os animais refugiados entre os rodolitos, fato que acontece de abril a julho com a entrada de ventos e ondulações fortes do quadrante sul. Acredita-se que durante e após o período de turbulência os poliquetas consigam se manter pela capacidade de migrarem verticalmente no sedimento fino (Galluci & Netto, 2004). Outros invertebrados foram menos comuns, como ofiuróides (Echinodermata) e bivalves (Mollusca). Contudo, o padrão encontrado foi mais marcante em relação à brusca redução no número de anfípodos, provavelmente devido à mudança no grau de heterogeneidade do habitat. De fato, a rica fauna associada a estes fundos tem sido associada à heterogeneidade do substrato (Foster, 2001), dada pela variação na forma e tamanho dos rodolitos em função do grau de movimentação d'água (Steller & Foster, 1995). Os rodolitos quando menores e menos ramificados oferecem um abrigo e/ou refúgio menos apropriado à macrofauna superficial. Estes organismos possivelmente alojam-se entre os ramos calcificados e assim ficam protegidos de potenciais predadores (Bosence, 1985; Hall-Spencer, 1998).

Referências

- Bosence D.W.J. 1985. The morphology and ecology of a mound-building coralline alga (*Neogoniolithon strictum*) from the Florida Keys. *Paleontology* 28:189-206.
- Foster M.S. 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *J. Phycol* 37:659-667.
- Gallucci F., S.A. Netto, 2004. Effects of the passage of cold fronts over a coastal site: an ecosystem approach. *Mar. Ecol. Progress. Ser.* 281:79-92.
- Hall-Spencer J.M. 1998. Conservation issues relating to maerl beds as habitats for molluscs. *J Conchocology Special Publ* 2:271-286.
- Jones C.G, J.H. Lawton, M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. - *Oikos* 69:373-386.
- Kempf M., P.N. Coutinho, J.O. Morais 1969. Plataforma continental do norte e nordeste do Brasil. *Trab Oceanogr Univ Fed Pe.* 9/11:9-15.
- Steller D.L., M.S. Foster 1995. Environmental factors influencing distribution and morphology of rhodoliths in Bahía Concepción, B.C.S., México. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 194: 201-212.

Abundancia y riqueza de la macrofauna asociada a la fanerógama *Thalassia testudinum* Bank ex König 1805 en la localidad de Los Cachicatos, Golfo de Cariaco, Venezuela

Mayré Jiménez¹, O. Díaz¹, I. Liñero¹, D. Bone² y G. Pereira³

¹Dpto. Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.

²Dpto. Biología de Organismos, Universidad Simón Bolívar. ³Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Palabras clave: Fanerógamas, macrofauna, ecología.

Las praderas de fanerógamas marinas forman uno de los ambientes costeros más importantes debido a su alta productividad (Schneider & Mann, 1991). *Thalassia testudinum* Banks ex König, es la fanerógama dominante y de mayor importancia en la región tropical debido a su distribución y abundancia (Dawes, 1986). Presenta una amplia variedad de micro ambientes, con una variada flora y fauna epifitas adheridas a sus hojas, tallos y rizomas, y una extensa biota perteneciente a la epifauna e infauna, superior a la de áreas adyacentes sin vegetación (Heck & Orth, 1980; Arrivillaga & Baltz, 1999). En el Caribe existen investigaciones sobre la fauna bentónica asociada a praderas de fanerógamas marinas (O' Gower & Wacasey, 1967; Heck, 1979; Stoner, 1980 a; Lewis & Stoner, 1983). Aunque la importancia ecológica de *T. testudinum* es grande y en las costas venezolanas está ampliamente distribuida, ocupando un porcentaje relativamente elevado de los fondos someros, son escasos los estudios sobre aspectos ecológicos de la macrofauna en estas comunidades (Jiménez *et al.*, 2000; Rodríguez & Villamizar, 2000). La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la abundancia y riqueza de especies de la macrofauna bentónica asociada a una pradera de *T. testudinum* en el Golfo de Cariaco, Venezuela. El Golfo, se encuentra ubicado en la región nororiental de Venezuela entre los 10° 25' y 10° 35' N y 63° 40' y 64° 13' O, al este de la fosa de Cariaco. El estudio fue realizado en la localidad de Los Cachicatos, que está situada en la costa norte del golfo, entre los 10° 03' 36" N y 67° 46' 40" O. Es una playa que de muy poco oleaje, que se caracteriza por presentar substrato fangoso y alta turbidez, con praderas muy densas. El material fue colectado con un nucleador de PVC de 0,015 m², con el cual se tomaron 5 réplicas a profundidades comprendidas entre 0,70 y 1,0 m, para cubrir un área de 0,077 m². Posteriormente, la muestra fue lavada a través de un tamiz de 1 mm de apertura de malla, donde fueron separados los organismos y la planta para su posterior estudio. Se midió la salinidad con un refractómetro y de la temperatura del agua en el fondo con un termómetro de 0,1°C de apreciación. Para determinar la biomasa de la fanerógama, se utilizó la metodología de CARICOMP (1991). La temperatura estuvo comprendida entre 22,5°C y 28,5°C y la salinidad 32 y 39 ppm. La densidad foliar de la pradera osciló entre 1.779,63 a 4.104,84 hojas/m², y 1.441 a 545 plantas/m², observándose los mayores valores de cobertura vegetal en noviembre de 2000, abril, y entre junio y septiembre de 2001 (figura 1). Se colectaron un total de 1.474 organismos pertenecientes a 6 grupos taxonómicos (moluscos, poliquetos, crustáceos, equinodermos, sipuncúlidos y nemertinos), contenidos en 116 especies, siendo los moluscos con 739 ejemplares los más abundantes, seguido por los poliquetos con 647 individuos. Los demás taxa estuvieron representados por pocos organismos. En cuanto al número de especies, los moluscos tuvieron la mayor riqueza con 56 especies, seguido por los poliquetos con 49, equinodermos 6 especies y los crustáceos 4. Los demás taxa (sipuncúlidos y nemertinos) presentaron una sola especie. Las mayores abundancias de organismos en el período de estudio fueron observadas durante los meses de abril – julio, y septiembre (figura 1). Para los moluscos la clase Bivalvia fue la más abundante con 601 ejemplares y 29 especies, y la Gasteropoda 138 organismos y 27 especies, de los cuales *C. cancellata*, *M. modiolus*, *B. exustus*, *N. vibex*, *T. acropora* y *Smaragdia viridis* fueron las más abundantes. En el grupo de los poliquetos, las familias Terebellidae y Eunicidae presentaron el mayor número de especies, siendo *Mesochaetopterus* sp., *Arabella mutans*, *Piromis* sp. y *Terebella pterochaeta* las más abundantes. Para los crustáceos, la familia Paguridae fue la que presentó el mayor número de organismos, y para los equinodermos el erizo *Lythechinus variegatus* fue la especie más abundante. Las investigaciones realizadas sobre la fauna asociada a fanerógamas marinas señalan que existe una gran abundancia de organismos y especies. Al respecto, las mayores abundancias de organismos fueron en los meses donde se presenta la surgencia costera, característica de la zona de estudio, que tiene sus comienzos en el primer trimestre del año (Mandelli,

1982; Ferraz-Reyes, 1989), además de un segundo período de surgencias menores, entre junio – agosto y septiembre (Okuda, 1975; Rueda, 2000), lo que ocasiona un enriquecimiento de las aguas y mayor disponibilidad de alimento. Con respecto al número de especies, las 116 observadas, son comparables a los señalados para otras zonas del Caribe y Venezuela. En la región de Florida, Lewis & Stoner (1983) indican 101 especies y Bologna & Heck (1999) 186 especies. Para Venezuela, en la zona oriental, Jiménez *et al.* (2000) indicaron 127 especies. Al respecto, Virnstein & Howard (1987), Valentine & Heck (1993) y Fonseca *et al.* (1996) señalan que la abundancia numérica de la fauna asociada, se incrementan con el aumento de la biomasa foliar de la planta. Los resultados obtenidos, no mostraron ninguna correlación positiva entre la abundancia de organismos y riqueza de especies con la biomasa de la fanerógama, sin embargo, los meses de mayor abundancia de organismos, coincidieron con altos valores de cobertura vegetal de *T. testudinum*.

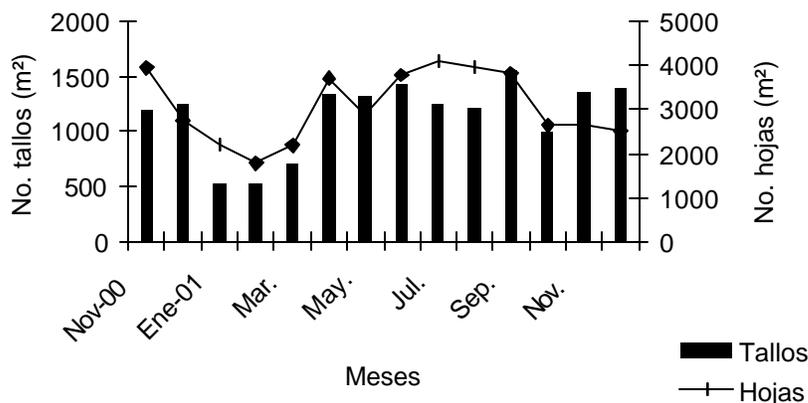


Figura 1. Valores mensuales de la densidad de tallos (tallos/m²) y hojas (hojas/m²) de *T. testudinum* durante el período de estudio.

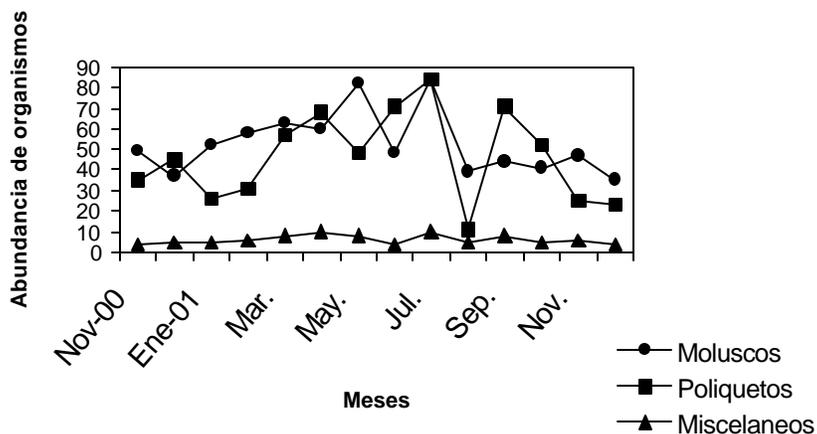


Figura 2. Abundancia mensual de organismos durante el período de estudio

Referencias

Jiménez, M., I. Liñero, J. P. Blanco & J. Fermín. 2000. Macrofauna béntica asociada a *Thalassia testudinum* en la bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48 Supl. 1:233-242.

Lewis, F. G. & A. W. Stoner. 1983. Distribution of macrofauna within seagrass beds: an explanation for patterns of abundance. *Bull. Mar. Sci.*, 33:296-304.

Valentine, J. F. & K. L. Heck Jr. 1993. Mussels in seagrass meadows: their influence on macroinvertebrate abundance and secondary production in the northern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 96: 63-74.

Fonseca, M. S., D. L. Meyer & M. O. Hall.. 1996. Development of planted seagrass beds in Tampa Bay, Florida, USA. II. Faunal components. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 132: 141-156.

Aspectos bioquímicos de extractos de *Stictosiphonia Hookeri* (Rhodomelaceae, Rhodophyta)

Jordana Mrla¹, Alicia Rico¹, Osvaldo L. Córdoba², María L. Flores³

¹Depto. de Biología General, ²Química Biológica II - Depto. de Bioquímica y ³Farmacognosia - Depto. de Farmacia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Km. 4, 9000, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

fagnosi@unpata.edu.ar

Palabras clave: *Stictosiphonia hookeri*, metabolitos de algas marinas, bioactividad de macroalgas, capacidad antioxidante, fenoles, hidratos de carbono.

Stictosiphonia hookeri (Harvey) J.D. Hooker et Harvey es un alga roja marina ampliamente distribuida en el hemisferio sur (30° S - 55° S). El talo presenta ejes indeterminados, postrados y erectos. El ordenamiento celular es de tipo polisifónico sin células corticales; las células pericentrales y centrales presentan una pared gruesa. Preferentemente se desarrolla sobre sustratos rocosos, y se halla expuesta a fluctuaciones continuas de salinidad y temperatura (King y Puttock, 1989). Estudios relacionados con su metabolismo para analizar qué sustancias son las que le permiten soportar tales condiciones de hábitat, han demostrado que esta especie biosintetiza hidratos de carbono reducidos, fundamentalmente sorbitol (Karsten *et al.*, 1996).

Con el objetivo de analizar aspectos relacionados con la química y las propiedades biológicas, especialmente la bioactividad, en el marco de nuestra investigación de recursos marinos regionales de potencial aplicación en Salud, comenzamos a estudiar esta especie.

Los ejemplares fueron colectados en Punta Maqueda (46° 1'S; 67° 35'W), en enero de 2004. Sobre material fresco se efectuaron cortes histológicos a mano alzada que fueron observados en microscopio. Para los estudios químicos y bioensayos, los ejemplares fueron secados a temperatura ambiente y bajo techo, seleccionados, molidos, tamizados y pesados. A 35 g de material se le realizó una marcha fitoquímica obteniéndose diferentes fracciones (Fig. 1). Cada fracción se analizó en su composición química mediante reacciones cualitativas de identificación de lípidos, esteroides, alcaloides, fenoles (flavonoides, taninos, quinonas) e hidratos de carbono.

Las fracciones enriquecidas en compuestos de naturaleza flavonoide se analizaron mediante cromatografía planar sobre papel Whatman N° 1, con BAW (butanol-ácido acético-agua, 4:1:5) y Forestal (ácido clorhídrico concentrado-ácido acético-agua, 3:30:10) como fases móviles. Se utilizó como estándar la rutina. Los revelados se efectuaron con luz visible, UV (365 nm) sin y con previo tratamiento con vapores de amoníaco, y FeCl₃ al 1 % (Harborne, 1991).

La Fracción B (extracto clorofórmico) se sometió a una cromatografía analítica en capa fina de Sílicagel G60 y *n*-propanol-acetato de etilo-agua (40:40:30) como fase móvil, empleando como estándares extracto de sen y rutina. Se reveló con luz visible; UV (365 nm) sin y con tratamiento previo con vapores de amoníaco; HNO₃-KOH 5 % y calor. La Fracción D se separó mediante cromatografía analítica en capa fina de Sílicagel G60 y *n*-propanol-ácido fórmico-agua (90:1:9) como fase móvil. Se utilizó como estándar berberina. Se reveló con luz visible, UV (365 nm) y Reactivo de Dragendorff (Wagner *et al.*, 1984).

Para la determinación de actividad biológica se empleó el ensayo de inhibición de la elongación de raíces de semillas de trigo (actividad antitumoral), para el cual se utilizaron granos de trigo *Triticum sativum* var. Klein pegaso, dos diluciones de 0,5 % y 0,05 % en agua corriente de la Fracción A, agua corriente como control negativo y Vinblastina SO₄²⁻ al 0,02 % como control positivo. Se efectuaron duplicados en todos los casos. Se siguió la técnica propuesta por Van Puyvelde *et al.*, 1998. La actividad antioxidante se evaluó según Koleva *et al.*, 2002, para lo que se utilizó el método de inhibición del DPPH (radical 2,2'-difenil-1-picrilhidracilo) con etanol absoluto como solvente y control negativo y BHT (butilhidroxitolueno) como control positivo.

En el corte transversal se observaron células centrales y pericentrales con el característico ordenamiento polisifónico descrito para la especie por King y Puttock en 1989. Sin embargo en nuestro material se determinó la presencia de 9 células pericentrales a diferencia de lo expuesto por dichos autores (5 a 8). Las paredes celulares evidenciaron un destacado grosor (Fig. II). El corte longitudinal mostró células regulares con forma hexagonal y un gran número de cromatóforos, dispuestas en 3 hileras. El diámetro celular promedio fue de 29 μm y la longitud celular promedio de 26,21 μm , coincidiendo con los rangos indicados por King y Puttock en 1989.

El screening fitoquímico evidenció la presencia de sustancias de naturaleza fenólica (derivados de flavonoides, taninos y quinonas), alcaloides e hidratos de carbono (Tabla I).

Dados los resultados químicos mencionados, se efectuaron análisis cromatográficos de las fracciones que resultaron positivas para flavonoides. Ello permitió corroborar la presencia de sustancias de dicha naturaleza, detectándose derivados de tipo flavona de la apigenina y de la luteolina, presumiblemente acacetina y diosmetina (Tabla I). Yoshie *et al.* (2002) habían mencionado la presencia de compuestos relacionados en algas marinas de Japón.

Por otra parte, el análisis de los alcaloides mediante cromatografía planar mostró tres sustancias a la observación con luz UV de las cuales sólo una (con Rf 0,06) dio resultado positivo al revelar con Dragendorff. Por comparación con bibliografía (Wagner *et al.*, 1984) se pudo inferir que esta sustancia pertenece al grupo de derivados de la isoquinolina (probablemente del tipo de la hidrastina).

Respecto de los derivados de quinonas, se detectó una sustancia correspondiente a un derivado dimérico tipo sennósido B, con un Rf 0,21 en el sistema utilizado.

La evaluación de la capacidad de inhibición del desarrollo de las raíces de trigo demostró que el extracto crudo de *S. hookeri* posee un efecto dosis dependiente, en donde a concentraciones de 0,5 % inhibe en un 16,2 % el crecimiento, lo que resulta comparable con extractos muy activos de plantas superiores (Desmarchelier *et al.*, 1995). Contrariamente en concentración diez veces menor, produce una estimulación de un 25,8 %, lo que podría indicar la presencia de sustancias fitoestimulantes en la muestra, pero acompañadas de otras que a determinada concentración provocan un efecto inhibitorio. La capacidad antioxidante del extracto alcohólico fue baja (28 %), y para la Fracción B resultó moderada (37 %). En el método empleado se considera positivo a partir de valores del 30 %.

Las algas marinas constituyen un valioso recurso para el ecosistema al que pertenecen ya que proveen de nutrientes, ambientes protectores y defensa a otros organismos. Ello se relaciona directamente con el patrón metabólico que desarrollan, en donde los hidratos de carbono, los fenoles y las sustancias nitrogenadas juegan un rol importante. Por ello constituyen además un recurso potencial para su aplicación en diversas industrias, entre ellas la farmacéutica. Los resultados obtenidos con *S. hookeri* permiten considerarla como promisoría para la obtención de sustancias de posible aplicación industrial, y para el análisis de los aspectos ecológicos de la región.

Referencias

- Desmarchelier, C., E. Mongelli, J. Coussio, A. Giulietti, G. Ciccía (1995), *Acta Farm Bon.*, 14 (3): 195-208.
- Harborne, J.B. (1991), *Phytochemical Methods*, 2nd Ed., Chapman and Hall.
- Karsten, U., S. Koch, J.A. West, G.O. Kirst (1996), *Eur. J. Phycol.*, 31: 361-368.
- King, R.J., C.F. Puttock (1989), *Aust. Syst. Bot.*, 2: 1-73.
- Koleva, I.I., T.A. van Beek, J.P.H. Linssen, A. de Groot, L.N. Evstatieva (2002), *Phytochem. Anal.*, 13: 8-17.
- Van Puyvelde, L., N. DeKimple, F. Ayobaringa, J. Costa, P. Nshimyukiza, Y. Boily, N. Schamp (1988), *J. Ethnopharmacol.*, 24: 233-246.
- Wagner, H., S. Bladt, E.M. Zgainski (1984), *Plant Drug Analysis*, Springer Verlag.
- Yoshie, Y., W. Wang, Y.-P. Hsieh, T. Suzuki (2002), *J. Tokyo Univ. Fisheries*, 88: 21-24.

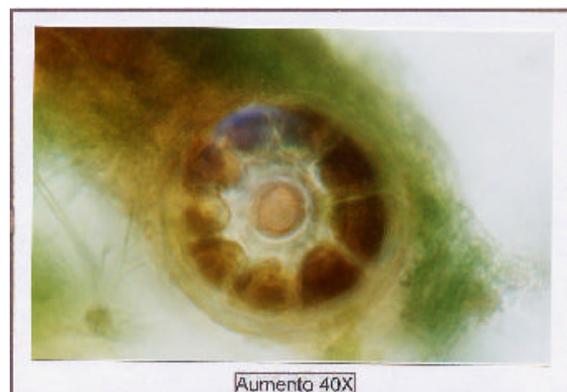


Figura I. Esquema de extracción.

Figura II. Corte transversal del talo de *S. hookeri*.

Tabla I. Resultados del screening fitoquímico de *S. hookeri*.

Fracción*	Grupo químico		Resultados cromatográficos	
			Rf**	Características
A	Flavonoides	Probablemente acacetina	0,96	Opaca al UV y sin cambios con NH ₃ + UV
		Probablemente diosmetina	0,84	Opaca al UV y sin cambios con NH ₃ + UV
		Diglicósido de la apigenina	0,16	Opaca al UV y sin cambios con NH ₃ + UV
B	Quinonas	Dímeros (tipo Sennósido B)	0,21	Color verde oscuro con luz visible y opaco al UV y con NH ₃ + UV
D	Flavonoides	Probablemente acacetina	0,98	Color opaco al UV y con NH ₃ + UV
		Diglicósido de la apigenina	0,16	Color opaco al UV y con NH ₃ + UV
	Alcaloides	Isoquinolina (tipo Hidrastina)	0,06	Color negro con Dragendorff

*Además en la Fracción A se detectaron hidratos de carbono.

**Corresponden a Rf obtenidos en los sistemas cromatográficos indicados en el texto.