

Naturalia

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

patagónica

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO

Volumen 1 - Diciembre 2002



Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

NATURALIA PATAGONICA

Volumen 1 - Diciembre 2002

**Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco**

Director

Dr Miguel Bertolami

Secretaria de Redacción

Dra María Luján Flores

Tesorero

Prof Sandra Feijóo

Comité Editor

Dra Alicia Boraso
Lic María R. Carballo
Dra Mónica Casarosa
Dr Osvaldo L. Córdoba
Dra María Isela Gutierrez
Dra Adriana Nillni
Lic Héctor Zaixso

EDITORIAL

Con este ejemplar, se realiza el relanzamiento de la revista Naturalia patagónica, que ha visto interrumpida por un cierto período su publicación, debido fundamentalmente a problemas de índole económico y estructural.

Muchas de las revistas de este tipo están sometidas en tiempos como los que se viven a "vaivenes" en su trayectoria, siendo lamentablemente numerosos los ejemplos en este sentido en nuestro país. Este número aparece luego de cuatro años de ausencia, con algunas diferencias en cuanto a su estructura pero no así en las ideas esenciales que la hicieron nacer hace ya nueve años, constituyendo la primera en esta nueva serie de cara al nuevo milenio que ya estamos viviendo.

En principio, a partir de ahora nuestra publicación constará solamente de una serie que contemple los trabajos producidos por los diferentes campos científicos que se desarrollan en nuestra comunidad, contando con la novedad de la integración de resúmenes expandidos de tesis de posgrado (maestrías o doctorados) que se vayan produciendo a lo largo de cada uno de los períodos considerados.

Para el presente se ha considerado pertinente la inclusión de los resúmenes expandidos a partir de posgrados obtenidos durante el período 1991-2001, como una forma de otorgarles mayor difusión y comprometiendonos en los futuros números, a dar cuenta de los que vayan surgiendo a partir de la obtención de los títulos correspondientes por los docentes-investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia, que con tanto esfuerzo realizan estas actividades, contra la adversidad de distancias inmensurables, vicisitudes económicas y con notable entusiasmo.

Finalmente es de destacar que se realiza la presente edición con un gran esfuerzo económico y personal tratando de mantener la calidad de la producción, enviando los manuscritos correspondientes a dos árbitros nacionales o internacionales y con la intención de mantener nuestra presencia en forma continua a partir del presente número.

Confiamos en la buena receptividad de Naturalia patagónica entre nuestros lectores habituales y entre los lectores en general, que se interesen por la problemática de las ciencias naturales en el ámbito patagónico, invitando además a los diversos autores a confiar en nosotros para el envío de su producción como ha ocurrido hasta el presente.

Dr Miguel Angel Bertolami - Director

GEOL. VIRGINIO ESCRIBANO

21 de septiembre de 1950 – 12 de septiembre de 1997

Q.E.P.D.

Virginio Escribano nació en Buenos Aires, y allí cursó sus estudios primarios y secundarios. Se graduó como Geólogo en 1985 en la UNPSJB, en Comodoro Rivadavia. Desarrolló tareas de docencia y extensión en el ámbito académico, gubernamental y empresarial. Fue Jefe de Trabajos Prácticos y Profesor Adjunto en Geología Argentina, y Auxiliar de Primera en Geología Aplicada y Suelos. Realizó tareas en la Secretaría de Minería, y en las Empresas ASTRA y CAPSA. Fue Consejero, y fuente de referencia en temas relacionados con su formación profesional. Falleció en Comodoro Rivadavia, pero su recuerdo y estima permanecen por siempre en quienes compartieron momentos de su vida.

LIC. EDUARDO CABEZAS

15 de julio de 1947 – 9 de abril de 2001

Q.E.P.D.

Eduardo Cabezas nació en Quilmes, Buenos Aires. Se graduó como Licenciado en Zoología en la Universidad Nacional de La Plata el 15 de noviembre de 1973, y a partir de entonces desarrolló una extensa actividad en docencia, investigación y extensión. Se inició en la Universidad de la Patagonia en 1975 como Profesor Adjunto Semiexclusivo de Zoología I, continuando en Zoología II, Botánica (*ad-honorem*), Zoología General, Botánica II, Ecología, Entomología, entre otras asignaturas. Fue Consejero Académico de la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB), Conciliario de la UNPSJB, y representante docente en la Obra Social DASU. Realizó en forma continua tareas relacionadas con el cuidado del Medio Ambiente; formó parte de grupos de investigación de recursos marinos y terrestres, y participó como coordinador, organizador y expositor en eventos científicos. Por sus cualidades profesionales y humanas fue nombrado Secretario de Medio Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, y desde allí con honradez y profesionalidad continuó con su objetivo de vida: proteger los recursos naturales y lograr un ambiente que pueda ser disfrutado por las generaciones presentes y futuras. Y desarrollando esta actividad, además de continuar con la docencia, falleció en Comodoro Rivadavia, inesperadamente, durante la realización del X Simposio Latino-Americano y VII Simposio Argentino de Farmacobotánica, de cuya organización formaba parte. Su intensa y transparente labor desarrollada no sólo en la comunidad universitaria, sino en la comunidad toda lo llevó a ganarse el respeto y el cariño de sus conciudadanos, pero también le valió enfrentamientos con grupos inescrupulosos preocupados por el poder y el dinero. Fue, es y será en el corazón de todos los que tuvimos el privilegio de ser sus alumnos, colegas y amigos, un ser especial, dotado de una sinceridad, generosidad y amor a la naturaleza como pocos.

Dra. María Luján Flores
Sec. de Redacción

CONTENIDO

Artículo de Revisión.

María C. Matulewicz, Elsa B. Damonte y Alberto S. Cerezo. ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD ANTIVIRAL DE POLISACÁRIDOS SULFATADOS DE ALGAS.....1-21

Artículos Científicos.

Miguel A. Bertolami, Viviana B. Nakamatsu, Liliana S. Impaglione, Susana V. Villegas, Pablo R. Bustos y Pamela P. Balzi .PRODUCTIVIDAD PRIMARIA AÉREA NETA EN PAMPA DE SALAMANCA, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA.....22-32

Miguel A. Bertolami, Viviana B. Nakamatsu, Pablo R. Bustos, Susana B. Villegas y Mirta E. Benítez. PRODUCCIÓN PRIMARIA AÉREA NETA EN UNA ESTEPA ÁRIDA DE PATAGONIA, ARGENTINA.....33-45

Alicia Boraso de Zaixso. *ROSENGIELLA POLYRHIZA* (ROSENGI) SILVA (PRASIOALES, PRASIOACEAE) EN TIERRA DEL FUEGO (ARGENTINA).....46-50

María Laura Mendoza. PRESENCIA DEL GÉNERO *JANIA* LAMOUROUX (RHODOPHYTA, CORALLINALES) PARA LA COSTA DE LA ARGENTINA).....51-59

Susana Perales, Laura Pérez, Alicia Rico y Marcelo Ríos INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *ENTEROMORPHA* (ULVALES) EN EL GOLFO SAN JORGE, CHUBUT, ARGENTINA.....60-71

Mónica Stronati, María E. Arce y Mabel S. Feijóo. DIVERSIDAD MORFOLOGICA DE *PROSOPIS DENUDANS* EN LA PATAGONIA CENTRAL72-82

Susana Risso, Roberto Cerda, Vilma Balzaretto. DETERMINACIÓN DE 4-HEXILRESORCINOL EN LANGOSTINO POR MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO.....83-90

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

Enrique Estrada y Adriana Nillni. MINERALOGÍA DE CEOLITAS DE LOS BASALTOS DE LA FORMACIÓN CAÑADÓN ASFALTO, PASO DE INDIOS, CHUBUT.....91-100

Notas.

Eduardo Cabezas, Olga Giménez y Pamela Balzi. PRIMER REGISTRO DE *NYCTICRYPHES SEMICOLLARIS* (VIEILLOT, 1816) (AVES, ROSTRASTULIDAE) EN LA CIUDAD DE COMODORO RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA.....101-103

Tesis de Doctorado de Docentes e Investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (1992 - 2001).

Oscar Héctor Pucci. PROPUESTA DE ESTRUCTURA TAXONÓMICA DEL GENERO *DESULFOVIBRIO* COMPARANDO CEPAS TIPO E INDÍGENAS.....105-110

Gustavo Osvaldo Pagnoni. POBLAMIENTO DE LA INFAUNA EN LA ZONA INTERMAREAL DEL GOLFO SAN JOSÉ (PROVINCIA DEL CHUBUT) Y SU IMPORTANCIA EN LA ALIMENTACIÓN DE AVES MIGRADORAS.....111-114

Héctor M. Alvarez. ESTUDIO FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y MOLECULAR DE LA SÍNTESIS Y ACUMULACIÓN DE LÍPIDOS EN *RHODOCOCCLUS OPACUS* PD630 Y EN OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO.....115-118

Enrique Estrada. EVOLUCIÓN POSTDEPOSICIONAL EN LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE.119-124

Pedro José Barón. EVALUACION DE LAS AGUAS COSTERAS NORDPATAGONICAS, ENTRE LOS 42 °S y 44 °S, COMO AREA REPRODUCTIVA DE CALAMARES LOLIGINIDOS.....125-129

María Angélica Fajardo. ESTUDIO DE LAS ALGAS PATAGONICAS DEL GENERO *PORPHYRA* PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA ALIMENTACION HUMANA.....130-134

Marcelo Bertellotti. DIETA Y ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE POBLACIONES EN EXPANSIÓN DE GAVIOTA COCINERA (*Larus dominicanus*).....135-139

María Isela Gutiérrez. ESTUDIO CINÉTICO EN LA FOTOOXIDACIÓN DE CONTAMINANTES Y FOTOSENSIBILIZADORES MARINOS.....140-143

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

Oswaldo León Córdoba. ESTUDIO DE FABP EN ESPECIES DE LA FAUNA MARINA PATAGÓNICA.....144-149

Marta Mabel Luiz. FOTOOXIDACIÓN DE HIDROXINAFTALENOS Y COMPUESTOS RELACIONADOS Y SUS PROPIEDADES COMO FOTOSENSIBILIZADORES Y FOTOPROTECTORES..... 150-152

María Luján Flores. ESTUDIO DE LOS POLISACÁRIDOS DE LA PARED CELULAR DE *IRIDAEA UNDULOSA* B. CISTOCÁRPICA.....153-156

Laura Marina Reyes. ECOLOGÍA POBLACIONAL DEL LOBO MARINO DE UN PELO (*Otaria flavescens*) EN EL CENTRO DE PATAGONIA Y SU INTERACCIÓN CON LAS PESQUERÍAS DEL ÁREA.....157-160

Nelda Lila Olivera. BIORREMEDIACION DE SISTEMAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS.....161-166

Margarita Simeoni. CAMBIOS PALEOBIOLÓGICOS PRÓXIMOS AL LÍMITE JURÁSICO/CRETÁCICO BASADOS EN MICROFÓSILES CALCÁREOS DE PATAGONIA SEPTENTRIONAL.....167-170

María Laura Miserendino. MACROINVERTEBRADOS DE RÍOS ANDINO - PATAGÓNICOS.....171-173

Monica Raquel Casarosa. ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE DERIVADOS NAFTOQUINONICOS.....174-178

Maísa Andrea Tunik. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO Y TECTÓNICO DE LA PRIMERA INGRESIÓN ATLÁNTICA EN LA ALTA CORDILLERA DE MENDOZA.....179-183

Adriana M. Nillni. LAS VETAS CUARZO AURÍFERAS DEL DISTRITO MINERO CERRO VANGUARDIA, SANTA CRUZ, ARGENTINA. MICROESTRUCTURAS, ASOCIACIONES PARAGENÉTICAS E INCLUSIONES FLUIDAS.....184-189

Tesis de Maestría de Docentes e Investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (1992 - 2001).

Miguel Angel Bertolami. IMPACTOS ACUMULATIVOS Y ANÁLISIS GEOGRÁFICO TEMPORAL EN EL PLANEAMIENTO DEL USO DE LA TIERRA. CASO DE ESTUDIO: CUENCA DE RIBEIRÃO CLARO (SP) BRASIL.....191-196

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

María Laura Miserendino. ECOLOGÍA DEL BENTOS DEL SISTEMA
HÍDRICO ESQUEL-PERCY.....197-199

Lino Arturo Pizzolon. FLUJO DE NUTRIENTES E IONES PRINCIPALES EN
LA CUENCA DEL LAGO PUELO (Argentina).....200-205

Ana María Berastegui. CULTIVO *IN VITRO* COMO ESTRATEGIA PARA LA
OBTENCIÓN DE PLANTAS DE *Rubus idaeus*.....206-210

Alicia Beatriz Marchiaro. EXTRACCIÓN DE ACEITE DE ROSA MOSQUETA
CON GASES DENSOS.....211-215

CONTENTS

Review

María C. Matulewicz, Elsa B. Damonte y Alberto S. Cerezo. Antiviral activity of sulfated polysaccharides.....1-21

Research articles

Miguel A. Bertolami, Viviana B. Nakamatsu, Liliana S. Impaglione, Susana V. Villegas, Pablo R. Bustos y Pamela P. Balzi. Aboveground Net Primary Production in Pampa de Salamanca Plateau, Chubut Province, Argentina.....22-32

Miguel A. Bertolami, Viviana B. Nakamatsu, Pablo R. Bustos, Susana B. Villegas y Mirta E. Benítez. Aerial Net Primary Production in an aridic steppe of Patagonia, Argentina.....33-45

Alicia Boraso de Zaixso. *Rosenvingiella polyrhiza* (Rosenvinge) Silva (Prasiolales, Prasiolaceae) in Tierra del Fuego (Argentina).....46-50

María Laura Mendoza. The *Jania Lamouroux* genre (Rhodophyta, Corallinales) in Argentine coast.....51-59

Susana Perales, Laura Pérez, Alicia Rico y Marcelo Ríos. Influence of some environmental factors on the distribution of species of the genus *Enteromorpha* (Ulvales, Chlorophyta) in San Jorge Gulf, Chubut, Argentina.....60-71

Mónica Stronati, María E. Arce y Mabel S. Feijóo. Morphological Diversity Of *Prosopis Denudans* In Central Patagonia.....72-82

Susana Risso, Roberto Cerda, Vilma Balzaretto. 4-hexylresorcinol determination by spectrophotometric method in shrimp.83-90

Enrique Estrada y Adriana Nillni. Mineralogy of zeolites from basalts of Cañadon Asfalto Formation, Paso de Indios, Chubut.....91-100

Notes

Eduardo Cabezas, Olga Giménez y Pamela Balzi. First citation of *Nycticryphes semicollaris* (Aves, Rostratulidae), in Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.....101-103

Thesis (Doctor degree) of researches of the Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (1992 - 2001).

Oscar Héctor Pucci. PROPUESTA DE ESTRUCTURA TAXONÓMICA DEL GENERO DESULFOVIBRIO COMPARANDO CEPAS TIPO E INDÍGENAS.....105-110

Gustavo Osvaldo Pagnoni. POBLAMIENTO DE LA INFAUNA EN LA ZONA INTERMAREAL DEL GOLFO SAN JOSÉ (PROVINCIA DEL CHUBUT) Y SU IMPORTANCIA EN LA ALIMENTACIÓN DE AVES MIGRADORAS.....111-114

Héctor M. Alvarez. ESTUDIO FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y MOLECULAR DE LA SÍNTESIS Y ACUMULACIÓN DE LÍPIDOS EN RHODOCOCCUS OPACUS PD630 Y EN OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO.....115-118

Enrique Estrada. EVOLUCIÓN POSTDEPOSICIONAL EN LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE.119-124

Pedro José Barón. EVALUACION DE LAS AGUAS COSTERAS NORDPATAGONICAS, ENTRE LOS 42 °S y 44 °S, COMO AREA REPRODUCTIVA DE CALAMARES LOLIGINIDOS.....125-129

María Angélica Fajardo. ESTUDIO DE LAS ALGAS PATAGONICAS DEL GENERO PORPHYRA PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA ALIMENTACION HUMANA.....130-134

Marcelo Bertellotti. DIETA Y ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE POBLACIONES EN EXPANSIÓN DE GAVIOTA COCINERA (*Larus dominicanus*).....135-139

María Isela Gutiérrez. ESTUDIO CINÉTICO EN LA FOTOOXIDACIÓN DE CONTAMINANTES Y FOTSENSIBILIZADORES MARINOS.....140-143

Osvaldo León Córdoba. ESTUDIO DE FABP EN ESPECIES DE LA FAUNA MARINA PATAGÓNICA.....144-149

Marta Mabel Luiz. FOTOOXIDACIÓN DE HIDROXINAFTALENOS Y COMPUESTOS RELACIONADOS Y SUS PROPIEDADES COMO FOTOSENSIBILIZADORES Y FOTOPROTECTORES..... 150-152

María Luján Flores. ESTUDIO DE LOS POLISACÁRIDOS DE LA PARED CELULAR DE *IRIDAEA UNDULOSA* B. CISTOCÁRPICA.....153-156

Laura Marina Reyes. ECOLOGÍA POBLACIONAL DEL LOBO MARINO DE UN PELO (*Otaria flavescens*) EN EL CENTRO DE PATAGONIA Y SU INTERACCIÓN CON LAS PESQUERÍAS DEL ÁREA.....157-160

Nelda Lila Olivera. BIORREMEDIACION DE SISTEMAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS.....161-166

Margarita Simeoni. CAMBIOS PALEOBIOLOGICOS PRÓXIMOS AL LÍMITE JURÁSICO/CRETÁCICO BASADOS EN MICROFÓSILES CALCÁREOS DE PATAGONIA SEPTENTRIONAL.....167-170

María Laura Miserendino. MACROINVERTEBRADOS DE RÍOS ANDINO - PATAGÓNICOS.....171-173

Monica Raquel Casarosa. ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE DERIVADOS NAFTOQUINONICOS.....174-178

Maísa Andrea Tunik. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO Y TECTÓNICO DE LA PRIMERA INGRESIÓN ATLÁNTICA EN LA ALTA CORDILLERA DE MENDOZA.....179-183

Adriana M. Nillni. LAS VETAS CUARZO AURÍFERAS DEL DISTRITO MINERO CERRO VANGUARDIA, SANTA CRUZ, ARGENTINA. MICROESTRUCTURAS, ASOCIACIONES PARAGENÉTICAS E INCLUSIONES FLUIDAS.....184-189

Thesis (Master degree) of researches of the Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (1992 - 2001).

Miguel Angel Bertolami. IMPACTOS ACUMULATIVOS Y ANÁLISIS GEOGRÁFICO TEMPORAL EN EL PLANEAMIENTO DEL USO DE LA TIERRA. CASO DE ESTUDIO: CUENCA DE RIBEIRÃO CLARO (SP) BRASIL.....191-196

María Laura Miserendino. ECOLOGÍA DEL BENTOS DEL SISTEMA HÍDRICO ESQUEL-PERCY.....197-199

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

Lino Arturo Pizzolon. FLUJO DE NUTRIENTES E IONES PRINCIPALES EN LA CUENCA DEL LAGO PUELO (Argentina).....200-205

Ana María Berastegui. CULTIVO *IN VITRO* COMO ESTRATEGIA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS DE *Rubus idaeus*.....206-210

Alicia Beatriz Marchiaro. EXTRACCIÓN DE ACEITE DE ROSA MOSQUETA CON GASES DENSOS.....211-215

Artículo de revisión

**ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD ANTIVIRAL DE
POLISACÁRIDOS SULFATADOS DE ALGAS.**

Antiviral activity of sulfated polysaccharides

María C. Matulewicz (*, †), Elsa B. Damonte (**, †), y Alberto S. Cerezo (*, †)

(*) Departamento de Química Orgánica (CIHIDECAR-CONICET) y (**) Laboratorio de Virología-Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

(†) Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET

Recibido en enero de 1997, aceptado en enero de 1998.

(El presente trabajo incluye bibliografía hasta diciembre de 1996)

RESUMEN

Se hace una breve descripción sobre la estructuras de polisacáridos sulfatados más comunes presentes en las algas: carragenanos, agaranos, mananos y fucanos haciendo referencia, en especial, a los estudios efectuados sobre algas del Atlántico Sur. Se indican los resultados obtenidos sobre la actividad antiviral de este tipo de polisacáridos contra herpes simplex tipos 1 y 2 y, en algunos casos, su mecanismo de acción. Para los mananos sulfatados de *Nothogenia fastigiata*, y los carragenanos de plantas cistocárpicas y tetraspóricas de *Gigartina skottsbergii* se intenta correlacionar composición y estructura con actividad antiviral.

Palabras clave: Polisacáridos sulfatados, carragenanos, agaranos, fucanos, actividad antiviral.

ABSTRACT

We briefly describe the structure of the most common sulfated polysaccharides from seaweeds: carrageenans, agarans, mannans and

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

fucans, giving special significance to those studies made on seaweeds from the South Atlantic. Results on the antiviral activity of these polysaccharides against herpes simplex types 1 and 2 and, in some cases, mechanistic studies are reported. For the sulfated mannans from *Nothogenia fastigiata* and the carrageenans from the cystocarpic and tetrasporic plants from *Gigartina skottsbergii*, a correlation between composition and structure with antiviral activity is attempted.

Key words: Sulfated polysaccharides, carrageenans, agarans, fucans, antiviral activity.

INTRODUCCIÓN

Un número considerable de medicamentos contienen componentes derivados de plantas terrestres. Las algas no tienen características tan evolucionadas, pero si se considera el hecho de que existen alrededor de 3600 variedades de macroalgas marinas, no es sorprendente que entre éstas haya algunas con propiedades farmacológicas pronunciadas u otras útiles en el área biomédica. Cierta de esta actividad farmacológica es atribuida a los polisacáridos sulfatados que contienen.

Los polisacáridos sulfatados presentan una variedad de propiedades fisiológicas tales como actividad antiviral, anticoagulante y antitumoral, y efectos variables sobre el sistema inmune (Franz, 1989; Renn, 1993).

A. Polisacáridos sulfatados de algas

Las algas rojas biosintetizan principalmente galactanos con una secuencia alternante de β -galactopiranososa enlazada por la posición 3 y α -galactopiranososa o su 3,6-anhidro derivado enlazados por la posición 4. Estas unidades de galactosa o 3,6-anhidro galactosa pueden estar sulfatadas o metiladas; la unidad de β -galactosa puede estar sustituida con el cetal cíclico del ácido pirúvico. Los

sistemas de polisacáridos de distintos géneros de algas rojas difieren en la proporción de D- y L-galactosa, en el grado de modificación por 3,6-anhidro galactosa y en el de sustitución de los residuos, y son estas diferencias las que determinan la conformación (forma) de la macromolécula y, en consecuencia, sus propiedades físicas y biológicas.

Dentro de este grupo de polisacáridos se encuentran los carragenanos y los agaranos. En los carragenanos, la secuencia alternante es la de β -D-galactosa enlazada por la posición 3 y α -D-galactopiranososa o 3,6-anhidro- α -D-galactopiranososa enlazada por la posición 4 (fig. 1); en los agaranos, la unidad α pertenece a la serie L (fig. 2). Tanto los carragenanos como la agarosa (fig. 2B) tienen gran importancia industrial dado que se utilizan, principalmente en la industria alimentaria, como hidrocoloides (Glicksman, 1983).

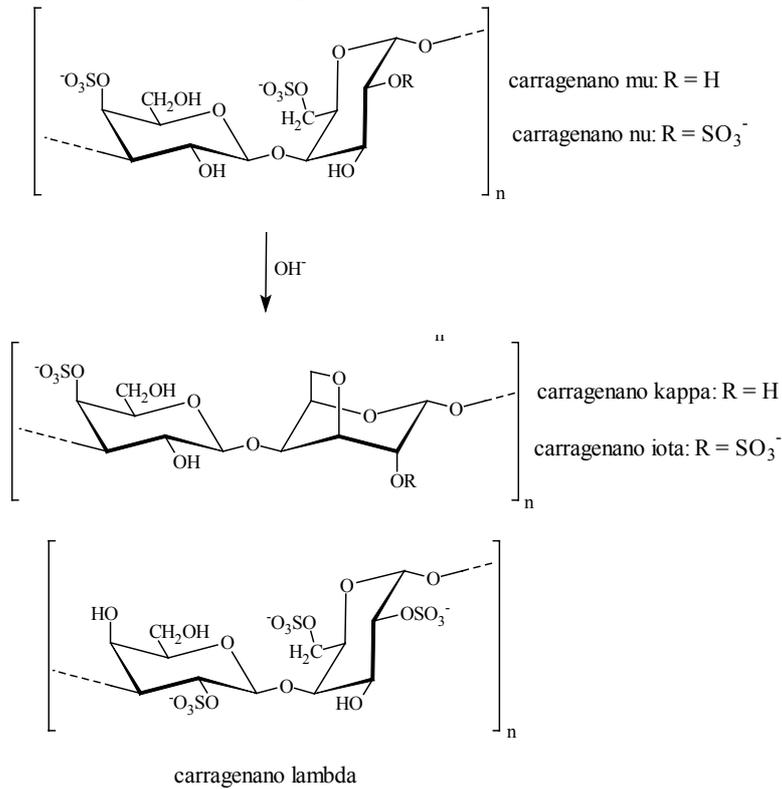
Dentro del grupo de los carragenanos se pueden distinguir dos grandes familias de polisacáridos. La familia kappa (Painter, 1983) se caracteriza por la presencia de un grupo sulfato esterificando el hidroxilo en C-4 de la unidad β (fig. 1). El carragenano iota difiere del carragenano kappa por la presencia de un grupo sulfato en el C-2

de la unidad de 3,6-anhidrogalactosa. Otros carragenanos pertenecientes a esta familia son los "precursores biológicos" de los anteriores. El carragenano mu es aquél formado por unidades alternantes de β -D-galactosa 4-sulfato y α -D-galactosa 6-sulfato, el cual por ciclación enzimática da una estructura kappa; por su parte, el carragenano nu está formado por unidades de β -D-galactosa 4-sulfato y

α -D-galactosa 2,6-disulfato y es el precursor del carragenano iota.

La familia lambda (Painter, 1983) se caracteriza por la presencia de un grupo sulfato esterificando el hidroxilo en C-2 de la unidad β y el miembro más importante de esta familia es el carragenano lambda propiamente dicho constituido por unidades alternantes de β -D-galactosa 2-sulfato y α -D-galactosa 2,6-disulfato (fig. 1).

Figura 1. Unidad repetitiva de los carragenanos mu, nu, kappa, iota y lambda. Tratamiento alcalino de los carragenanos mu y nu.



M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

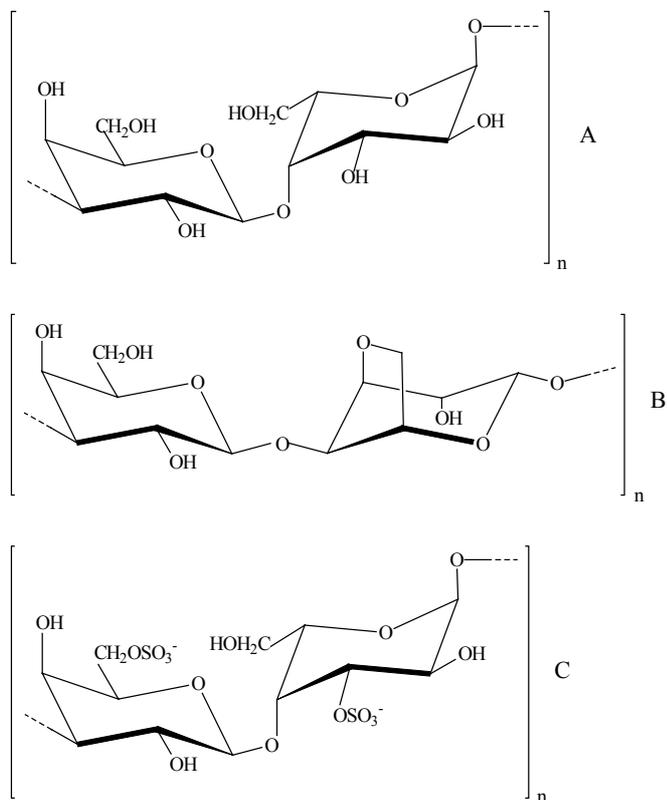


Figura 2. (A) estructura básica de los agaranos, (B) agarosa y (C) agarano de *Pterocladia capillacea*.

Los carragenanos naturales poseen usualmente estructuras "híbridas", es decir las moléculas están constituidas principalmente por alguna/s de las unidades repetitivas anteriormente mencionadas pero se encuentran también presentes cantidades menores de otras unidades (por ejemplo, en un carragenano kappa/iota real las unidades repetitivas principales de carragenanos kappa e iota se encuentran conjuntamente con cantidades menores de unidades estructurales mu y nu).

Estudios realizados por Mc

Candless et al. (1973) y Pickmere et al. (1973) encontraron, prácticamente en forma simultánea, que mientras las plantas cistocárpicas de *Chondrus crispus* y cuatro especies del género *Gigartina* biosintetizaban carragenanos de la familia kappa las tetraspóricas producían carragenanos lambda.

Años atrás, Cerezo (1967 a; 1967 b; 1973; 1974) había estudiado el sistema de carragenanos de plantas de *Gigartina skottsbergii* recogidas en Puerto Deseado (Provincia de Santa Cruz) que no habían sido separadas según sus fases del ciclo de vida. Recientemente,

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

se retomó el estudio de los carragenanos de *Gigartina skottsbergii* y se caracterizaron los sistemas provenientes de las fase cistocárpica y tetráspórica de dicho alga, recogida en la Bahía Camarones (Provincia de Chubut, Argentina) (Matulewicz *et al.*, 1989). El carragenano de plantas cistocárpicas resultó estar formado por cantidades similares de polisacáridos gelificantes del tipo kappa/iota y de polisa-cáridos solubles del tipo mu/nu (Matulewicz *et al.*, 1990; Ciancia *et al.*, 1993 a); por su parte, el carragenano de plantas tetráspóricas mostró estar constituido por carragenanos lambda (Matulewicz *et al.*, 1990; Nosedá y Cerezo, 1995) (Tabla I).

Por otra parte, los carragenanos kappa/iota y mu/nu ($1C_{1-3}$) de plantas cistocárpicas y los carragenanos lambda $1T_{1-2}$ de plantas tetráspóricas se sometieron a un tratamiento alcalino (Matulewicz *et al.*, 1989; Ciancia *et al.*, 1993 b) que es el método utilizado industrialmente para mejorar el poder gelificante tanto de carragenanos como de agaranos (Glücksman, 1983). En hidróxido de sodio acuoso las unidades de α -galactosa 6-sulfato y/o α -galactosa 2,6-disulfato reaccionan para dar 3,6-anhidro- α -galactosa y/o 3,6-anhidro- α -galactosa 2-sulfato, respectivamente (fig. 1). Como resultado de esta reacción los residuos de α -D-galactosa pasan de una conformación $4C_1$ a $1C_4$ y esto hace que la molécula de carragenano pueda adquirir una conformación helicoidal y, en consecuencia, pueda gelificar. En la Tabla I se indican la composición y el peso molecular de los productos modificados.

Es de destacar que también se estudiaron los sistemas de carragenanos de plantas cistocárpicas y

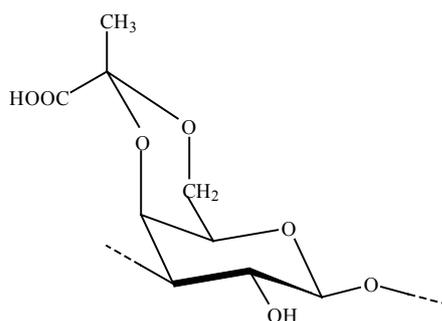
tetráspóricas de *Iridaea undulosa*, recogida cerca de Puerto Madryn (Provincia de Chubut). Al igual que para *Gigartina skottsbergii*, se encontró que el sistema de carragenanos de plantas cistocárpicas estaba constituido por cantidades similares de carragenanos kappa/ iota y mu/nu y el de plantas tetráspóricas por carragenanos lambda (Stortz y Cerezo, 1993).

Tal como se mencionó anteriormente, la estructura básica de la familia de los agaranos se puede representar por una secuencia alternante de unidades de β -D-galactopiranosas enlazadas por la posición 3 y de α -L-galactopiranosas (fig. 2A) o su 3,6-anhidro derivado enlazadas por la posición 4 (fig. 2B). En uno de los extremos se encuentra justamente la agarosa: una molécula con residuos alternados de 3,6-anhidro- α -L-galactosa unida por la posición 4 y β -D-galactosa unida por la posición 3, sin grupos cargados, muy utilizada por sus propiedades gelificantes (fig. 2B). Se posee poca información sobre el resto de los miembros de esta familia.

Por otra parte, la β -D-galactopiranosas (fig. 2A y 2B) puede estar sustituida con el cetil cíclico del ácido pirúvico (fig. 3), puede estar metilada en el C-6, monosulfatada en los C-2, C-4 y C-6 o presentar ramificaciones simples de 4-O-metil- α -L-galactosa enlazadas al C-6 (Painter, 1983). A su vez, la unidad de α -L-galactosa puede estar monosulfatada en los C-3 y C-6, mientras que la unidad de 3,6-anhidro- α -L-galactosa puede estar sulfatada o metilada en el C-2 (Painter, 1983).

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

Figura 3. Unidad de 4,6-O-(1-carboxietiliden)- β -D-galactosa. Formación de un cetalo cíclico entre los OH-4 y OH-6 de la unidad de β -D-galactosa y el grupo carbonilo del ácido pirúvico.



La poca información que se posee sobre la familia de agaranos se debe principalmente a que en la mayoría de los trabajos:

a) Se utiliza para la extracción de los polisacáridos el autoclavado con agua a 120° y la purificación se realiza por congelamiento y descongelamiento, con el consiguiente enriquecimiento en agarosa y la pérdida de productos alto grado de sulfatación solubles en agua.

b) No se fracciona el producto extraído por ningún método convencional (cromatografía sobre resinas aniónicas, etc.).

c) Tampoco se investiga la posible variación de estructura con el ciclo de vida del alga.

Si bien existían tres trabajos previos (Friedlander *et al.*, 1981; Liu *et al.*, 1990; Lemus *et al.*, 1991) sobre polisacáridos de *Pterocladia capillacea*, en ellos no se especificaba la fase del ciclo de vida del alga y la extracción se efectuaba con agua caliente a presión tal como se indicó anteriormente.

En nuestro laboratorio se comenzó entonces a estudiar el sistema de polisacáridos de tetraesporofitos de la agarofita *Pterocladia capillacea*, recogida en La Paloma (Departamento de Rocha, Uruguay), que se sometió a una extracción sucesiva con agua a temperatura ambiente, 50°, 70° y 90°. Hasta el momento se estudiaron los productos extraídos a temperatura ambiente (Errea y Matulewicz, 1994), 50° (Errea y Matulewicz, 1995) y a 90° (Errea y Matulewicz, 1996).

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

Tabla I. Composición y peso molecular de los carragenanos kappa/iota, mu/nu y lambda de *Gigartina skottsbergii*, y de los correspondientes derivados ciclados.

Carragenano ^a	Tipo	Gal:3,6-AnGal:sulfato relación molar	Sulfato % SO ₃ Na	Peso molecular
1C ₁	kappa/iota	1,00:0,64:1,32	33,1	75000
1C ₂	kappa/iota	1,00:0,62:1,20	31,4	124000
1C ₃	mu/nu	1,00:0,37:1,14	33,6	198000
1T ₁	lambda	1,00:0,03:1,12	40,0	83000
1T ₂	lambda	1,00:0,03:1,20	39,2	121000
1C ₁ T	kappa/iota	1,00:0,72:1,36	34,5	73000
1C ₂ T	kappa/iota	1,00:0,68:1,38	35,3	18000
1C ₃ T	kappa/iota	1,00:0,62:1,12	31,4	112000
1T ₁ T ₁	theta	1,00:0,88:1,72	35,9	66600
1T ₂ T ₁	theta	1,00:0,77:1,62	35,8	17600

^aLos porcentajes, en unidades estructurales, de galactosa 6-sulfato (Gal 6S) y galactosa 2,6-disulfato (Gal 2,6S) de los carragenanos 1C₁₋₃ y 1T₁₋₂ son: 1C₁, Gal 6S 2% y Gal 2,6S 4%; 1C₂, Gal 6S 1% y Gal 2,6S 5%; 1C₃, Gal 6S 3% y Gal 2,6S 11%; 1T₁, Gal 6S 11% y Gal 2,6S 40%; 1T₂, Gal 2,6S 43%. Los carragenanos 1C₁₋₃T son los derivados ciclados de 1C₁₋₃. Los derivados ciclados de 1T₁ y 1T₂ se fraccionaron con cloruro de potasio para dar 1T₁T₁ y 1T₂T₁, respectivamente, ambos solubles en cloruro de potasio 2,00 M.

Tanto el producto extraído a temperatura ambiente como a 50° resultaron estar constituidos principalmente por una agarosa, con detalles estructurales menores que posiblemente determinan las propiedades no gelificantes de la misma, y un polisacárido complejo principalmente sulfatado en el C-6 de la unidad de β-D-galactosa y en el C-3 de la unidad de α-L-galactosa y con ramificaciones simples de xilosa y galactosa (fig. 2C). Por su parte, en el producto extraído a 90° el componente mayoritario resultó ser agarosa.

Dentro del grupo de los agaranos, es importante mencionar los xilogalactanos de *Nothogenia fastigiata*, recogida en Puerto Deseado (Provincia de Santa Cruz) y de *Corallina officinalis*, recogida en Mi-ramar (Provincia de Buenos Aires). Para el xilogalactano de *Nothogenia fastigiata* se determinó una estructura con una cadena alternante β-D-galactosa enlazada por la posición 3 y α-L-galactosa enlazada por la posición 4. Las unidades de α-L-galactosa se encuentran sulfatadas en C-6 y poseen, a su vez, ramificaciones simples de xilosa o galactosa enlazadas (1→3)- a

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

la cadena central, están sulfatadas en C-3 o no presentan sustitución alguna. Las unidades de β -D-galactosa se encuentran sin sustituir (xilogalactano 1) o sulfatadas en C-4 (xilogalactano 7) (Tabla II; fig. 4) (Haines *et al.*, 1990; Matulewicz *et al.*, 1994). El estudio estructural de los xilogalactanos de *Corallina officinalis*, llamados "coralinanos", mostró también la estructura básica de un agarano, con monosulfatación en C-6 de la unidad β y en C-2 y C-3 de la unidad α , y con ramificaciones simples de β -D-xilosa enlazadas al C-6 de la unidad β ; a su vez, los residuos α pueden estar

metoxilados en C-2 y C-3, pero en ese caso no se encuentran sulfatados (Cases *et al.*, 1992; Cases *et al.*, 1994) (fig. 4).

Además, es importante mencionar otro tipo de polisacáridos sulfatados biosintetizados por las algas rojas *Nemalion vermiculare* (Usov *et al.*, 1974, 1975 a y 1975 b; Usov y Yarotskii, 1975), *Nothogenia fastigiata* (Cerezo y Matulewicz, 1987; Kolender *et al.*, 1995) y *Liagora valida* (Usov y Dobkina, 1988 y 1991): los α -D-(1 \rightarrow 3)-mananos que poseen ramificaciones simples de d-xilosa enlazadas β -(1 \rightarrow 2)- a la cadena central.

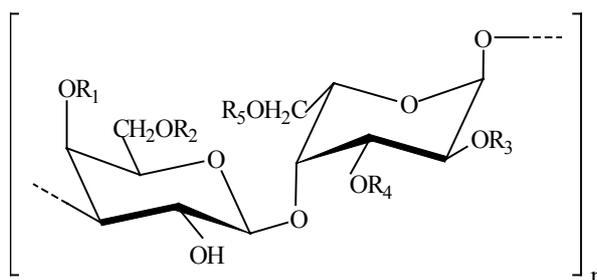


Figura 4. Xilogalactanos de *Nothogenia fastigiata* y *Corallina officinalis*.

Para los xilogalactanos de *Nothogenia fastigiata*, en la unidad α ($R_3 = H$), si $R_5 = SO_3^-$ entonces $R_4 =$ ramificaciones simples de D-xilosa y galactosa, y si $R_5 = H$ entonces $R_4 = H$ o SO_3^- . En la unidad β ($R_2 = H$), para la fracción 1 $R_1 = H$ y para la fracción 7 $R_1 = SO_3^-$. Para los xilogalactanos de *Corallina officinalis*, en la unidad β ($R_1 = H$), $R_2 = SO_3^-$ o ramificaciones simples de D-xilosa. En la unidad α ($R_5 = H$), si $R_3 = H$ entonces $R_4 = SO_3^-$ o viceversa, y si $R_3 = H$ entonces $R_4 = CH_3$ o viceversa.

A partir de *Nothogenia fastigiata* se aislaron cinco xilomananos cuya composición y peso molecular se indican en la Tabla II. Su estudio estructural mostró la estructura básica de un α -(1 \rightarrow 3)-D-manano con las unidades monosulfatadas en C-2 y C-6 y

con ramificaciones simples de D-xilosa enlazadas β -(1 \rightarrow 2)- a la cadena central (Matulewicz y Cerezo, 1987; Kolender *et al.*, 1995; Kolender *et al.*, 1997) (fig. 5). En la Tabla III se indica la composición en unidades estructurales de los cinco xilomananos (Kolender *et al.*, 1997).

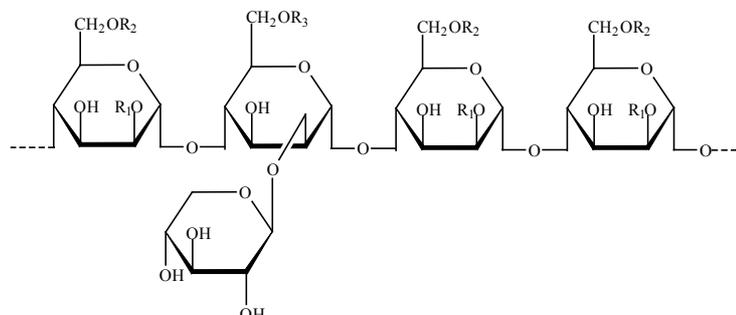


Figura 5. Xilomananos de *Nothogenia fastigiata*.

Tabla II. Análisis y peso molecular de los xilogalactanos 1 y 7 y los xilomananos 2-6 de *Nothogenia fastigiata*.

Polisacárido	Composición en monosacáridos			Sulfato % SO ₃ Na	Proteína %	Peso molecular
	Man	Xil moles %	Gal			
1	15,5	26,8	57,7	10,8	n.d.	n.d.
2	62,3	21,5	16,2	17,6	10,1	12000
3	73,8	20,4	5,8	26,1	10,6	39100
4	81,6	16,4	2,0	26,0	4,8	21900
5	97,5	2,5	-	15,3	5,9	6400
6	97,9	2,1	-	31,7	6,6	30000
7	11,2	32,2	56,6	18,1	n.d.	n.d.

n.d. = no determinado.

Es importante mencionar, que los mananos de *Nemalion vermiculare* y *Liagora squalida* también presentan ramificaciones de D-xilosa y 3-O-metil-D-xilosa enlazadas β -(1 \rightarrow 2)- a la cadena central pero difieren en la posición de sulfatación; mientras en *Nothogenia fastigiata* las unidades de

manosa están monosulfatadas en C-2 y en C-6, en *Nemalion vermiculare* y *Liagora squalida* la sulfatación ocurre en C-4 y en C-6.

Los fucanos son una familia de polisacáridos que se extraen de algas pardas y están constituidos principalmente por una cadena de

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

unidades de α -L-fucosa enlazadas por la posición 3, sulfatadas en C-4 o no sulfatadas, y con ramificaciones simples de α -L-fucosa enlazadas (1 \rightarrow 2)- o (1 \rightarrow 4)- a dicha cadena (fig. 6); pueden, además, estar presentes unidades de xilosa, ácido glucurónico, galactosa y manosa (Percival y McDowell, 1981; Painter, 1983; Nishino *et al.*, 1991; Patankar *et al.*, 1993). En este último caso los polisacáridos se denominan fucoidanos. Es de destacar, que existe

confusión en la literatura respecto de esta nomenclatura y se utilizan indistintamente los nombres fucano y fucoidano.

Los polisacáridos sulfatados de las algas verdes no han sido muy investigados. Los estudios muestran estructuras muy complejas altamente ramificadas que parecen no tener una unidad repetitiva (Percival, 1979; Percival y McDowell, 1981; Painter, 1983).

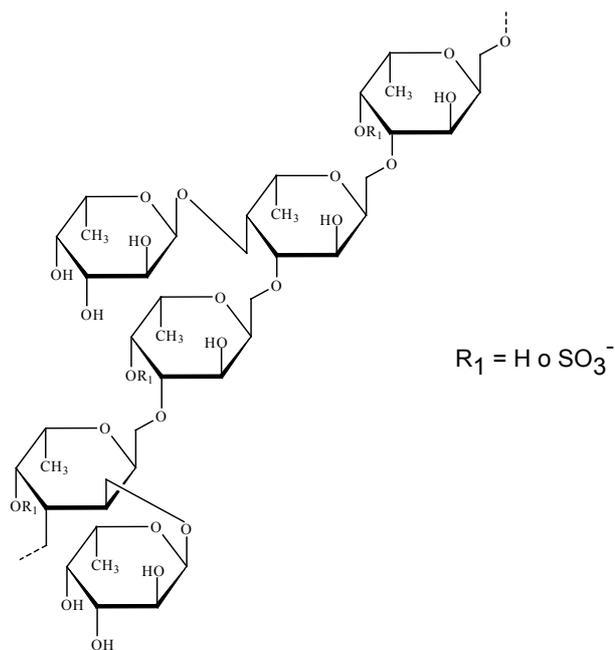


Figura 6. Estructura de un fucano.

Tabla III. Composición (moles %) en unidades estructurales de los α -(1→3)-D-mananos de *Nothogenia fastigiata*.^a

Xilo- manano	manosa enlazada por 3 y sulfatada en la posición indicada						manosa en- lazada por 3 y con ramifi- caciones de xilosa en 2		Xilosa ramifica- ciones
	Sin sulfato	2	6	2,4	2,6	4,6	6- sulfato 2-Xil	2-Xil	
2 ^b	10,1	21,8	5,2	1,5	-	-	14,0	15,9	29,9
3	5,4	32,9	11,6	2,7	-	tr ^c	22,3	1,4	23,7
4	5,4	46,5	10,4	2,7	10,0	-	12,5	-	12,5
5	60,7	-	29,0	-	-	2,1	tr	3,0	5,2
6	9,3	51,5	30,4	1,3	1,5	tr	3,0	-	3,0

^aSe considera que la xilosa está enlazada principalmente a la posición 2 de residuos de manosa 6-sulfato. La xilosa restante se asigna a la posición 2 de unidades de manosa no sulfatada.

^bLa fracción 2 contiene 1,6% de unidades de manosa enlazadas por la posición 4.

^cPorcentajes menores del 1% se consideran trazas (tr).

B. Actividad biológica de polisa-cáridos sulfatados

Las algas marinas han sido una de las principales fuentes utilizadas para la obtención de sustancias bioactivas, siendo en este caso los polisacáridos sulfatados, constituyentes de la pared celular y de la matriz intercelular, los compuestos extraídos con mayor frecuencia (Painter, 1983). Los polisacáridos sulfatados presentan una variedad actividades biológicas algunas de las cuales se describen a continuación (Franz, 1989; Renn, 1993).

Estudios realizados con carragenanos y fucanos mostraron que estos polisacáridos inhibían la metástasis de tumores, inhibiendo la acción de las

heparanasas presentes en las células tumorales de ratón (Renn, 1993 y referencias allí citadas). Por otra parte, si bien el carragenano, por si solo no era activo, potenciaba el efecto de la mitomicina contra el tumor ascítico de leucemia L-1210 en ratones. También se informó que los polisacáridos sulfatados de *Sargassum kjellmanianum* inhibían el crecimiento del tumor S-180 de ratón.

El carragenano interfiere con la actividad proteolítica de la pepsina, tanto in vivo como *in vitro*, y ha resultado útil para el tratamiento de úlceras pépticas (Renn, 1993 y referencias allí citadas). El estudio sobre el efecto de los carragenanos en la digestión péptica y

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

trípica de la caseína *in vitro*, indicó que estos polisacáridos prolongan el proceso de digestión gástrica, pero no interfieren en la digestión entérica.

Los carragenanos y otros polisacáridos sulfatados poseen actividad hipocolesterolemica; sin embargo, se requieren elevadas dosis difíciles de tolerar por los humanos (Renn, 1993 y referencias allí citadas).

Los polisacáridos sulfatados presentan efectos variables sobre el sistema inmune (Renn, 1993 y referencias allí citadas). Los carragenanos, que han sido los más estudiados, muestran actividad mitogénica frente a células T, modifican la migración de linfocitos uniéndose a receptores específicos y estimulan poblaciones de células B de ratón.

Los polisacáridos sulfatados de algas presentan, además, actividad anticoagulante aunque no comparable con la de la heparina la más activa (Renn, 1993 y referencias allí citadas).

C. Actividad antiviral de polisacáridos sulfatados

En la bibliografía, numerosos estudios han descrito el aislamiento de diferentes clases de polisacáridos antivirales, según el tipo de alga estudiada. Así, Nakashima *et al.* (1987) aislaron del alga roja *Schizymenia pacifica* un carragenano lambda, que mostró ser un potente inhibidor de la transcriptasa reversa del virus de inmunodeficiencia humano (HIV) y de la adsorción viral. También se han aislado galactanos activos contra HIV, herpes simplex (HSV) y otros virus envueltos a partir de las algas rojas *Schizymenia dubyi* (Bourgougnon *et al.*, 1993) y *Agradiella tenera* (Witvrouw *et al.*, 1994). Las algas pardas son principalmente productoras de fucanos con actividad biológica. Al respecto fucanos obtenidos

del alga *Pelvetia fastigiata* bloquearon la unión de antígenos de superficie del virus de hepatitis B a sus anti-cuerpos específicos (Venkateswaran *et al.*, 1993), en tanto que fucanos aislados de *Fucus vesiculosus* inhibieron la replicación de HIV (Béress *et al.*, 1993).

También, a partir del alga *Euglena gracilis*, se aisló un polímero de glucosa denominado paramylon, que luego de ser sulfatado químicamente resultó inhibidor de HIV (Koizumi *et al.*, 1993). En cuanto al microalga marina *Cochlodinium polykrikoides* produjo polisacáridos sulfatados de liberación extracelular, compuestos de manosa, galactosa y ácido urónico, también activos contra HIV (Hasui *et al.*, 1995). Además en la literatura se encuentran numerosos estudios sobre la actividad antiviral de extractos acuosos crudos de diversas algas marinas (Neushul, 1990; Kamat *et al.*, 1992; Premnathan *et al.*, 1992; Hayashi *et al.*, 1996).

Los dextran sulfatos (DS) de origen comercial han sido uno de los sistemas en los que mejor se ha estudiado el mecanismo de actividad antiviral de los polisacáridos sulfatados, especialmente en su efecto inhibitorio contra HIV y los herpesvirus HSV-1, HSV-2 y citomegalovirus. En todos los casos se ha demostrado que el DS interfiere con la unión inicial del virus a la célula. En el caso de HIV, los grupos sulfato interactúan con los aminoácidos cargados positivamente concentrados en el principal dominio neutralizante de la glicoproteína de envoltura gp120, denominado "loop" V3 (Callahan *et al.*, 1991). Para HSV-1, se ha demostrado que en las primeras etapas de la infección se producen múltiples interacciones entre las cargas negativas del heparán sulfato (HS) de la superficie celular y las cargas positivas de las glicoproteínas gC (Herold *et al.*,

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

1991) y gB (Cai *et al.*, 1988) del virus que son determinantes de la adsorción y de la penetración del virus a la célula, respectivamente. Los polisacáridos sulfatados como DS, heparina y otros, con estructuras que mimetizan la del receptor HS, interactuarían primordialmente con gC impidiendo de esta forma, desde el comienzo, la infección de la célula por un bloqueo de la unión del virus a la misma. Si bien la interacción entre gC-HS es mayormente de tipo iónico, Trybala *et al.* (1994) informan para HSV-1 la presencia de un centro de interacción hidrofóbica correspondiente a la glicina-247 en gC-1.

Por lo descrito anteriormente, para la acción antiviral de los polisacáridos sulfatados es de primordial importancia la cantidad y distribución de los grupos sulfato en la molécula, que van a interactuar con los aminoácidos cargados positivamente de las glicoproteínas virales. El polisacárido sólo serviría de apoyo o sostén para estos grupos cargados. Así se ha demostrado que la actividad antiviral del DS se incrementa al aumentar el grado de sulfatación (Nakashima *et al.*, 1989). Cuando el contenido de sulfato se mantiene constante y se varía la longitud de la cadena de polisacárido, se evidencia la influencia del peso molecular ya que la actividad se incrementa al aumentar el peso molecular de 100 a 10000, permaneciendo luego virtualmente constante hasta un valor de peso molecular 500000 (Baba *et al.*, 1988).

A fin de optimizar el efecto antiviral de compuestos de menor peso molecular, que tienen una mejor perspectiva farmacocinética, se han realizado modificaciones químicas en oligosacáridos de 5-11 residuos de glucosa. Uryu *et al.* (1992), Katsuraya *et al.* (1994 a; 1994 b) y Nakashima *et al.*

(1995) encontraron que alquil (cadena lineal de 10-22 carbonos) malto- y laminaraoligosacáridos (de 5-11 residuos de glucosa) sulfatados eran tan activos contra HIV como DS (PM 8000) o curdlan sulfato (PM 79000). Sin embargo, en estos trabajos no se especifica la posición de sulfatación en los oligosacáridos y de hecho, debe tratarse de mezclas de oligosacáridos sulfatados en distintas posiciones. Uryu *et al.* (1992) sugieren que, mientras los grupos sulfato del oligosacárido participarían en la interacción con la región helicoidal de la glicoproteína gp 120 de la envoltura del HIV que involucra los aminoácidos 506-518 (Thr-Lys-Ala-Lys-Arg -Arg- Val- Val- Gln-Arg- Glu- Lys -Arg), el grupo alquilo lo haría con la bicapa lipídica del virus.

D. Actividad antiviral de polisacáridos sulfatados del Atlántico Sur

En nuestro país, el muestreo de la actividad antiviral de polisacáridos sulfatados extraídos de algas rojas de las costas sudamericanas permitió detectar la presencia de varios compuestos con efectiva acción contra HSV-1 y HSV-2. Se indican a continuación los resultados obtenidos con carragenanos kappa/iota y mu/nu de plantas cistocárpicas y carragenanos lambda de plantas tetraspóricas de *Gigartina skottsbergii*, xilogalactanos de *Nothogenia fastigiata* y *Corallina officinalis*, mananos sulfatados de *Nothogenia fastigiata* y un extracto acuoso de *Pterocladia capillacea*. Además, se intenta correlacionar composición y estructura con actividad antiviral.

La actividad antiviral se midió mediante un ensayo de reducción en el número de placas producidas por HSV-1 y HSV-2 en células Vero y la citotoxicidad se determinó a través de

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

un ensayo de viabilidad celular luego de 48 horas de incubación con los mismos compuestos. La mayoría de los polisacáridos mostró actividad antiviral pero con diferente grado de efectividad. El valor de CI_{50} (concentración inhibitoria 50%: concentración del compuesto que reduce el número de placas del virus al 50%) osciló entre 0,3-96,3 $\mu\text{g ml}^{-1}$. En todos los casos, el valor de CC_{50} (concentración citotóxica 50%: concentración que disminuye la viabilidad celular al 50%) excedió ampliamente a la CI_{50} . Estos datos ponen de manifiesto el alto grado de selectividad de los polisacáridos analizados, resultando algunos de ellos más eficientes en su actividad antiherpética que otros polisacáridos de origen comercial ya mencionados como DS y heparina.

La acción antiherpética de los polisacáridos extraídos de algas sudamericanas fue independiente de la célula huésped, la cepa del virus y el tipo de ensayo de actividad antiviral (Pujol *et al.*, 1995; Pujol *et al.*, 1996). Los compuestos fueron activos ante cepas de referencia de HSV-1 y HSV-2, variantes TK⁻ resistentes a aciclovir y aislamientos clínicos de ambos serotipos (Damonte *et al.*, 1994; Damonte *et al.*, 1996). También mostraron efectividad contra otros miembros de la familia Herpesviridae, como el cito-megalovirus humano y el virus de pseudorabia porcina (Damonte *et al.*, 1994).

En la Tabla IV se indica la actividad antiviral de los carragenanos de $1C_{1-3}$ y $1T_{1-2}$ y sus correspondientes derivados ciclados, por tratamiento alcalino, frente a HSV-1 y HSV-2. Tanto $1C_3$ como $1T_1$ y $1T_2$ resultaron muy activos. El tratamiento alcalino redujo considerablemente la actividad de $1C_2$ y $1C_3$, el efecto no fue tan pronunciado para $1C_1$

y $1T_2$ (no para $1T_2T_1$ con HSV-2) y para $1T_1$ la actividad antiviral se mantuvo (Carlucci *et al.*, en prensa).

También se ensayó la actividad antiviral del producto extraído a temperatura ambiente de *Pterocladia capillacea* (Pujol *et al.*, 1996), y de los xilogalactanos 1 y 7 (Damonte *et al.*, 1996) y los xilomananos 2-6 de *Nothogenia fastigiata* (Damonte *et al.*, 1994; Kolender *et al.*, 1995; Kolender *et al.*, 1997). Para los xilogalactanos 1 y 7 se obtuvieron, con HSV-1 F, valores de CI_{50} de 24,0 y 15,0 $\mu\text{g ml}^{-1}$, respectivamente; en la Tabla V se muestra la actividad antiviral de los xilomananos 2-6. Además se evaluó la actividad antiviral del manano 6 frente a otros virus (Damonte *et al.*, 1994). Los experimentos realizados hasta el presente para demostrar el modo de acción de estos polisacáridos han permitido concluir que la principal etapa afectada en el ciclo replicativo del HSV es la adsorción. Esto se demostró midiendo la unión a células Vero de viriones infecciosos y de partículas marcadas radiactivamente en presencia del manano 6 (Damonte *et al.*, 1994) y de los xiloga-lactanos 1 y 7 (Damonte *et al.*, 1996) de *Nothogenia fastigiata* y el producto de *Pterocladia capillacea* (Pujol *et al.*, 1996). Todos los compuestos inhibían específicamente la unión del virus HSV-1 a la célula huésped. Las etapas posteriores del ciclo, como la internalización y la síntesis de proteínas virales detectadas por inmunofluorescencia, no resultaron afectadas. Por lo tanto, estos compuestos interferían fundamentalmente en el proceso de unión de la proteína gC, componente de la envoltura externa de HSV-1, a los residuos HS de los proteoglicanos de la superficie celular, descritos como los receptores iniciales para HSV-1 (WuDunn y Spear, 1989)

Tabla IV. Actividad antiherpética de los carragenanos de *Gigartina skottsbergii* y de los correspondientes ciclados.^a

Compuesto	CI ₅₀ (µg/ml)	
	HSV-1 F	HSV-2 G
1C ₁	3,2	2,3
1C ₂	4,1	1,6
1C ₃	0,7	0,5
1T ₁	0,6	0,4
1T ₂	0,7	0,8
1C ₁ T	6,3	6,3
1C ₂ T	67,6	50,1
1C ₃ T	57,5	60,2
1T ₁ T ₁	0,3	0,3
1T ₂ T ₁	2,2	31,6
DS 8000	2,1	1,0
DS 500000	1,2	0,8
Heparina	1,3	2,1

^aLa CC₅₀ (células Vero) fue >1000 µg/ml para todos los compuestos, salvo para 1T₂ cuyo valor fue de 650 µg/ml.

La actividad antiviral del xilogalactano 4II de *Corallina officinalis* (Cases et al., 1992; Cases et al., 1994) fue muy baja y a concentración demasiado alta de polisacárido a la cual se presentó citotoxicidad (Damonte, comunicación personal).

Se han podido establecer ciertas correlaciones entre la estructura química de los polisacáridos sulfatados y su capacidad como agentes antivirales. En primer lugar, la pre-sencia de grupos sulfato en la molécula fue imprescindible para la actividad antiviral, ya que la

misma se perdió totalmente en los derivados desulfatados (Pujol et al., 1995). Además, todos los grupos sulfato y carboxilato que contribuyen a la carga negativa del receptor HS y la heparina son importantes para la unión con el virus; en particular, la N-sulfatación y la 6-O-sulfatación de los residuos de α-D-glucosamina desempeñan un papel clave (Herold et al., 1995). En base a estos resultados, la elevada actividad anti-herpética de los carragenanos 1C₃, 1T₁ y 1T₂ podría atribuirse (Carlucci et al., en prensa) a la presencia de

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

unidades de α -D-galactosa 2,6-disulfato (Tablas I y IV); éstas podrían ubicar sus grupos sulfato en posiciones semejantes a las de los grupos sulfato de las unidades de α -D-glucosamina 2,6-disulfato del HS. Un menor porcentaje de estas unidades sería responsable de la menor, pero aún importante, actividad antiherpética manifestada por 1C₁ y 1C₂. Pero este no sería el único factor, porque los derivados ciclados de 1T₁ y 1T₂ (1T₁T₁ y 1T₂T₁, respectivamente) resultaron ser ambos muy activos frente HSV-1, sugiriendo, por lo tanto, cierta influencia del sulfato en C-2 de la unidad de β -D-galactosa. Este es el primer trabajo, además, que demuestra la actividad antiherpética de un carragenano μ/ν cuya estructura ha sido estudiada en detalle.

Es importante, además, mencionar, que mientras los carragenanos κ /iota y μ/ν no presentaron actividad anticoagulante, para los carragenanos λ este efecto fue poco pronunciado (Carlucci *et al.*, en prensa).

Para los mananos no se puede establecer una correlación entre la estructura y la actividad antiviral. Sin embargo, la sulfatación tanto en C-2 como en C-6 parece ser importante y la presencia de ramificaciones simples de xilosa afectaría la actividad antiviral

(Tablas II, III y V).

Si bien tanto los xilogalactanos 1 y 7 de *Nothogenia fastigiata* como el xilogalactano 4II de *Corallina officinalis* tienen una estructura básica de agarano (fig. 2A), sólo los de *Nothogenia fastigiata* resultaron ser activos. Es importante destacar, que los xilogalactanos de *Nothogenia fastigiata* y el de *Corallina officinalis* poseen contenidos de sulfato similares de ~13%, pero el esquema de sustitución (fig. 4) difiere según el alga del cual provienen: para *Corallina officinalis* hay una elevada monosustitución de la unidad B ya sea con metoxilo o sulfato tanto en el C-2 como en el C-3; la unidad A se encuentra sulfatada en C-6 o presenta ramificaciones simples de xilosa enlazadas β -(1→6)- a la cadena principal. En *Nothogenia fastigiata*, las ramificaciones simples xilosa se encuentran en la unidad B, no hay galactosas O-metiladas y la monosulfatación se produce fundamentalmente sobre el C-4 de la unidad A, y el C-3 y el C-6 de la unidad B. Es muy posible que el alto contenido de unidades de galactosa O-metiladas (~33%) en el xilogalactano de *Corallina officinalis* (Cases *et al.*, 1992) sea un factor determinante de la ausencia de actividad antiviral de este producto.

Tabla V. Actividad antiherpética de los α -(1→3)-D-mananos de *Nothogenia fastigiata*.

Compuesto	CI ₅₀ (μg/ml)		CC ₅₀ (μg/ml)
	HSV-1 F	HSV-2 G	Células Vero
2	7,1	7,1	>1000
3	14,4	6,1	300
4	28,2	27,6	>1000
5	>100	96,3	250
6	0,7	0,7	120

En cuanto a los fucanos y fucooidanos, debido a la información incompleta sobre la estructura de los polisacáridos utilizados para los ensayos de actividad antiviral, resulta imposible establecer, hasta el momento, una correlación entre estructura y actividad (Béress *et al.*, 1993). Si bien Venkateswaran *et al.* (1989) asignan importancia a la configuración L del monosacárido en la cadena de polisacárido, es también factible suponer que el grupo metilo presente en las unidades de desoxiazúcar que, a su vez, confiere mayor hidrofobicidad a la molécula, sea en parte responsable de la elevada actividad antiviral de los fucanos y fucooidanos.

En conclusión, la actividad anti-viral de los polisacáridos sulfatados sería el resultado de una combinación adecuada de flexibilidad de la cadena, del peso molecular, y del contenido y de la distribución de los grupos sulfato y de ramificaciones en la cadena (Kolender *et al.*, 1995). Un paso importante en este estudio sería realizar desulfataciones o sulfataciones específicas de forma de

establecer la influencia del sulfato en determinada posición sobre la actividad antiviral.

AGRADECIMIENTOS. El estudio químico y de la actividad antiviral de los polisacáridos sulfatados de algas del Atlántico Sur ha sido financiado por subsidios de la Universidad de Buenos Aires, del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y de la Organización de Estados Americanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baba, M., Snoeck, R., Pauwels, R. & De Clercq, E. 1988. Sulfated polysaccharides are potent inhibitors of various enveloped viruses, including herpes simplex virus, cytomegalovirus, vesicular stomatitis virus, and human immunodeficiency virus. *Antimicrob. Agents Chemother.* **32**: 1742-1745.

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

- Béress, A., Wassermann, O., Bruhn, T., Béress, L., Kraiselburd, E. N., Gonzalez, L. V., de Motta, G. E. & Chavez, P. I. 1993. A new procedure for the isolation of anti-HIV compounds (polysaccharides and polyphenols) from the marine alga *Fucus vesiculosus*. *J. Nat. Prod.* **56**: 478-488.
- Bourgougnon, N., Lahaye, M., Chermann, J. C. & Kornprobst, J. M. 1993. Composition and antiviral activities of a sulfated polysaccharide from *Schizymenia dubyi*. *Bioorg. Med. Chem. Letts.* **3**: 1141-1146.
- Cai, W., Gu, B. & Person, S. 1988. Role of glycoprotein B of HSV type 1 in viral entry and cell fusion. *J. Virol.* **62**: 2596-2604.
- Callahan, L. N., Phelan, M., Mallinson, M. & Norcross, M. A. 1991. Dextran sulfate blocks antibody binding to the principal neutralizing domain of human immunodeficiency virus type 1 without interfering with gp120-CD4 interactions. *J. Virol.* **65**: 1543-1550.
- Carlucci, M. J., Pujol, C. A., Ciancia, M., Nosedá, M. D., Matulewicz, M. C., Damonte, E. B. & Cerezo, A. S. 1997. Antiherpetic and anticoagulant properties of carrageenans from the red seaweed *Gigartina skottsbergii* and their cyclized derivatives: correlation between structure and biological properties. *Int. J. Biol. Macromol., en prensa*.
- Cases, M. R., Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1992. Methylated, sulphated xylogalactans from the red sea-weed *Corallina officinalis*. *Phytochemistry* **31**: 3897-3900.
- Cases, M. R., Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1994. Structure of the 'corallinans'-sulfated xylogalactans from *Corallina officinalis*. *Int. J. Biol. Macromol.* **16**: 93-97.
- Cerezo, A. S. 1967 a. The carrageenan system of *Gigartina skottsbergii* S. et G. Part I. Studies on a fraction of kappa-carrageenan. *J. Chem. Soc.* 992-997.
- Cerezo, A. S. 1967 b. The carrageenan system of *Gigartina skottsbergii* S. et G. Part II. Analysis of the system and studies on the structure of the fraction precipitated at 0.3-0.4 m potassium chloride. *J. Chem. Soc.* 2491-2495.
- Cerezo, A. S. 1973. The carrageenans of *Gigartina skottsbergii* S. et G. Part III. Methylation analysis of the fraction precipitated with 0.3-0.4 m potassium chloride. *Carbohydr. Res.* **26**: 335-340.
- Cerezo, A. S. 1974. The carrageenan system of *Gigartina skottsbergii* S. et G. Part IV. Methylation analysis of a partially desulphated derivative. *Carbohydrate Res.* **36**: 201-204.
- Ciancia, M., Matulewicz, M. C., Finch, P. & Cerezo, A. S. 1993 a. Determination of the structures of cystocarpic carrageenans from *Gigartina skottsbergii* by methylation analysis and NMR spectroscopy. *Carbohydr. Res.* **238**: 241-248.
- Ciancia, M., Nosedá, M. D., Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1993 b. Alkali-modification of carrageenans: mechanism and kinetics in the kappa/iota-, mu-/nu- and lambda-series. *Carbohydr. Polym.* **20**: 95-98.
- Damonte, E. B., Matulewicz, M. C., Cerezo, A. S. & Coto, C. E. 1996. Herpes simplex virus-inhibitory sulfated xylogalactans from the red seaweed *Nothogenia fastigiata*. *Chemotherapy* **42**: 57-64.
- Damonte, E., Neyts, J., Pujol, C. A., Snoeck, R., Andrei, G., Ikeda, S., Witvrouw, M., Reymen, D., Haines, H., Matulewicz, M. C., Cerezo, A., Coto, C. E. & De Clercq, E. 1994. Antiviral activity of a sulphated polysaccharide from the red seaweed *Nothogenia fastigiata*. *Biochem. Pharmacol.* **47**: 2187-2192.
- Errea, M. I. & Matulewicz, M. C. 1994. Cold water-soluble polysaccharides from tetrasporic *Pterocladia capillacea*. *Phytochemistry* **37**: 1075-1078.
- Errea, M. I. & Matulewicz, M. C. 1995. Polysaccharides from tetrasporic *Pterocladia capillacea* extracted with water at 50° C. *An. Asoc. Quim. Argent.* **83**: 89-92.
- Errea, M. I. & Matulewicz, M. C. 1996. Hot water-soluble polysaccharides from tetrasporic *Pterocladia ca-*

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

- pillacea*. *Phytochemistry* **42**: 1071-1073.
- Franz, G. 1989. Polysaccharides in pharmacy: current applications and future concepts. *Planta Medica* **55**: 493-497.
- Friedlander, M., Lipkin, Y. & Yaphe, W. 1981. Composition of agars from *Gracilaria cf. verrucosa* and *Petrocladia capillacea*. *Bot. Mar.* **24**: 595-598.
- Glicksman, M. 1983. Red seaweed extracts (agar, carrageenan, furcellaran). En M. Glicksman (ed.), *Food Hydrocolloids*, Vol. 2. CRC Press, Florida: 73-113.
- Haines, H. H., Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1990. Sulfated galactans from the red seaweed *Nothogenia fastigiata* (Nemaliales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* **204/205**: 637-642.
- Hasui, M., Matsuda, M., Okutani, K. & Shigeta, S. 1995. In vitro antiviral activities of sulfated polysaccharides from a marine microalga (*Cochlodinium polykrikoides*) against human immunodeficiency virus and other enveloped viruses. *Int. J. Biol. Macromol.* **17**: 293-297.
- Hayashi, K., Hamada, J. & Hayashi, T. 1996. A screening strategy for selection of anti-HSV-1 and anti-HIV extracts from algae. *Phytotherapy Res.* **10**: 233-237.
- Herold, B. C., Gerber, S. I., Polonsky, T., Belval, B. J., Shaklee, P. N. & Holme, K. 1995. Identification of structural features of heparin required for inhibition of herpes simplex virus type 1 binding. *Virology* **206**: 1108-1116.
- Herold, B. C., WuDunn, D., Soltys, N. & Spear, P. G. 1991. Glycoprotein C of herpes simplex virus type 1 plays a principal role in the adsorption of virus to cells and in infectivity. *J. Virol.* **65**: 1090-1098.
- Kamat, S. Y., Wahidulla, S., D'Souza, L., Naik, C. G., Ambiye, V., Bhakuni, D. S., Goel, A. K., Garg, H. S. & Srimal, R. C. 1992. Bioactivity of marine organisms. VI. Antiviral evaluation of marine algal extracts from the Indian coast. *Bot. Mar.* **35**: 161-164.
- Katsuraya, K., Ikushima, N., Takahashi, N., Shoji, T., Nakashima, H., Yamamoto, N., Yoshida, T. & Uryu, T. 1994 a. Synthesis of sulfated alkyl malto- and laminara-oligosaccharides with potent inhibitory effects on AIDS virus infection. *Carbohydr. Res.* **260**: 51-61.
- Katsuraya, K., Shoji, T., Inazawa, K., Nakashima, H., Yamamoto, N. & Uryu, T. 1994 b. Synthesis of sulfated alkyl laminara-oligosaccharides having potent anti-HIV activity and the relationship between structure and biological activities. *Macromolecules* **27**: 6695-6699.
- Koizumi, N., Sakagami, H., Utsumi, A., Fujinaga, S., Takeda, M., Asano, K., Sugawara, I., Ichikawa, S., Kondo, H., Mori, S., Miyatake, K., Nakano, Y., Nakashima, H., Murakami, T., Miyano, N. & Yamamoto, N. 1993. Anti-HIV (human immunodeficiency virus) activity of sulfated paramylon. *Antiviral Res.* **21**: 1-14.
- Kolender, A. A., Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1995. Structural analysis of antiviral sulfated α -D-(1 \rightarrow 3)-linked mannans. *Carbohydr. Res.* **273**: 179-185.
- Kolender, A. A., Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1997. The system of sulfated α -D-(1 \rightarrow 3)-linked D-mannans from the red seaweed *Nothogenia fastigiata*— Structures, antiherpetic and anticoagulant properties. *Carbohydr. Res.*, en prensa.
- Lemus, A., Bird, K., Kapraun, D. F. & Koehn, F. 1991. Agar yield, quality and standing crop biomass of *Gelidium serrulatum*, *Gelidium floridanum* and *Pterocladia capillacea* in Venezuela. *Food Hydrocolloids* **5**: 469-479.
- Liu, X-W, Rochas, C. & Kloareg, B. 1990. Callus culture of *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta) and analysis of cell wall polysaccharides. *J. Appl. Phycol.* **2**: 297-303.
- Matulewicz, M. C. & Cerezo, A. S. 1987. Water-soluble sulfated polysaccharides from the red seaweed *Chaetangium fastigiatum*. Analysis of the system and the structures of the α -D-(1 \rightarrow 3)-linked mannans. *Carbohydr. Polym.* **7**: 121-132.
- Matulewicz, M. C., Ciancia, M., Nosedá, M. D. & Cerezo, A. S. 1989. Carra-

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

- geenan systems from tetrasporic and cystocarpic stages of *Gigartina skottsbergii*. *Phytochemistry* **28**: 2937-2941.
- Matulewicz, M. C., Ciancia, M., Nosedá, M. D. & Cerezo, A. S. 1990. Methylation analysis of carrageenans from tetrasporic and cystocarpic stages of *Gigartina skottsbergii*. *Phytochemistry* **29**: 3407-3410.
- Matulewicz, M. C., Haines, H. H. & Cerezo, A. S. 1994. Sulphated xylogalactans from *Nothogenia fastigiata*. *Phytochemistry* **36**: 97-103.
- McCandless, E. L., Craigie, J. S. & Walter, J. A. 1973. Carrageenans in the gametophytic and sporophytic stages of *Chondrus crispus*. *Planta* **112**: 201-212.
- Nakashima, H., Inazawa, K., Ichiyama, K., Ito, M., Ikushima, N., Shoji, T., Katsuraya, K., Uryu, T., Yamamoto, N., Juodawlakis, A. S. & Schinazi, R. F. 1995. Sulfated alkyl oligosaccharides inhibit human immunodeficiency virus *in vitro* and provide sustained drug levels in mammals. *Antiviral Chem. Chemother.* **6**: 271-280.
- Nakashima, H., Kido, Y., Kobayashi, N., Motoki, Y., Neushul, M. & Yamamoto, N. 1987. Purification and characterization of an avian myeloblastosis and human immunodeficiency virus reverse transcriptase inhibitor, sulfated polysaccharides from sea algae. *Antimicrob. Agents Chemother.* **31**: 1524-1528.
- Nakashima, H., Yoshida, O., Baba, M., De Clercq, E. & Yamamoto, N. 1989. Anti-HIV activity of dextran sulfate as determined under different experimental conditions. *Antiviral Res.* **11**: 233-246.
- Neushul, M. 1990. Antiviral carbohydrates from marine algae. *Hydrobiologia* **204/205**: 99-104.
- Nishino, T., Kiyohara, H., Yamada, H. & Nagumo, T. 1991. An anticoagulant fucoidan from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Phytochemistry* **30**: 535-539.
- Nosedá, M. D. & Cerezo, A. S. 1995. Methylation analysis of a lambda-carrageenan from the tetrasporic phase of the red seaweed *Gigartina skottsbergii*. *An. Asoc. Quim. Argent.* **83**: 49-53.
- Painter, T. 1983. Algal polysaccharides. En G. O. Aspinall (ed.), *The polysaccharides*, Vol. 2. Academic Press, London: 195-285.
- Patankar, M. S., Oehninger, S., Barnett, T., Williams, R. & Clark, G. F. 1993. A revised structure for fucoidan may explain some of its biological activities.
- Percival, E. 1979. The polysaccharides of green, red and brown seaweeds: their basic structure, biosynthesis and function. *Br. phycol. J.* **14**: 103-117.
- Percival, E. & McDowell R. H. 1981. Algal walls - Composition and biosynthesis. En W. Tanner & F. A. Loewus (eds.), *Encyclopedia of plant physiology - New series*, Vol. 13 B: *Plant carbohydrates II*, Springer-Verlag, Berlin: 277-316.
- Pickmere, S. E., Parsons, M. J. & Bailey, R. W. 1973. Composition of *Gigartina carrageenan* in relation to sporophyte and gametophyte stages of the life cycle. *Phytochemistry* **12**: 2441-2444.
- Premnathan, M., Chandra, K., Bajpai, S. K. & Kathiresan, K. 1992. A survey of some Indian marine plants for antiviral activity. *Bot. Mar.* **35**: 321-324.
- Pujol, C. A., Coto, C. E. & Damonte, E. B. 1995. Determinación de la actividad antiviral de un xilomanano sulfatado de origen natural en distintas condiciones experimentales. *Rev. Arg. Microbiol.* **27**: 91-98.
- Pujol, C. A., Errea, M. I., Matulewicz, M. C. & Damonte, E. B. 1996. Antiherpetic activity of S1, an algal derived sulphated galactan. *Phytother. Res.* **10**: 410-413.
- Renn, D. W. 1993. Medical and biotechnological applications of marine macroalgal polysaccharides. En D. H. Attaway & O. R. Zaborisky (eds.), *Marine Biotechnology*, Vol. 1: *Pharmaceutical and bioactive natural products*. Plenum Press, New York: 181-196.
- Stortz, C. A. & Cerezo, A. S. 1993. The systems of carrageenans from cystocarpic and tetrasporic stages of *Iridaea undulosa*: fractionation with potassium chloride and me-

M. C. Matulewicz *et al.*: Actividad antiviral de polisacáridos de algas

- thylation analysis of the fractions. *Carbohydr. Res.* **242**: 217-227.
- Trybala, E., Bergström, T., Svennerholm, B., Jeansson, S., Glorioso, J. C. & Olofsson, S. 1994. Localization of a functional site on herpes simplex virus type 1 glycoprotein C involved in binding to cell surface heparan sulphate. *Journal of General Virology* **75**: 743-752.
- Uryu, T., Ikushima, N., Katsuraya, K., Shoji, T., Takahashi, N., Yoshida, T., Kanno, K., Murakami, T., Nakashima, H. & Yamamoto, N. 1992. Sulfated alkyl oligosaccharides with potent inhibitory effects on human immunodeficiency virus infection. *Biochem. Pharmacol.* **43**: 2385-2392.
- Usov, A. I., Adamyants, K. S. & Yarotskii, S. V. 1975 b. Polysaccharides of algae. XVIII. Acetolysis of sulfated mannan from *Nemalion vermiculare* Sur. *Zh. Obshch. Khim.* **45**: 1377-1381.
- Usov, A. I., Adamyants, K. S., Yarotskii, S. V. & Anoshina, A. A. 1975 a. Polysaccharides of algae. XVI. Study of the structure of the sulfated mannan from the red alga *Nemalion vermiculare* Sur. by the methylation method. *Zh. Obshch. Khim.* **45**: 916-921.
- Usov, A. I., Adamyants, K. S., Yarotskii, S. V., Anoshina, A. A. & Kochetkov, N. K. 1974. Polysaccharide of algae. XIV. Isolation of sulfated mannan and neutral xylan from the red alga *Nemalion vermiculare* Sur. *Zh. Obshch. Khim.* **44**: 416-420.
- Usov, A. I. & Dobkina, I. M. 1988. Polysaccharides of algae. XXXVIII. Polysaccharide composition of the red seaweed *Liagora* sp. and the structure of sulphated xylomannan. *Bioorg. Khim.* **14**: 642-651.
- Usov, A. I. & Dobkina, I. M. 1991. Polysaccharides of algae. 43. Neutral xylan and sulfated xylomannan from the red seaweed *Liagora valida*. *Bioorg. Khim.* **17**: 1051-1058.
- Usov, A. I. & Yarotsky, S. V. 1975. Polysaccharides of algae. XXI. Alkaline degradation of sulfated mannan from the red alga *Nemalion vermiculare* Sur. *Bioorg. Khim.* **1**: 919-922.
- Venkateswaran, P. S., Millman, I. & Blumberg, B. S. 1989. Interaction of fucoidan from *Pelvetia fastigiata* with surface antigens of hepatitis B and woodchuck hepatitis viruses. *Planta Medica* **55**: 265-270.
- Witvrouw, M., Este, J. A., Quinones Mateu, M. E., Reymen, D., Andrei, G., Snoeck, R., Ikeda, S., Pauwels, R., Vittori Bianchini, N., Desmyter, J. & De Clercq, E. 1994. Activity of a sulfated polysaccharide extracted from the red seaweed *Aghardiella tenera* against human immunodeficiency virus and other enveloped viruses. *Antiviral Chem. Chemother.* **5**: 297-303.
- WuDunn, D & Spear, P. G. 1989. Initial interaction of herpes simplex virus with cells is binding to heparan sulfate. *J. Virol.* **63**: 52-58.

Naturalia patagónica, 1: 22-32 (2002)

**PRODUCTIVIDAD PRIMARIA AÉREA NETA EN PAMPA DE
SALAMANCA, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA.**

**Aboveground Net Primary Production in Pampa de
Salamanca Plateau, Chubut Province, Argentina.**

Miguel A. Bertolami (*), Viviana B. Nakamatsu (**), Liliana S. Impaglione (*),
Susana V. Villegas (*), Pablo R. Bustos (*) y Pamela P. Balzi (*)

* Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco" (UNPSJB), Sede
Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

C.C. 786, (9000) Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación de
Experimental Agropecuaria Trelew, Chubut, Argentina. C.C. 88, (9100)
Trelew, Chubut, Argentina.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la estimación de la Producción Primaria Neta Aérea (PPNA) en una estepa árida del sureste de la Provincia del Chubut (Patagonia, Argentina) bajo condiciones de exclusión del pastoreo utilizando técnicas de cosecha de material para evaluar la producción de pastos y subarbustos. Se realizó una estimación detallada de las variaciones de biomasa a lo largo de un período completo en el cual se obtuvo un valor de 48,63 g de Materia Seca (MS)/m².año (ES = ± 6,67 g MS/m².año) para una precipitación anual de 105,7 mm. Para este primer período, la productividad de las especies forrajeras ha presentado valores similares a los de las especies no forrajeras. Una estimación menos detallada fue realizada para otros tres períodos, determinándose valores que varían entre 25,81 a 57,01 g MS, para una precipitación anual que osciló entre 112,3 a 382,1 mm. Se determinó la eficiencia hídrica (Kg MS/ha.mm) en el ecosistema, observándose que en años húmedos es menor y en años secos esta aumentaba, con valores variables de producción. En años húmedos, las especies forrajeras produjeron 3 a 11 veces más que las no forrajeras para cada milímetro de lluvia caída, mientras que en años secos la relación de cada componente era de 1:1. Los valores obtenidos, sugieren que la producción primaria en estos ecosistemas no estaría relacionada linealmente con la precipitación, resaltando el riesgo inherente al uso de los mismos en los años de bajas precipitaciones, con cargas animales similares que en aquellos con valores

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

mayores de precipitación, debido a la relación descrita entre especies palatables y no palatables.

Palabras clave: Argentina, Patagonia, Árido, Pastizales, Producción Primaria.

ABSTRACT

The Aboveground Net Primary Production (ANPP) in SE of Chubut Province (Patagonia, Argentina) was estimated using harvest technique to assess the herbaceous and forbs contribution on enclosure area. Detailed estimates of the ANPP yielded a value of 48,63 g of Dry Matter (DM)/m².yr (SE = ± 6,67 g DM/m².yr) for an annual rainfall of 105,7 mm. For the first year, the productivity of the forage species presents similar values to the non forage ones. The other three years, a less detailed method were carried out. The values were ranging from 25,81 to 57,01 g DM/m².yr, while the precipitation were varied from 112,3 to 382,1 mm. The Rain Use Efficiency in the ecosystem was evaluated. A reduction of the RUE was determined. A reduction of RUE was determined on wettest years in relation to driest years. The productivities of forage species were 3 to 11 times more than non forage species in the wettest years. While the relation fallen to 1:1 on the driest years. This suggests that the primary production for these ecosystems is not linearly related to precipitation. There is a risk to use fix stocking rate with predicted ANPP through mean precipitation, because of high variation on the relation between forage and non forage species productivities, either in drought or wet years

Key Words: Argentina, Patagonia, Arid, Grasses, Primary Production.

INTRODUCCIÓN

La Patagonia constituye una extensa región del sur de Argentina, desde aproximadamente los 38° hasta los 55° S, con una superficie de 780.000 km², que corresponde al 28% de la superficie del país. Se extiende entre la cordillera de los Andes y el Océano Atlántico, comprendiendo una topografía variada con mesetas, planicies, montañas y valles.

La presencia de la cordillera de los Andes actúa como una barrera

frente a los vientos fríos y húmedos del sector oeste provenientes del Pacífico, lo que determina la existencia de 2 regiones contrastantes dentro del territorio patagónico: uno al oeste, estrecho y húmedo con precipitaciones que pueden llegar a superar los 3.000 mm/año y el resto de la región con precipitaciones en general no superiores a 300 mm/año. Los fuertes vientos constituyen una importante característica climática de la región y una fuerza persistente en el modelado del paisaje

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

patagónico, favorecida por la baja altura de la vegetación. La capacidad erosiva de estos vientos dependerá de la cobertura del suelo y la ocurrencia de precipitaciones (Ares *et al.*, 1990).

El amplio rango de climas, desde las zonas áridas, semiáridas, que caracterizan la mayor parte de su territorio, hasta las áreas subhúmedas y húmedas de la región andina, produce en consecuencia diversos tipos de vegetación, desde los bosques caducifolios de *Nothofagus* al oeste, hasta los semidesiertos y desiertos de arbustos o gramíneas que caracterizan la parte central de la patagonia extra-andina.

La Patagonia es considerada en su mayor parte, desde el punto de vista fitogeográfico como Provincia Patagónica, con 6 distritos florísticos: Payunia, Subandino, Occidental, Central, Golfo San Jorge y, Fueguino (Soriano, 1956; Cabrera, 1976)

La mayor parte de los distritos han sido sometidos, desde el final del siglo pasado al pastoreo con ovejas de raza merino australiano, con mayor o menor intensidad, lo que ha provocado un deterioro del recurso pasturil. En la provincia del Chubut a principios de los años ochenta existían alrededor de 6.000.000 de ovinos, mientras que en 1995 apenas se alcanzaban los 3.500.000 de cabezas, esta disminución se traduce en una importante reducción en la producción de lana y carne como así también la pérdida de puestos de trabajo permanente (Escobar, 1997).

El manejo de los pastizales naturales, ha sido realizado sin criterios conservacionistas hasta épocas recientes, si bien ha existido un importante avance en el conocimiento de los mismos a partir de 1990, con el desarrollo del PRECODEPA (Proyecto de Prevención y Control de la Desertificación en Patagonia) encabezado por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) en el cual han participado diversas instituciones, entre las que se cuenta la UNPSJB (Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco").

La producción primaria aérea neta, es uno de los más importantes atributos funcionales de los ecosistemas y constituye el principal flujo de energía entre los diversos niveles tróficos (Singh *et al.*, 1975). Resulta pues, la fuente de la que disponen los demás componentes de las tramas alimentarias, condicionando con ello la biomasa de los consumidores.

Desde el punto de vista de la estimación de la Producción Primaria Neta Aérea, en el distrito fitogeográfico del Golfo San Jorge (Soriano, 1956), no se han registrado trabajos con anterioridad, por lo que la actual contribución, constituye el primer estudio realizado.

Los objetivos del presente trabajo son la estimación de la PPNA, sus variaciones anuales y su relación con las precipitaciones en el área de Pampa de Salamanca del distrito fitogeográfico de Golfo San Jorge.

ÁREA DE ESTUDIO

Se encuentra comprendido en el establecimiento "Los Manantiales" en la denominada "Pampa de Salamanca" a 45° 28' 17,7" latitud sur y 67° 33' 41,7" de longitud oeste, 50 km al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut (Argentina).

Desde el punto de vista Geomorfológico, esta ubicada en las "antiguas planicies fluvio-glaciales terrazadas" (mesetas), originadas posiblemente durante el retroceso de la glaciación pliocena que afectó toda la cordillera patagónica. Comprende depósitos de gravas arenosas de tamaño y espesor variable. En la superficie de estas gravas arenosas se ha depositado material arcilloso, proveniente principalmente de la erosión eólica de las unidades terciarias que rodean las mesetas. Esto último tiene un efecto sobre la infiltración de las precipitaciones, restringiendo las mismas y permitiendo una mayor retención momentánea de la humedad en superficie (Cesari, 1991).

Climaticamente, según el Índice de Aridez (UNESCO, 1979) se sitúa en el árido superior, con una relación P/ETP comprendida entre 0,2 y 0,3 (Beeskow, et al., 1987).

Los datos de precipitación promedio histórica para Comodoro Rivadavia es de 237 mm, mientras que durante el período estudiado son algo superiores 260,5 mm con

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la estimación de la producción anual del pastizal se

grandes variaciones intra-anales. Las mismas están principalmente concentradas en el período otoño-invernal. La temperatura media anual histórica es de 13,5° C en la ciudad de Comodoro Rivadavia, el promedio para el presente período es ligeramente inferior (Tabla 2), este valor presentará diferencias con las mesetas próximas, pero no existen en ninguna de ellas registros continuos de la variable.

Fitogeográficamente, ha sido incluida en el Distrito del Golfo San Jorge que comprende la vegetación que caracteriza este accidente geográfico, como también las mesetas que lo enmarcan (Soriano, 1956).

Los dos unidades de vegetación más características son las estepas herbáceas de *Festuca pallescens* (St Yves) Parodi, *Festuca argentina* (Speg.) Parodi y *Poa ligularis* Ness en las mesetas y los matorrales y estepas arbustivas de *Colliguaja integerrima* Gillies et Hooker ex Hooker y *Retanilla patagonica* (Speg.) Tortosa en los valles que descienden desde las mesetas al mar (Bertiller et al., 1981).

La vegetación específica del área en estudio comprende una estepa herbácea de *F. argentina* (Speg.) Parodi, *Stipa speciosa* Trinius et Ruprecht y *P. Ligularis* Ness, con arbustos de *Senecio filaginoides* De Candolle, *Verbena spp* y *Adesmia volckmanni* Philippi con una cobertura aproximada del 60%.

utilizaron técnicas de cosecha del material aéreo, como mínimo dos veces en cada uno de los períodos analizados, en el primero de ellos se realizaron cuatro muestreos, para

observar la variación intraanual de la biomasa.

Las muestras se obtuvieron mediante la utilización de 15 microparcelas de 100 x 20 cm ubicadas al azar dentro de un área previamente clausurada al pastoreo de grandes y medianos herbívoros.

El material recogido, se separó por especie, en sus componentes "verdes", "secos" y "muertos" y secado a estufa a 70° C durante 48 horas y pesado.

La estimación de la Productividad Primaria Neta Aérea, se ha realizado para cada especie en cada uno de los períodos mediante el método que suma a los cambios positivos de biomasa verde, los cambios positivos de la biomasa seca (Método 7a en Singh *et al* 1975).

No se poseían registros de datos meteorológicos en el área estudiada, por lo que los datos que se consignan han sido obtenidos a partir del Servicio Meteorológico Nacional, Estación Comodoro Rivadavia dependiente de la Fuerza Aérea Argentina (Tabla 2).

Para cada uno de los períodos fue calculada la Eficiencia Hídrica mediante la realización del cociente correspondiente a la producción anual (KhMs/ha) y las precipitaciones acumuladas durante el mismo (mm) (Le Houérou, 1984).

La eficiencia en el uso del agua por las plantas se calculó, tanto para

la totalidad de las especies como para especies forrajeras y no forrajeras.

RESULTADOS

Producción anual

La producción primaria del período 1990/91, fue estimada en 48,63 g MS/m².año.

Desde mayo a septiembre, con 35,1 mm de precipitaciones, la biomasa verde se incrementó un 75,72% a pesar de las bajas temperaturas invernales. La biomasa total presenta un incremento del 100,60% (Tabla I y Figura 1).

Esta tendencia se mantiene en la biomasa verde hasta el fin de la primavera y el verano temprano, con un incremento del 24,85%, mientras se observa un leve decrecimiento de la biomasa total. Finalmente en verano y principio de otoño el valor de biomasa verde y total decae en un 62% y 69% respectivamente.

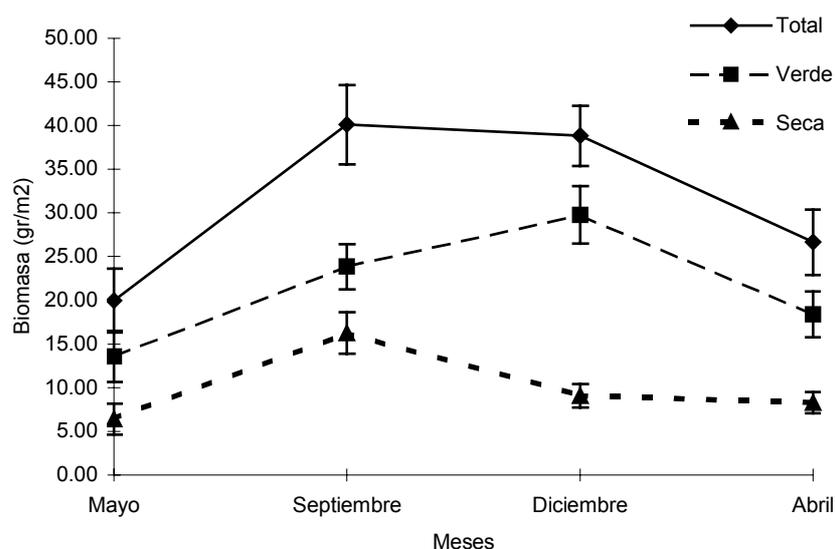
La biomasa seca muestra también un incremento notable para el primer período (153%). A diferencia de la biomasa verde, presenta una fuerte caída para el fin de la primavera del 55,71%. Esta tendencia continúa hasta el fin del verano y el otoño temprano, con una caída del 8,51%.

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

Tabla I: Dinámica de la biomasa (g MS/m²) y precipitaciones acumuladas (mm) para el período 1990/91, para Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut), Argentina.

Fecha	21/5/90	12/9/90	26/12/90	25/4/91
Biomasa Total	19,99	40,11	38,83	26,66
Biomasa Verde	13,57	23,85	29,77	18,37
Biomasa Seca	6,42	16,26	9,06	8,29
Precipitaciones Acumuladas	0	35,1	15,8	54,8

Figura 1: Dinámica de la biomasa aérea en Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut) Argentina, durante el período 1990/91. Valores médios \pm 1 Error estándar, para 15 muestras de 0,2 m² en cada fecha.



Variación interanual

Para los cuatro años considerados la PPNA media fue de 44,81 g MS/m².año (ES= \pm 6,67 g MS/m².año) y presentó variaciones de entre 25,81 a 57,01 g MS/m².año (Tabla II y Figura 2).

En los años húmedos se observa una baja eficiencia hídrica, en tanto que, años secos presentan

una mayor eficiencia en el uso del agua de lluvia. En estas condiciones, por cada milímetro de lluvia caída, las especies forrajeras produjeron 3 a 11 veces más que las no forrajeras, mientras que en años secos la relación de cada componente es de 1:1 (Tabla II y Figuras 2 y 3). La mayor contribución entre las especies forrajeras (Tabla III), pertenece a *P.*

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

Tabla II: Productividad (g MS/m².año), precipitaciones acumuladas (mm), temperaturas medias (°C) y eficiencia en el uso del agua de lluvias (kg MS/ha.mm) para el período 1990/94, para Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut), Argentina.

* Cada período es considerado de mayo a abril.

Período	90/91*	91/92*	92/93*	93/94*	Media	Error Standard
PPNA Anual Total	48,63	47,80	57,01	25,81	44,81	6,67
PPNA Anual Forrajeras	23,97	34,49	52,57	11,44	30,61	8,70
PPNA Anual No Forrajeras	24,66	13,32	4,44	14,37	14,20	4,14
Precipitación Acumulada	105,7	373,2	382,1	112,3	243,375	77,56
Temperatura media	14,61	12,88	12,50	13,33	13,33	0,46
Eficiencia Hídrica Forrajeras	4,6	1,28	1,49	2,29	2,42	0,76
Eficiencia Hídrica no Forrajeras	2,27	0,92	1,38	1,02	1,40	0,31
Eficiencia Hídrica no Forrajeras	2,33	0,36	0,12	1,28	1,02	0,50

ligularis Ness, *F. pallescens* (St Yves) Parodi y *S. Speciosa* Trinius et Ruprecht, entre las gramíneas y entre las subarbutivas *Verbena sp.*

Las especies señaladas, no poseen todas la misma importancia, desde el punto de vista de la herbivoría, debido a que son usadas en forma diferencial por el ganado. Este es el caso de *Verbena sp.* que presenta la mayor productividad, pero de que posee una menor preferencia entre los herbívoros.

Entre las especies no forrajeras, se indican las tres de mayor importancia en cuanto a productividad, destacandose *F. argentina* (Speg.) Parodi, quien

presenta para casi todos los períodos el mayor valor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La relación de las variables climáticas, con las características estructurales y funcionales de la vegetación, son aspectos que merecen la mayor atención, lo que será posible en la medida que se dispongan de mayor calidad y cantidad de registros en las diversas áreas actualmente en producción, si bien el conocimiento de la evolución temporal de la productividad es en sí mismo de sumo interés.

Las precipitaciones en Patagonia, presentan una mayor

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

concentración durante el otoño- invierno, época en la cual la

Tabla III: Productividad por especie (g MS/m².año) para el período 1990/94, para Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut), Argentina.

* Cada período es considerado de mayo a abril.

Período	90/91	91/92	92/93	93/94	Media	Error Standard
PPNA por Especie						
Stipa speciosa speciosa	4,53	0,85	1,64	0,38	1,84	0,94
Poa dusseii	0,24	0,08	0,08	2,17	0,64	0,51
Poa ligularis	3,15	8,66	17,63	0,00	7,36	3,86
Festuca pallescens	1,24	0,44	7,58	0,89	2,54	1,69
Verbena sp	11,69	16,95	21,17	5,97	13,94	3,29
Herbáceas	0,69	5,45	1,44	0,02	1,9	1,22
Otras Forrajeras	2,43	2,06	3,02	2,02	2,38	0,23
Total Forrajeras	23,97	34,49	52,57	11,44	30,61	8,70
Stipa humilis	1,29	0,32	2,36	1,12	1,27	0,42
Stipa speciosa mayor	1,25	2,87	0,00	0,24	1,09	0,65
Festuca argentina	17,61	0,00	1,21	7,40	6,55	4,03
Otras No Forrajeras	4,52	10,13	0,88	5,60	5,28	1,91
Total No Forrajeras	24,66	13,32	4,44	14,37	14,20	8,70

mayoría de las especies se encuentran en reposo, lo que impide su utilización por las plantas.

Es de suponer que la ocurrencia de lluvias de diferentes magnitudes fuera de esta época asumirá gran importancia, sobre todo las que ocurran en el final de la primavera y en el verano.

No se poseen registros de temperaturas en el área del presente estudio, pero para cada uno de los períodos analizados, en la ciudad de Comodoro Rivadavia, los años secos coinciden con los de mayor temperatura media anual y los más húmedos con los de menor temperatura (Tabla II).

La eficiencia en el uso del agua de lluvias es variable (Tabla II) y menor en casi todos los casos al rango de 3 a 6 kg MS/ha.mm, usualmente observado para

ecosistemas áridos y semiáridos con buen manejo. Contrariamente a la tendencia señalada por Le Houérou (1984) la eficiencia en estos casos aumentó en los años secos.

El valor de la producción primaria aérea neta total media es de 44,81 g MS/m².año (SE= ± 6,67 g MS/m².año) para el período 1990/94, permite incluir al área dentro de los límites de 30 a 200 g MS/m².año establecidos por Noy-Meir (1973) para las zonas áridas. La producción primaria aérea neta media de las especies forrajeras de 30,61 g MS/m².año (SE= ± 8,70 g MS/m².año) permite realizar una estimación de la carga ovina, atendiendo a que el uso predominante es la ganadería ovina extensiva con una sola raza (merino australiano). La unidad

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

empleada para la estimación de la receptividad de un campo en Patagonia es el U.G.O. (Unidad Ganadera Ovina), que equivale al consumo de un macho castrado ovino de 40 kg de peso que consume 290 kg MS/ha.año (Elissalde, et al., 1992).

El cálculo de receptividad para el presente caso permite admitir una relación aproximada de 0,5 UGO por hectárea para este tipo de ambiente, asumiendo a que no se debería consumir una cantidad mayor al 50% de la producción anual del pastizal (Elissalde, op. cit.), si bien existen fluctuaciones de la misma como se ha observado.

Resulta de gran importancia la mayor contribución de las especies forrajeras en los años húmedos en condiciones de clausura, aten-

diendo a la posible recuperación de estos ecosistemas en dichos períodos, como también, es de destacar, el mayor riesgo de su utilización en años de bajas precipitaciones, debido a que el aporte que de las mismas se equipara con el de las especies no palatables.

La baja eficiencia en el uso del agua de lluvia observada en años húmedos en relación a los años secos, juntamente con la relación descrita de aporte de las especies forrajeras en relación a las que no lo son, son factores que no deben soslayarse atendiendo a la conservación deseable del recurso pasturil y permitiendo un uso sostenido del mismo.

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

Figura 2: Relación entre precipitación acumulada (mm) y producción primaria neta aérea (g MS/m². Año), forrajera y no forrajera en Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut) Argentina.

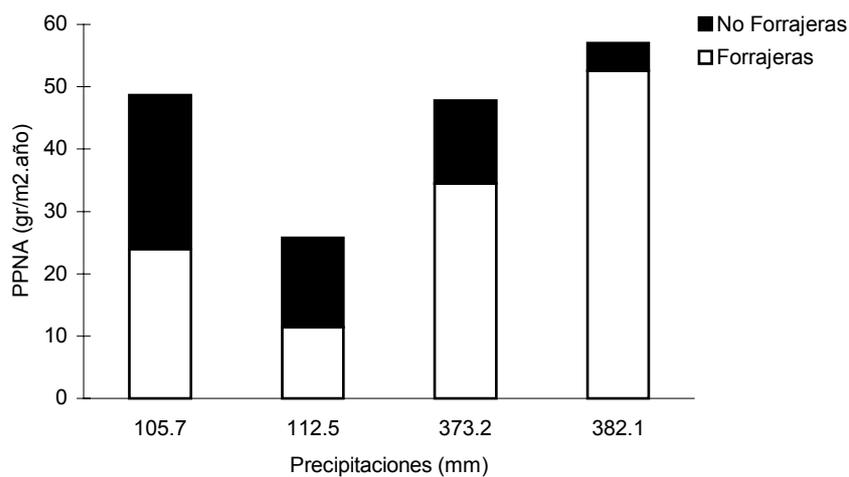
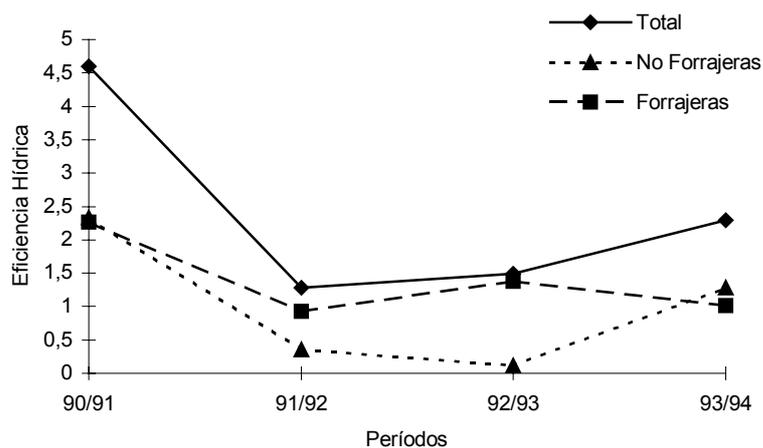


Figura 3: Eficiencia en el uso del agua de lluvia total y considerando las especies forrajeras y no forrajeras en Pampa de Salamanca (Provincia del Chubut), Argentina.



M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa de Salamanca.

BIBLIOGRAFÍA

- Ares, J., Beeskow, A.M., Bertiller, M.B., Rostagno, C.M., Irrisarri, M. del P., Anchorena, J., Defossé, G. & C. Merino. 1990. Structural and dynamic characteristics of overgrazed lands of northern Patagonia, Argentina. In *Ecosystems of the world 17 A Chapter 7. Managed grasslands regional studies*. Netherlands: Elsevier.
- Beeskow, A.M., Del Valle, H.F. & C.M. Rostagno. 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la Provincia del Chubut. Puerto Madryn, Argentina: SECYT.
- Bertiller, M.B., Beeskow, A.M. & Irrisarri, M. del P. 1981. Caracteres fisiológicos y florísticos de la vegetación del Chubut. I. Sierra San Bernardo. Contribución n 40. CONICET. Puerto Madryn, Argentina: Centro Nacional Patagónico.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2º Ed. Tomo II, Fasc. 1 Buenos Aires: ACME. 85 pp.
- Cesari, O. Carta geomorfológica del Departamento Escalante, Chubut. Comodoro Rivadavia, Argentina: UNPSJB. Inédito. 6pp.
- Elissalde, N.J., Escobar, J.M. & Nakamatsu, V.B. 1992. Evaluación forrajera en pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. Trelew, Argentina: EEA-INTA.
- Escobar, J.M. 1997. Desertificación en Chubut. Trelew, Argentina: EEA-INTA.
- Le Houérou, H.N. 1984. Rain use efficiency: a unifying concept in arid-land ecology. *J. Arid Environ.* 7:213-247.
- Noy Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4:25-51.
- Singh, J.S., W.K. Lauenroth, and R.K. Steinhorst. 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production from harvest data. *Bol. Rev.* 41:181-232.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Rev. Ing. Agr.* 10:323-347.
- UNESCO. 1979. Mapa de la distribución mundial de las Zonas Áridas. MAB. Notas Técnicas No 7. Paris. 54 pp.

Naturalia patagónica, 1: 33-45 (2002)

**PRODUCCIÓN PRIMARIA AÉREA NETA EN UNA ESTEPA
ÁRIDA DE PATAGONIA, ARGENTINA.**

**Aerial Net Primary Production in an aridic steppe of
Patagonia, Argentina.**

Miguel A. Bertolami (*), Viviana B. Nakamatsu (**), Pablo R. Bustos (*),
Susana B. Villegas (*) y Mirta E. Benítez (*).

(*) Universidad Nacional de la Patagonia, Sede Comodoro Rivadavia,
Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. Ciudad
Universitaria (Km 4), (9000) Comodoro Rivadavia, Argentina.

(**) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Trelew, C.C. 88
(9100) Trelew, Argentina.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la estimación de la Producción Primaria Neta Aérea (PPNA) en una estepa árida del sureste de la Provincia del Chubut (Patagonia, Argentina) bajo condiciones de exclusión del pastoreo utilizando técnicas de cosecha de material para evaluar la producción de subarbustos (caméfitas), gramíneas (hemcriptófitas) y herbáceas (terófitas). Se realizó una estimación total para dos períodos: 1993/1994 y 1994/1995, obteniéndose valores totales de producción neta de 30,00 a 18,78 g de materia seca (MS) $m^{-2} a^{-1}$ con una precipitación anual que osciló entre 159,20 a 206,80 mm. Se determinó la eficiencia en el uso del agua de lluvia en 1,88 y 0,91 kg (MS) $ha^{-1} mm^{-1}$, observándose que esta es menor en el año de mayores precipitaciones, en relación al año más seco. Los resultados obtenidos, indican que la producción primaria total no está relacionada linealmente con la precipitación acumulada anual y el alto riesgo que se asume al determinar la carga ovina con valores de la PPNA calculados a partir de esa única variable.

Palabras clave: Patagonia, Árido, Pastizales, Producción Primaria.

ABSTRACT

The Aboveground Net Primary Production (ANPP) in SE of Chubut Province (Patagonia, Argentina) was estimated using harvest technique to asses the dwarf shrubs (chamaephytes), gramineous (hemicytopytes) and herbaceous (therophytes) contribution on exclosure area.

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa Vaca

The ANPP value estimated for two periods (1993/1994 and 1994/1995) was ranging from 30,00 to 18,78 g DM m⁻² yr⁻¹, while the precipitation varied from 159,20 to 206,80 mm. The Rain Use Efficiency (RUE) was evaluated in 1,88 to 0,91 Kg (DM) ha⁻¹ mm⁻¹. A reduction of the RUE was determined on wettest years in relation to driest ones. This suggests that the primary production for these ecosystems is not linearly related to the amount of the annual precipitation and the high risk assumed to use fixed stocking rate with predicted ANPP through precipitation.

Key Words: Patagonia, Arid, Grasslands, Primary Production.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los ecosistemas áridos en la Patagonia por la ganadería ovina extensiva, con la introducción de la raza merino australiano, se inició a fines del siglo pasado, sin que se hayan utilizado en forma generalizada hasta el presente, criterios conservacionistas de manejo. La sobrestimación de la capacidad productiva de estos ambientes, ha originado el sobrepastoreo y consecuentemente el deterioro de los pastizales naturales, provocando los procesos de desertificación que hoy afectan la región, hasta situaciones en que la posibilidad de recuperación es muy lenta o nula.

La productividad primaria aérea neta, es la biomasa que ha sido incorporada en las partes aéreas de una comunidad vegetal durante un intervalo de tiempo especificado, en la cual se considera la ganancia producida por fotosíntesis menos las pérdidas por respiración (Milner & Hughes, 1968).

La Patagonia, por su gran extensión presenta 6 distritos desde el punto de vista fitogeográfico (Soriano, 1956; Cabrera, 1976), estando representados 4 de ellos en

la provincia del Chubut: Distrito Subandino, Distrito Occidental, Distrito Central y el Distrito del Golfo San Jorge. La evaluación de la productividad primaria no ha sido realizada en la totalidad de las comunidades, existiendo relativamente pocos antecedentes en la región. Ares (1978), Soriano (1983) y Fernández *et al.*, (1991) han estimado la productividad primaria en el Distrito Occidental. Defossé *et al.* (1990) han estudiado la dinámica de la biomasa en el Distrito Subandino.

Los antecedentes referidos al Distrito Central, pueden encontrarse en los trabajos realizados en el centro-sur de la provincia del Chubut por Bertiller (1982; 1984; 1993) y Ares *et al.* (1990). En estos casos se analizó la variación temporal de biomasa y productividad y la relación de estas con las variables ambientales, enfatizando sobre las especies dominantes de la comunidad. Finalmente en el área de estudio únicamente se cuenta con una evaluación preliminar de la capacidad productiva (Bustos *et al.*, 1994).

Este trabajo proporciona nueva información sobre la capacidad productiva del Distrito Central,

considerando los diferentes tipos biológicos, que componen este tipo de ecosistema: caméfitas, hemicriptófitas y terófitas (Raunkjaer, 1934), denominadas a partir de aquí: “subarbustos”, “gramíneas” y “herbáceas” respectivamente.

Los autores agradecen al Sr. Juan Gorosito propietario del Establecimiento: “Cañadón de las Rosas”, por permitir la realización del presente trabajo y al Sr. Benito Carrasco, encargado del mismo, por su valiosa colaboración. Se agradece también la colaboración de la Profesora María Elena Arce de la Cátedra de Botánica de las Metafitas, Departamento de Biología General, Facultad de Ciencias Naturales de la UNPSJB en la identificación de especies en laboratorio y a la Sra. Isabel Castro por su participación en los trabajos de campo y revisión parcial del texto.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, está situada a 45° 27' 28,6" de latitud sur y 68° 15' 44,9" de longitud oeste, dentro del establecimiento ganadero denominado: “Cañadón de las rosas”, de 7.950 hectáreas de superficie ubicado en Pampa Vaca a 100 km al Noroeste de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut. El mismo se encuentra dividido en dos cuadros principales y dos potreros de menores dimensiones.

Desde el punto de vista climático el área, ha sido incluida dentro de la zona árida inferior de la

provincia del Chubut (Barros, 1977; Scian y Mattio, 1975; según Beeskow *et al.*, 1987), utilizando para ello el índice de aridez de UNESCO (1979), sin que en la actualidad existan registros meteorológicos oficiales en esta área. Geomorfologicamente se sitúa en las “Antiguas Planicies Fluvioglaciales Terrazadas” a una altitud de 449 m.s.n.m., las cuales han sido generadas posiblemente durante el retroceso de la glaciación pliocena que afectó toda la cordillera patagónica. Estas planicies, presentan en superficie una cubierta de gravas arenosas a la que se ha adicionado material arcilloso, con espesores de 20 a 30 cm, proveniente principalmente de la erosión eólica de las unidades terciarias que las rodean. Esto restringe la infiltración de las precipitaciones, lo que determina una mayor retención (momentánea) de la humedad en superficie (Cesari, *com. pers.*). La importancia de este aspecto ha sido indicada por Noy-Meir (1973), atendiendo a que en zonas áridas, los suelos de tipo arcillosos son los menos productivos ya que no permiten a las especies vegetales el aprovechamiento de las precipitaciones.

Fitogeográficamente, pertenece a la Provincia Patagónica, Distrito Central, Subdistrito Chubutense (Soriano, 1956), el cual es uno de los que posee menor capacidad productiva por ser la región más árida de la Patagonia, caracterizado por estepas arbustivas de *Chuquiraga avellanadae* Lorentz, 1881 y *Nassauvia glomerulosa* (Lag) Don, 1832 (Cabrera, 1976).

La vegetación en el área de estudio está representada por una estepa subarbuscivo-herbácea dominada por *N. glomerulosa* y *N. ulicina* (Hook f.) Macloskie, 1906, entre las especies subarbuscivas y *Poa duseonii* Hackel, 1908, entre las gramíneas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se determinó en primer lugar la cobertura vegetal de la comunidad utilizando el método del "Point Quadrat Modificado" (Dagget y Poissonet, 1971; Passera *et al.*, 1986) tomando en consideración las modificaciones propuestas por Elissalde *et al.*, (1993). Se realizaron en el área clausurada 12 transectas, con 100 puntos de observación en cada una de ellas, separados por una distancia de 2 pasos (1,60 m), en los que fue determinada la cobertura total de la comunidad, como así también, de las gramíneas forrajeras, los subarbuscos forrajeros, las especies no forrajeras y del pavimento de desierto.

El muestreo de biomasa se realizó en forma aleatoria, empleando 15 microparcels de 0,2 x 5 m, en las que se cortó y colectó la totalidad del material vegetal superficial, el que fue llevado a estufa a 70° C, durante 48 horas, para luego separar en cada una de las especies el material vivo ("verde"). La determinación del número de muestras para los niveles de precisión de 10 y 20%, para valores de t para $p \leq 0,2$ (Milner *et al.*, 1970; Bertiller, 1982), fue realizado con anterioridad

(Bustos *et al.*, *op. cit.*), quedando establecido que eran suficientes 15 muestras, para alcanzar tales niveles.

Este tipo de microparcels si bien posee un mayor efecto de borde, reduce la varianza muestral por incorporar una gran fracción de la heterogeneidad de la comunidad (Greig-Smith, 1983; según Fernández *et al.*, *op. cit.*).

Con posterioridad, se realizó una clausura de media hectárea en el área de estudios, para excluir a los grandes herbívoros, en la que se realizaron los 4 muestreos entre los años 1993 a 1995. La colecta de material ("cosecha") fue realizada dos veces en cada uno de los períodos comprendidos: fin de invierno/comienzo de primavera y fin del verano/comienzo de otoño respectivamente.

Para el cálculo de la productividad primaria neta aérea ($g MS ha^{-1} a^{-1}$) se eligió el método que considera la sumatoria de los mayores valores de biomasa verde obtenidos para cada una de las especies en cada uno de los períodos, como el valor de la productividad correspondiente (método 3 en Singh *et al.*, 1975). El empleo de este método asume que las especies pueden no alcanzar su mayor valor de biomasa verde simultáneamente en virtud de sus respectivos ciclos biológicos. Posteriormente, empleando los registros de lluvia caída, se calculó el valor de Eficiencia en el uso del agua de lluvia PPNA ($kg MS ha^{-1} a^{-1}$) Precipitaciones anuales (mm)⁻¹ para cada período.

Con los resultados de la PPNA se realizó un análisis de la varianza

(Sokal y Rohlf, 1979) para la comparación de los valores medios de productividad obtenidos en cada período. Este procedimiento anteriormente indicado fue efectuado tanto para la suma de la producción de todas las especies, de las especies forrajeras, de cada uno de los tipos biológicos considerados: subarbustos, gramíneas perennes y herbáceas anuales, como así también para cada especie individualmente.

Se indican los valores del Índice de Calidad Específica (IE) tal como aparece en Elissalde *et al.* (op. cit.), que establece un rango de palatabilidad de 1 a 5 para las especies de los diferentes tipos biológicos del ambiente árido chubutense.

Finalmente se estableció el valor de la capacidad de carga para este tipo de comunidad, empleando el criterio de Elissalde *et al.* (op. cit.), el cual debido a la necesidad de contar con una estimación más ajustada de la presión de pastoreo en los campos de la provincia del Chubut, ha definido la "Unidad Ganadera Ovina" (UGO). Esta unidad, corresponde a un macho castrado (capón) de raza merino australiano, con 40 kg de peso que consume en un año 290 kg de materia seca de forraje del campo natural. Estos autores, han establecido además las equivalencias para los otros herbívoros domésticos.

RESULTADOS

La cobertura vegetal total obtenida en el área clausurada es

de $35,33\% \pm 10,44\%$, Corresponde un $15\% \pm 3,36\%$ a las gramíneas forrajeras, principalmente *P. dusenii*, $7\% \pm 2,88\%$ a los subarbustos forrajeros, fundamentalmente *N. glomerulosa* y finalmente las especies no forrajeras presentan una cobertura del $13,33\% \pm 2,51\%$, siendo la dominante *N. ulicina*. El $71\% \pm 6,93\%$ de la superficie sin vegetación se presenta como pavimento de desierto.

Se registró mayores valores de precipitación acumulada anual (> 40 mm) en el segundo período, concentrándose principalmente en otoño para ambos casos. Excepto en primavera del segundo período, las temperaturas medias fueron similares (Tabla I).

La productividad total para el primero de los períodos considerados (1993/1994) de $30 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, correspondiendo a las especies forrajeras $16,64 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Considerada por estrato, la productividad fue la siguiente: subarbustos $21,88 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, gramíneas $7,19 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ y herbáceas $0,93 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$.

Para el segundo período (1994/1995) la productividad total fue de $18,78 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, correspondiendo a las especies forrajeras $9,67 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Considerada por estrato, la productividad resultó la siguiente: subarbustos $14,51 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, gramíneas $3,94 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ y las herbáceas $0,33 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ (Tabla II).

La productividad total para el período 94/95 se redujo en un 37,40%, la reducción resultó para las especies forrajeras del 41,89%. Considerados cada uno de los tres estratos, la reducción observada fue en las especies herbáceas del

64,52%, en las gramíneas del 45,20% y en las subarbutivas 33,68%. La eficiencia en el uso de la lluvia osciló entre 1,88 y 0,91 kg (MS) ha⁻¹ mm⁻¹ (Tabla II).

En la tabla III, se observan los valores de PPNA de cada una de las especies, indicándose el nivel de significación en todos los casos, quedando excluidas aquellas presentes en muy escasa cantidad de muestras o que se hayan registrado sólo en uno de los períodos.

Los resultados obtenidos para las especies caracterizadas como las dominantes en la comunidad, indican diferencias significativas en *N. glomerulosa* y *P. dusenii*, sin que se hallan detectado diferencias significativas en la especie *N. ulicina*, especie no preferida por el ganado, lo que tuvo incidencia en la productividad forrajera.

Como puede observarse, los subarbutos forrajeros, *T. caespitosum* Philippi, 1863 y *Verbena sp* no presentaron diferencias significativas.

Entre los subarbutos considerados no forrajeros, solamente *Chuquiraga aurea* Skottsberg, 1916, presentó diferencias significativas, mientras en *Perezia lanigera* (Don) Hooker et Arnold, 1835 y *Perezia recurvata* (Vahl) Lessing, 1830 no fueron detectadas.

No fueron comparadas por su escasa representación en el muestreo los valores medios de producción correspondientes a: *Azorella monanthos* Clos, 1847, *Chuquiraga avellanadae* Lorentz, 1881, *Mulinum hallei* Skottsberg,

1916 y *Brachyclados caespitosus* (Phil.) Spegazzini, 1902.

La mayoría de las gramíneas forrajeras no presentaron diferencias significativas: *Poa ligularis* Ness ap. Steudel, 1854, *Stipa chubutensis* Spegazzini, 1901 NS, *Poa lanuginosa* Poiret ap. Lamarck, 1804, *Stipa speciosa* Trinius et Ruprecht, 1842, *Hordeum comosum* Presl, 1830, *Bromus setifolius* Presl, 1830. Solamente se detectaron diferencias significativas en *Stipa ibari* NS Philippi, 1896 además de *P. dusenii* ya mencionada entre las dominantes de la comunidad.

Entre las no forrajeras, *Stipa humilis* Cavanilles, 1799 no mostró diferencias significativas.

No fue comparada por su escasa presencia en el muestreo la especie: *Festuca pyrogea* Spegazzini, 1896.

Finalmente entre las herbáceas forrajeras, *Arjona patagonica* Hombron et Jacquinot, 1845, presentó diferencias significativas, mientras no se detectaron diferencias en *Cerastium arvense* Linné, 1753. No fueron detectadas diferencias significativas entre las herbáceas consideradas no forrajeras como *Huanaca acaulis* Cavanilles, 1801 y *Astragalus sp.*

En este caso no fueron comparadas las medias de: *Bowlesia ruiz-lealii* Mathias et Constance, 1965, y *Carex sp.* Por último, habiendo obtenido la PPNA de las especies forrajeras, que oscila entre 166,4 a 96,7 kg MS ha⁻¹ a⁻¹ (Tabla II) y considerando que es recomendable que el 50% de lo producido por la comunidad no sea

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa Vaca

Tabla I: Precipitaciones (mm) y temperaturas medias (°C) en Comodoro Rivadavia. (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Estación Comodoro Rivadavia)

Período	1993/1994		1994/1995	
	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura
A anual	159,20	13,35	206,80	12,98
Otoño	76,10	9,17	135,10	9,70
Invierno	8,80	9,63	32,10	8,50
Primavera	43,20	16,53	32,10	15,33
Verano	32,00	18,07	26,90	18,37

Tabla II: Comparación de medias de la productividad neta aérea (PPNA) total, forrajera y por estratos ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$) correspondientes a los períodos: 1 (1993/1994) y 2 (1994/1995) para Pampa Vaca (Chubut) y eficiencia en el uso de la lluvia ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$). Los valores de p indicados, corresponden a un anova de una vía (Sokal y Rohlf, 1979).

PPNA	1	2	p
Total	30,00	18,78	0,0060
Forrajera	16,64	9,67	0,0005
Subarbustivas	21,88	14,51	0,0130
Gramíneas	7,19	3,94	0,0273
Herbáceas	0,93	0,33	0,0483
Eficiencia en el uso de la lluvia	1,88	0,91	

Tabla III: Comparación de medias de productividad neta aérea (PPNA) por especie ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$) correspondientes a los períodos: 1 (1993/1994) y 2 (1994/1995) para Pampa Vaca (Chubut). Los valores de p corresponden a un anova de una vía (Sokal y Rohlf, 1979). Se indican los valores de “Índices de Calidad Específico” (IE) de acuerdo a Elissalde *et al* (1993).

PPNA	IE	1	2	p
Subarbusivas y arbustivas:				
<i>Nassauvia glomerulosa</i>	2	8,16	5,11	0,0253
<i>Nassauvia ulicina</i>	0	7,11	6,74	0,2360
<i>Chuquiraga aurea</i>	2	1,36	0,49	0,0157
<i>Tetraglochin caespitosum</i>	2	0,21	0,23	0,7382
<i>Perezia lanigera</i>	0	2,29	0,86	0,4007
<i>Perezia recurvata</i>	0	1,10	0,44	0,2263
<i>Verbena sp</i>	2	0,23	0,54	0,4719
<i>Azorella monanthos</i>	0	0,12	0,10	-
<i>Chuquiraga avellanadae</i>	2	0,02	0,00	-
<i>Mulinum hallei</i>	0	0,03	0,00	-
<i>Brachiados caespitosus</i>	0	1,25	0,00	-
Gramíneas:				
<i>Poa dusenii</i>	5	5,09	2,45	0,0431
<i>Poa ligularis</i>	5	1,10	0,81	0,8226
<i>Stipa chubutensis</i>	2	0,06	0,01	0,2759
<i>Poa lanuginosa</i>	3	0,01	0,10	0,3798
<i>Stipa speciosa</i>	2	0,28	0,24	0,7971
<i>Stipa ibarii</i>	3	0,24	0,00	0,0146
<i>Stipa humilis</i>	0	0,07	0,18	0,3059
<i>Hordeum comosum</i>	5	0,15	0,10	0,7416
<i>Bromus setifolius</i>	5	0,05	0,05	0,9852
<i>Festuca pyrogea</i>	4	0,14	0,00	-
Herbáceas:				
<i>Arjona patagonica</i>	2	0,28	0,03	0,0339
<i>Huanaca acaulis</i>	-	0,23	0,23	0,1948
<i>Cerastium arvense</i>	3	0,31	0,01	0,1792
<i>Astragalus sp</i>	0	0,03	0,01	0,4334
<i>Bowlesia ruiz-lealii</i>	-	0,04	0,00	-
<i>Adesmia villosa</i>	-	0,04	0,00	-
<i>Carex sp</i>	2	0,00	0,05	-

utilizado por el ganado (Elissalde *et al.*, op. cit.) puede observarse que la disponibilidad de forraje se limita a valores entre 83,2 a 48,35 kg MS ha⁻¹ a⁻¹. La capacidad receptiva de este tipo de ecosistemas queda entonces determinada por la simple relación entre el consumo por UGO y la disponibilidad de forraje establecida en cada caso: 3,49 a 6 ha UGO⁻¹ respectivamente.

DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla II, los mayores valores de precipitación registrados en el segundo período (tabla I) no redundan en una mayor productividad, sino que por el contrario, los valores registrados durante este período son menores.

Algunas de las causas que podrían explicar la falta de respuesta en el segundo período son: mayor precipitación invernal pero con bajas temperaturas, menor precipitación primaveral con menor temperatura media y finalmente un verano con menores precipitaciones y mayores temperaturas. Si bien, durante el otoño de este segundo período ocurrieron mayores precipitaciones y se registró mayor temperatura media (tabla I).

Indica Noy-Meir (op. cit.), que el ingreso del agua en ecosistemas desérticos no solo es discontinuo, sino que también es aleatorio, lo que crea dificultades en la construcción de modelos que intenten predecir, el comportamiento de la capacidad produc-

tiva en función de las variables ambientales.

Van Keulen *et al.* (1981) han elaborado un modelo que permite preveer el comportamiento de ecosistemas áridos frente a las diversas variables ambientales, para el las condiciones del desierto de Nagev, determinaron que el mismo poseía su mayor utilidad en años húmedos o con precipitaciones promedio, mientras que para los años secos debería realizarse una mayor validación debido a lo complejo del sistema.

Fernandez *et al.* (1991), han señalado la falta de correlación lineal entre lluvias y productividad para el distrito occidental (Soriano, op. cit.), indicando estos autores que mayores lluvias no redundan en mayores valores de productividad, pero por el contrario el descenso en los valores de precipitación anual por debajo de los valores medios provoca una disminución en la capacidad productiva del sistema. Estos autores hipotetizan que la principal restricción durante los años húmedos son las raíces y el área requerida para absorber y transpirar el ingreso por encima del promedio que se produce, también indican que la velocidad de respuesta necesaria en estos casos podría ser mayor a un año.

El valor de productividad primaria obtenido en uno de los períodos (tabla II), es inferior al rango establecido entre 30 a 200 g m⁻² a⁻¹, indicado por Noy-Meir (op. cit.) para las zonas áridas, con precipitaciones entre 100 y 600 mm anuales, entanto el restante alcanza solamente el mínimo.

Los valores de eficiencia en el uso de las lluvias (tabla I) son de igual forma muy inferiores a los valores 3 a 6 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹ indicados por Le Houérou (1984) como los más frecuentemente observados en diversos ecosistemas áridos y semiáridos en condiciones aceptables de manejo. Si bien se encuentran algunos valores similares a los aquí obtenidos en otros ecosistemas del mundo, según la recopilación realizada por este autor.

Se han mencionado algunas de las posibles causas de la falta de respuesta a las precipitaciones registradas por parte de las especies. Noy-Meir (op. cit.) indica que el régimen de precipitaciones invernales es una de las principales limitaciones a la productividad de un ecosistema, por encontrarse los vegetales completamente inhibidos por las bajas temperaturas hasta la primavera. Otras de las consideraciones que pueden realizarse es en relación a la intensidad y variabilidad de las precipitaciones, como también su baja capacidad de percolación en suelos con un componente arcilloso tan importante y la influencia sobre el sistema de los vientos casi constantes en Patagonia.

El agua retenida en superficie, es perdida por el sistema, a diferencia de lo que ocurre en el distrito occidental (Fernández, et al., op. cit.), donde suelos que poseen una textura gruesa lo impiden.

Sala & Lauenroth (1982) han destacado el papel de las precipitaciones que realizan aportes menores a los 5 mm en

ecosistemas semiáridos. En la presente situación las especies dominantes presentan su mayor concentración de raíces en los primeros 10 cm del suelo, lo que potencia la utilización de las precipitaciones de este tipo. Estos mismos autores destacan que la capa superficial del suelo es la que presenta mayor importancia cuando es analizada desde el punto de vista de los nutrientes y de allí la trascendencia de estas precipitaciones de poca cuantía. Para el presente ecosistema no se han realizado experiencias a este nivel de detalle, sin embargo la presencia en los suelos de pavimentos de desierto con costras superficiales y la existencia de un horizonte superior de baja permeabilidad ponen en duda este supuesto.

Desde el punto de vista sucesional, Bertiller (1993), ha definido 3 estados en el Distrito Central en una comunidad similar a la aquí analizada, empleando el modelo sucesional de "Estados y Transiciones" (Westoby et al., 1989). Establece para el Estado I, las siguientes rangos de cobertura vegetal: total, 20 - 30%, gramíneas forrajeras, 10 - 15%, subarbustos, 15 - 20% y un rango de productividad para las gramíneas forrajeras de 90 - 110 kg ha⁻¹ a⁻¹. Para el Estado II, considera las coberturas que se detallan: total, 15 - 20%, gramíneas forrajeras, 0 - 5%, subarbustos, 15 - 20% y la producción de los pastos palatables de 0 - 50 kg ha⁻¹ a⁻¹. Los valores aquí obtenidos sitúan a esta área en el Estado I si se toma en cuenta la cobertura: total, de las

gramíneas forrajeras y de los subarbustos; aunque por los valores de producción de gramíneas forrajeras (Tabla II) se sitúa en un estado intermedio entre I y II para el primer año y dentro del estado II para el segundo.

CONCLUSIONES

La carencia de registros meteorológicos precisos, en los diversos tipos de ecosistemas y establecimientos ganaderos, continúa siendo en el presente una limitación para estudios detallados de la relación entre el funcionamiento de los ecosistemas y las diversas variables ambientales.

El comportamiento variable de cada especie en los períodos analizados, como señala Ares *et al.* (op. cit), indica una respuesta adaptativa dictada por un ambiente impredecible. La valoración de la producción primaria a partir de las precipitaciones anuales puede conducir a una sobrestimación de esta en años húmedos, tomando en cuenta que no se ha obtenido una relación lineal entre estas dos variables.

La falta de ajuste entre ambas es grave atendiendo a que normalmente la precipitación, es la única variable tomada en cuenta por los ganaderos de la región para el manejo de los establecimientos.

El estado medio de desertificación de esta área (Escobar, op. cit.), determina que su capacidad productiva se encuentre reducida. El proceso de reversibilidad hacia una recomposición de la

comunidad, como indica Bertiller (1993) resulta bastante improbable por la pérdida de micrositios aptos para el establecimiento de las especies forrajeras, si bien el descanso primavera-estival podría promover el lento restablecimiento de los mismos en los escasos micrositios aptos disponibles. Según esta última autora, podría promoverse el establecimiento de gramíneas forrajeras mediante remoción del pavimento de erosión y/o parte de la cobertura de *N. ulicina* y la resiembra artificial con pastos perennes palatables. Este proceso, sin embargo, además de las dificultades técnicas de su implementación a gran escala, provocaría costos que difícilmente podrían ser solventados en la actualidad, por los productores de este sector del Departamento Escalante.

La realización de trabajos como el presente posibilitan conocer las variaciones en la producción del pastizal, permitiendo la recomendación de una carga animal acorde a los años con menor disponibilidad de forraje y la elaboración de propuestas alternativas de manejo que contemplen los ritmos biológicos de las especies dominantes, como ya se ha mencionado.

BIBLIOGRAFÍA

- Ares, J. O. 1978. Un modelo de la dinámica de la biomasa aérea de tres especies dominantes de un pastizal patagónico. *Deserta* 5: 45-56.
- Ares, J. O., Beeskow, A. M., Bertiller, M. B., Rostagno, C. M., Irisarri, M. P., Anchorena, J., Defossé, G. E. &

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa Vaca

- Merino, C. A. 1990. Structural and dynamic characteristics of overgrazed grasslands of Northern Patagonia, Argentina. En: A. Breymeyer, ed., *Ecosystems of the world 17A. Managed Grasslands. Regional Studies*. Elsevier, Amsterdam: 149-175.
- Barros, V. 1977. Informe climatológico sobre el sudeste de la provincia del Chubut. IDIA 35: 17-33.
- Beeskow, A. M., Del Valle, H. F. & Rostagno, C. M. 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia del Chubut. SECYT. Argentina, 143 pp.
- Bertiller, M. B. 1982. Variación periódica de la biomasa aérea de las especies dominantes de una estepa desértica de *Nassauvia glomerulosa* (Lag.) Don. provincia del Chubut. *Ecología* 7: 31-54.
- Bertiller, M. B. 1984. Specific primary productivity dynamics in arid ecosystems: a case study in Patagonia, Argentina. *Acta Oecologica/Oecologia Generalis* 5 (4): 365-381.
- Bertiller, M. B. 1993. Estepas subarborescente-herbáceas de *N. glomerulosa* y *Poa duseinii* del centro-sur del Chubut. INTA-GTZ. Proyecto de Lucha contra la Desertificación en Patagonia. Secuencias de deterioro en distintos ambientes Patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. Paruelo, J. M., Bertiller, M. B., Schlichter, T. M. & Coronato, F. R. Eds, Trelew: 52-56.
- Bustos, P. R., Villegas, S. B., Castro, I. P., Nakamatsu, V. B. & Bertolami, M. A. 1994. Evaluación preliminar de la productividad primaria aérea neta en el área de Pampa Vaca (Chubut). *Multequina* 3: 51-54.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II*. Editorial Acme S.A.C.I., Buenos Aires, 85 pp.
- Defossé, G. E., Bertiller, M. B. & Ares, J. O. 1990. Above-ground phytomass dynamics in a grassland steppe of Patagonia. *J. Range Manage.* 43: 157-128.
- Dagget, P. & Poissonet, J. 1971. Une méthode d'analyse phytologique de prairies. Criteres de application. *Ann. Agron.*, 22 (1): 5-41.
- Elissalde, N., Escobar, J. M. & Nakamatsu, V. B. 1993. Evaluación Forrajera en pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la patagonia. EEA - INTA Trelew, Proyecto de Prevención y Control de la Desertificación en Patagonia. *Publicación Especial*, 37 pp.
- Escobar, J. M. 1997. Desertificación en Chubut. EEA - INTA Trelew, Proyecto de Prevención y Control de la Desertificación para el Desarrollo Sustentable de la Patagonia (PRODESAR). *Publicación Especial*, 29 pp.
- Fernández, R. J., Sala, O. E. & Golluscio, R. A. 1991. Woody and herbaceous aboveground production of a Patagonian steppe. *J. Range Manage.* 44 (5): 434-437.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. Third edition. Blackwell, Oxford, 256 pp.
- Le Houérou, H. N. 1984. Rain use efficiency: a unifying concept in arid-land ecology. *J. arid environ.* 7: 213-247.
- Milner, C. & Hughes, R. E. 1970. Methods for the measurement of the Primary Production of Grasslands. *IBP Handbook N° 6*. Blackwell Scientific Publications. London, 60 pp.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 4: 25-51.
- Odum, E. 1975. *Ecology*. 2nd ed. De holt, Rinehart and Winston. New York, 244 pp.
- Passera, C. B., Dalmaso, A. D. & Borsetto, O. 1986. Método del "Point Quadrat" modificado. En Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino (ed.) *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. SECYT: 107 pp.
- Raunkjaer, C. 1934. *The life forms of Plants and Statistical Plant Geographny*, Clarendon, Oxford, 632 pp.
- Sala, O.E. & Lauenfoth, W.K., 1982. Small rainfall events: An ecological role

M. A. Bertolami *et al.*: Producción primaria en Pampa Vaca

- in semiarid regions. *Oecologia* 53:301-304
- Scian, B. & Mattio H., 1975. Aplicación del método de Thornwaite para el cálculo del balance hídrico en la provincia del Chubut. Comisión Nacional de estudios Geo-Heliofísicos. Centro Nacional Patagónico. Puerto Madryn, 19 pp.
- Singh, J. S., Lauenroth, W. K. & R. K. Steinhort. 1975. Review and assesment of various techniques for estimating net aerial primary production from harvest data. *Bot. Ver.* 41: 181-232.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1979. *Biometria*. Blume, Madrid, 832 pp.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Rev. Inv. Agric.* 10: 349-372.
- Soriano, A. 1983. Deserts and semideserts of Patagonia, p. 423-460. In: N.E. West (Ed.), *Temperate deserts and semideserts*. Elsevier, Amsterdam.
- Unesco. 1979. Mapa de la distribución mundial de las zonas áridas. MAB. Notas técnicas n° 7. París, 54 pp.
- Van Keulen, H.; Seligman, N.G. & R.W. Benjamim. 1981. Simulation of water use and herbage growth in arid regions-A re-evaluation and further development of the model "arid crop". *Agric. Syst.* 6: 159-193.
- Westoby, M., Walker, B. & Noy-Meir, I. 1989. Oportunistic management for rangelands not an equilibrium. *J. Range Manage.* 42 (2): 266-274.

Naturalia patagónica, 1: 46-50 (2002)

**ROSENGIELLA POLYRHIZA (ROSENGE) SILVA
(PRASIOALES, PRASIOACEAE) EN TIERRA DEL FUEGO
(ARGENTINA).**

***Rosengiella polyrhiza* (Rosenge) Silva (Prasiales,
Prasioaceae) in Tierra del Fuego (Argentina).**

Alicia Boraso de Zaixso.

CONICET-UNPSJB-FCN. Ciudad Universitaria Km 4. (9000) Comodoro
Rivadavia. Chubut. Argentina.

e-mail: aboraso@impsat1.com.ar.

RESUMEN

Rosengiella polyrhiza fue observada por primera vez en las costas argentinas en niveles altos del intermareal en la Bahía de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). Se presentan ilustraciones de los talos vegetativos y de las aplanosporas.

Palabras claves: Prasiolales, *Rosengiella polyrhiza*, Argentina, Tierra del Fuego.

ABSTRACT

Rosengiella polyrhiza was observed for the first time in the Argentine coasts at the upper intertidal in the Bay of Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). Illustrations of vegetative thalli and aplanospores are provided.

Key words: Prasiolales, *Rosengiella polyrhiza*, Argentina, Tierra del Fuego.

A. Boraso de Zaixso: *Rosenvingiella polyrhiza* en Tierra del Fuego

Las especies del orden Prasiolales se encuentran usualmente en los niveles altos del intermareal, en localidades costeras con sustrato rocoso, frecuentemente en aquellas con aportes de agua dulce por arroyuelos o chorrillos o con altos niveles de nitrógeno, como en la proximidad de las colonias de aves marinas.

El principal género de la familia es *Prasiola* Meneghini, el cual comprende talos foliaceos, monostromáticos, usualmente estipitados, formados por células desde cúbicas hasta redondeadas, comúnmente en grupos de a cuatro y en filas transversales y longitudinales; muestran un cromatóforo axial con un pirenoide y reproducción asexual por aplanosporas o acinetas.

Prasiola crispera (Lightfoot) C. Agardh subsp. *antarctica* (Kützinger) Knebel ha sido citada para Tierra del Fuego, Islas Malvinas y Antártida (Svedelius, 1900; Papenfuss, 1964; Cormaci et al., 1992) y Kühnemann (1972) cita *P. skottsbergii* Hylmö en el horizonte inferior del piso supralitoral en las provincias fitogeográficas patagónica y fueguina. En los mismos ambientes que *Prasiola* se desarrollan las especies de *Rosenvingiella* (= *Gayella*), las que se caracterizan por talos pequeños desde filamentosos uniseriados y con rizoides laterales hasta polistromáticos no laminares, con constricciones. Al igual que *Prasiola*, *Rosenvingiella* posee cromatóforos axiales y reproducción por aplanosporas.

La similitud de los primeros estadios de desarrollo de *Prasiola* con los de *Rosenvingiella* suscitó discusiones acerca de si las especies de este último género eran válidas o solamente parte de la variabilidad morfológica de las especies de *Prasiola* acompañantes. Waern (1952) aporta una muy buena exposición sobre dicha discusión y compara las dos especies conocidas de *Rosenvingiella*: *R. polyrhiza* (Rosenvinge) Silva (Como *Gayella polyrhiza*) y *R. constricta* (Setchell & Gardner) P.C. Silva. En febrero de 1972 colectamos en la Bahía de Ushuaia (Tierra del Fuego) en niveles altos del intermareal dentro del puerto de Ushuaia, un alga filamentosa que identificamos como *R. polyrhiza*, a la cual no hemos reencontrado desde esa fecha hasta el presente. Dado que por su pequeño tamaño y aparente escasez en la zona esta especie puede pasar inadvertida consideramos de interés señalar su presencia en la zona, con algunas ilustraciones que faciliten su reconocimiento.

Rosenvingiella polyrhiza
(Rosenvinge) Silva

Basónimo: *Prasiola polyrhiza*
Rosenvinge

Filamentos desde uniseriados (fig 1) y con rizoides laterales (figs 2 y 7) hasta ligeramente polísticos por divisiones celulares longitudinales en varios planos (fig. 5). Células vegetativas cortas respecto al largo, con cromatóforo axial con un pirenoide.

A. Boraso de Zaixso: *Rosenvingiella polyrhiza* en Tierra del Fuego

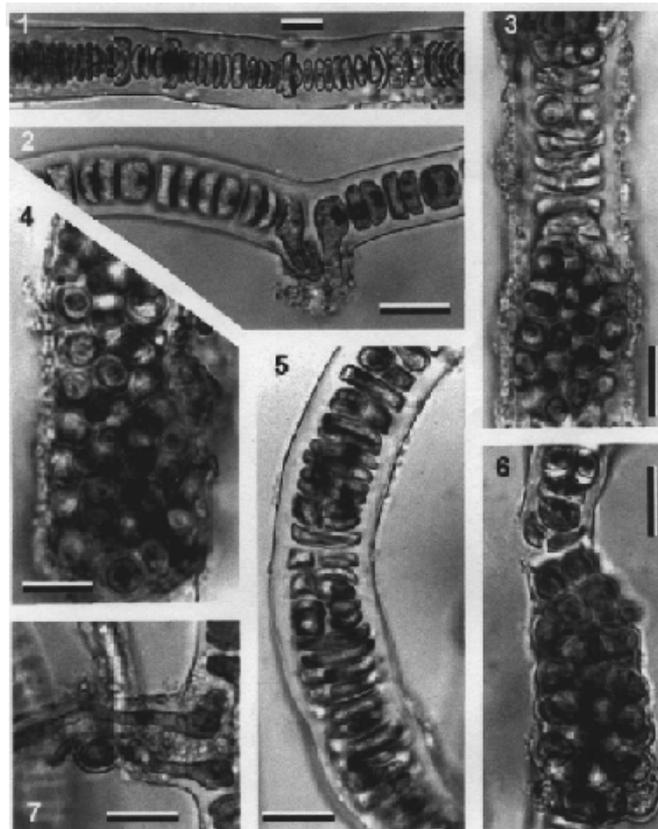
Aplanosporas esféricas (figs 3, 4 y 6).

Distribución mundial:
Hemisferio Norte: Groenlandia, Islas Faroes, Noruega (Rueness et al., 1997), Islandia (Caram & Jónsson, 1972; Burrows, 1991); Netherlands (Stegenga et al., 1997). Francia (Hamel, 1930; Feldmann & Magne, 1964; Coppejans, 1995); Báltico (Waern, 1952), (Nielsen et al., 1995). Irlanda (Guiry, 1978; Rindi et al., 1999). Gran Bretaña (Burrows, 1991; Burrows, 1991). Alaska (Lindstrom, 1977; Scagel et al., 1989). British Columbia (Scagel et al., 1989). Washington (Scagel et al., 1989). Oregon (Hansen, 1997). California (Scagel et al., 1989). Hemisferio Sur: Antártida (Ricker, 1987). Australasia: Nueva Zelandia (Adams, 1994). South Australia (Womersley, 1984).

Los autores mencionados que no figuran en nuestra bibliografía han sido tomadas de la base de datos del sitio INTERNET (2000) <http://www.seaweed.ie/default.html>, mantenida por el Dr. M. Guiry.

Luego de la primera observación realizada pensamos que la presencia de esta especie boreal dentro de un puerto en el extremo sur de Sudamérica, podría ser fruto del traslado por el bioderma sobre los barcos. Sin embargo la acotación de Ricker (1987) de haberla observado en Antártida y las citas para Australia del Sur y Nueva Zelandia confirman que esta especie es un elemento de la flora de la zona austral.

A. Boraso de Zaixso: *Rosenvingiella polyrhiza* en Tierra del Fuego.



Lamina 1. *Rosenvingiella polyrhiza* (Rosenvinge) Silva: 1: Filamento uniseriado. 2 y 7: filamentos uniseriados con rizoides laterales. 3-4,6: aplanosporas. 5: filamento multiseriado. Las escalas señalan 10 μ m.

A. Boraso de Zaixso: *Rosenvingiella polyrhiza* en Tierra del Fuego.

BIBLIOGRAFÍA:

- Cormaci, M.; Furnari, G.; Scammacca, B. 1992. The benthic Algal flora of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Botanica Marina* 35: 541- 552.
- Hamel, G. 1930. Chlorophycées des côtes francaises. *Revue Algologique* 5 (1): 1-54.
- Papenfuss, G. F. 1964 Catalogue and bibliography of antarctic and subantarctic benthic marine algae. *Antartic. Res. Ser. American Geophys. Union* 1: 1-76.
- Ricker, R.W. 1987. Taxonomy and biogeography of Macquarie Island Seaweeds. *British Museum (Nat..Hist.) London*, 344p., 126 figs.
- Svedelius, N. 1900. Algen aus den Ländern der Magellanstrasse und Westpatagonien. I. Chlorophyceae. En O. Nordenskjöld, *Wiss. Ergeb. schwed. Exped. nach den Magellansländern (1895-1897)*. 3 (8): 283-316, 16 pl. Stockholm.
- Waern, M. 1952. Rocky Shore Algae of the Öregrund Archipelago. *Acta Phytogeographica Suecica* 10: 228 p.

Naturalia patagónica, 1: 51-59 (2002)

**PRESENCIA DEL GÉNERO *JANIA* LAMOUROUX
(RHODOPHYTA, CORALLINALES) PARA LA COSTA DE LA
ARGENTINA).**

**The *Jania* Lamouroux gener (Rhodophyta, Corallinales) in
Argentine coast.**

María Laura Mendoza

* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CADIC, C.C. 92, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. Correo electrónico mimendoza@arnet.com.ar

RESUMEN

El género *Jania* Lamouroux está representado en la Argentina en las costas de la provincia de Buenos Aires (Mar del Plata, Miramar, San Clemente del Tuyú) por una única variedad *Jania rubens* (L.) Lamour. var. *rubens* Irvine & Johansen. Variedad que se identifica por presentar ramificación dicotómica en segmentos sucesivos, conceptáculos inmersos en la porción terminal de genículas fértiles sucesivas y ramas laterales geniculadas formadas a ambos poros de los conceptáculos. En el presente trabajo se describen los caracteres morfológicos, citológicos y de los elementos reproductores, señalándose por primera vez para este género y variedad la presencia de paráfisis formadas del disco fértil de los conceptáculos tetraspóricos.

Palabras clave: *Jania rubens* var. *rubens* en Argentina. Biodiversidad.

M. L. Mendoza: *Jania rubens* en Argentina

ABSTRACT

The *Jania* Lamouroux genre in Argentina, it is represented in the coast of Buenos Aires province (Mar del Plata, Miramar, San Clemente del Tuyú) for an only variety of *Jania rubens* (L.) Lamour. var. *rubens* Irvine & Johansen. Variety that is identified to present dichotomous ramification in successive segments, and with immersion of conceptacles in the terminal portion of successive fertile genicula and lateral unbound geniculations formed into both pores of the conceptacles. At the present work, it is described the morphological and cytological characters of the reproductive elements, being pointed out for the first time for this genre and variety the presence of formed paraphyses of the fertile disk of the tetrasporics conceptacle.

Key word: *Jania rubens* var. *rubens* in Argentina. Biodiversity.

INTRODUCCIÓN

El género *Jania* es creado por Lamouroux (1812) con el fin de agrupar especies de Corallinales geniculadas que presentan ramificación dicotómica, intergenículas cilíndricas o filiformes y conceptáculos terminales. Más tarde Decaisne (1842) describe una especie con conceptáculos con cornículos y Harvey (1849; 1853) incluye otra especie con dos ramas, naciendo de la parte superior de los conceptáculos, próximas al poro.

Si bien algunos autores identifican a *Jania* como un subgénero de *Corallina*, Manza (1940) en la revisión de los géneros de las geniculadas los trata como dos géneros distintos, con semejanzas anatómicas pero diferentes por la ramificación, dicotómica en *Jania* y pinnada en *Corallina*.

Este taxón es incluido en la subfamilia Corallinoideae (Dawson, 1953; Mason, 1953) por presentar

fusión celular entre las células medulares de las intergenículas, corticación simple, y en la tribu Janieae (Johansen & Silva, 1978) por poseer el carposporofito una célula de fusión grande con gonimoblastos marginales y conceptáculos masculinos con una cavidad interna pequeña y un corto poro.

Unas treinta especies son reconocidas para este género, distribuidas en zonas de aguas calientes y tropicales.

En el presente trabajo se señala la presencia del género *Jania* para las costas de la Argentina (Provincia de Buenos Aires) como ejemplares de una única variedad *Jania rubens* var. *rubens*.

Se dan los caracteres morfológicos externos, organización anatómica y de los elementos reproductores de los ejemplares. Se señala además la distribución geográfica en las costas argentinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares se los recolecta en la Pcia. de Buenos Aires en las localidades ubicadas entre las coordenadas geográficas 36° 23' y 38° 23' LS y los 56° 44' y 57° 32' LO (Mar del Plata, Miramar, San Clemente del Tuyú).

El material se fija en formaldehído al 4% en agua de mar. El análisis de la organización anatómica y de los elementos reproductores se efectúa por el estudio de cortes longitudinales axiales de partes del talo, estéril o fértil, realizados según las técnicas clásicas para algas calcáreas (Mendoza, 1995), coloreados con hematoxilina de Ehrlich contrastada con fucsina ácida (5%), o eosina acuosa (5%). El grado de presencia se lo determina por el número de ejemplares.

RESULTADOS

Los ejemplares estudiados, por los caracteres que a continuación se señalan se identifican en el género *Jania*.

Jania Lamour., 1812.
Class. Polyp. Corall., 186, 1812.

Plantas erectas, calcáreas, geniculadas, adheridas al sustrato por un disco basal costroso. Talos erectos ramificados dicotómicamente con intergenículas cilíndricas, filiformes. En un corte longitudinal axial intergenículas constituidas por: zona medular con células rectangulares largas, zona cortical poco desarrollada, con

células pequeñas, y una única capa de células epiteliales. Genículas constituidas por un único extracto de células rectangulares largas.

Fusiones laterales largas entre las células vecinas medulares.

Organos reproductores agrupados en conceptáculos terminales axiales o en intergenículas fértiles en segmentos sucesivos o más espaciados. Conceptáculos piriformes, uniporados. Conceptáculos asexuales con tetrasporangios zonados. Conceptáculos masculinos con un único espermatangio o dispuestos en forma simple. Conceptáculos femeninos con una célula de fusión compacta grande, gonimoblastos marginales constituidos por escasas células con un carposporangio terminal grande. Especie tipo *Jania rubens* (L.) Lamour.

Género representado en la Argentina por una única variedad *Jania rubens* var. *rubens*.

Jania rubens (L.) Lamour. var. *rubens* Irvine & Johansen
In Irvine & Chamberlain. Seaweeds Brit. Is. : 53. 1994.

Corallina rubens L. Syst. Nat.. 10 ed., 1: 805. 1758.

Jania rubens (L.) Lamouroux. Clas. Pol. Cor. : 186. 1812.

Plantas erectas, calcáreas, geniculadas, de 3,5–5 (-6) cm de largo, ramificadas dicotómicamente cada 1- 2 intergenículas (Fig. 1: 3, 4) con ramas adventicias basales (Fig. 1: 2), adheridas al sustrato por un

M. L. Mendoza: *Jania rubens* en Argentina

disco basal (Fig. 1: 2, 5, 10), de color violáceo. Intergenículas cilíndricas de largo diferente según la porción de la planta, de 400-800 mm de largo en la porción basal, 800 a 1600 mm en la parte media y de 1600-2400 mm en la porción apical por 200 mm de ancho. Conceptáculos intercalares, inmersos en los ápices de las intergenículas fértiles sucesivas, las que continúan creciendo originando dos ramas, dispuestas a cada lado de los ápices de los conceptáculos próximos al poro (Fig. 1: 8, 9).

Organización anatómica: multiaxial, creciendo por un meristema apical con células largas iniciales. En un corte longitudinal axial (Fig. 1: 1), intergenículas constituidas por: zona medular ancha, con filamentos verticales de células rectangulares, largas, dispuestas en hileras sucesivas, de tamaño diferente según la porción de las intergenículas, de 80-110 mm de largo en las partes terminales y 140-180 mm de largo en la parte media por 6-9 mm de ancho; zona cortical angosta formada con una o dos capas de células pequeñas, de 12-15 mm de largo por 8-10 mm de ancho; epitalo constituido por una única capa de células pequeñas, de 5-9 mm de largo por 4-5 mm de ancho, en forma de bote o redondeadas (Fig. 1: 6, 7; Fig. 2: 14). Genículas constituidas por una capa de células rectangulares largas, de 160-180 mm de largo en la porción basal y hasta 240 mm en la porción terminal por 6-9 mm de ancho. Fusiones laterales entre las células medulares.

Reproducción: la reproducción es por multiplicación vegetativa o asexual y sexual, con ciclo biológico trigenético, con talos esporofíticos y gametofíticos (monoicos o dioicos) de aspecto semejante. Multiplicación vegetativa con ramas adventicias basales que originan pequeños discos secundarios de adhesión al sustrato (Fig. 1: 2, 5). Los conceptáculos asexuales y sexuales son uniporados. Los elementos reproductores se presentan agrupados en zonas fértiles en forma de disco, originados de las células iniciales medulares e incluidos en cavidades especiales, conceptáculos. Conceptáculos asexuales con un largo ostiolo recubierto por células vegetativas largas. Un número elevado de células del disco fértil basal se transforma en células madres tetrasporangiales, distribuidas irregularmente por todo el disco fértil, mientras que el resto de las células del disco, que lo rodean, dan origen a paráfisis largas, multicelulares, perennes; con tetrasporangios zonados (Fig. 2: 11, 12, 13). Conceptáculos asexuales masculinos con el disco fértil recubriendo toda la cavidad interna y donde todas las células dan origen a células madres espermatangiales, que generan un único espermatangio. Ramas carpogoniales fértiles agrupadas en el centro del disco fértil, rodeada por abundantes ramas carpogoniales estériles marginales. Después de la fecundación las células soportes de las ramas carpogoniales, luego de recibir el núcleo diploide (cigoto), se unen entre sí y con las células soportes de las ramas

M. L. Mendoza: *Jania rubens* en Argentina

carpogoniales estériles formando una célula de fusión grande, compacta de cuya periferia nacen los filamentos marginales del gonimoblasto. Éstos constituidos por escasas células, 2, 3 ó 4, con un carposporangio terminal grande.

Algunos datos ecológicos: plantas de hábitat rupícola o epífita; que crecen en forma abundante en el intermareal inferior.

Distribución geográfica en Argentina, Provincia de Buenos Aires (Mar del Plata, Miramar, San Clemente del Tuyú).

Observaciones: en un trabajo fitogeográfico (Khünemann, 1972) se menciona la presencia de *Jania rubens* para la costa de la provincia uruguayo – bonaerense y patagónica, pero en este trabajo no se analizan los especímenes, lo que conduce, involuntariamente, a citar esta especie para las costas patagónicas.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Los ejemplares estudiados se identifican en el género *Jania* por presentar talos erectos, geniculados, ramificados dicotómicamente. Este carácter se

señala al crearse el género (Lamouroux, 1812) y más tarde ratificado al efectuarse el estudio de la revisión de los géneros de las geniculadas (Manza, 1940). En la variedad *Jania rubens* var. *rubens* (L.) Lamour. por poseer ramificación dicotómica formada en segmentos sucesivos o cada dos segmentos.

También este carácter, conjuntamente con otros, es manifestado (Irvine & Johansen, 1994) con el fin de separarla de la otra variedad que constituyen esta especie, *Jania rubens* var. *corniculata* con ramificación dicotómica entre 1-6 segmentos.

Los especímenes analizados se identifican en esta variedad por poseer, además, conceptáculos inmersos en la porción terminal de genículas fértiles sucesivas (Fig. 1: 8, 9). Las primeras intergenículas fértiles terminales, una vez constituidos los conceptáculos, continúan creciendo formando, a ambos lados del poro, células largas que constituyen dos nuevas genículas (Fig. 2: 11), que generan intergenículas fértiles. De este modo las plantas adultas presentan abundantes intergenículas fértiles sucesivas, en la parte media y apical del talo.

M. L. Mendoza: *Jania rubens* en Argentina

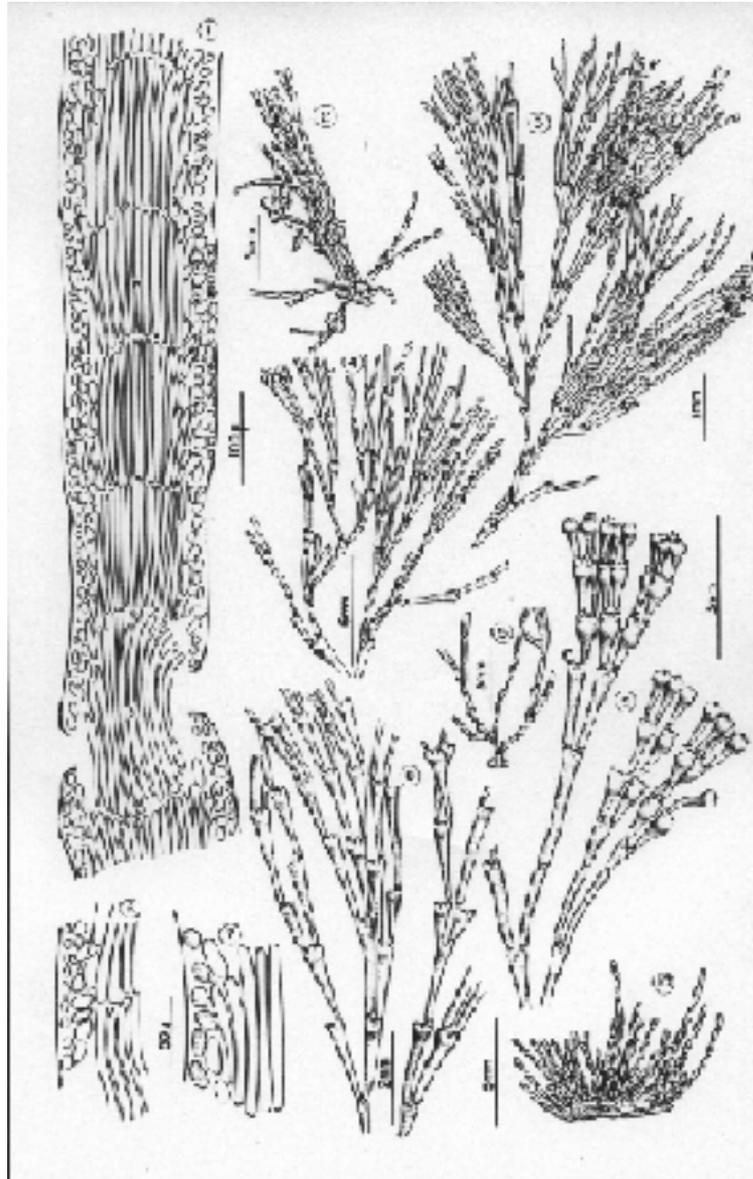


Figura 1: 1, corte longitudinal axial de una porción del talo G, genícula e intergenícula M, zona medular, C, cortical, E, epitalo; 2, porción basal con ramas adventicias y disco de adhesión secundarios; 3 y 4, porciones del talo con ramificación dicotómica en segmentos sucesivos; 5, disco de adhesión secundario con talos erectos que originan una nueva planta; 6 y 7, cortes longitudinales axiales del talo con formación de células corticales (C) y epiteliales (E); 8 y 9, porciones de talos fértiles con conceptáculos inmersos en la porción terminal de genículas fértiles sucesivas; 10, disco de adhesión primario.

M. L. M endoza: *Jania rubens* en Argentina

Característica que permite diferenciarlo de otras especies del género *Jania* con conceptáculos dispuestos en la porción terminal de ramas cortas, laterales o apicales o, en intergenículas fértiles ubicadas cada 4 ó 6 segmentos (Yendo, 1902; Dawson, 1954; Gamesan, 1965; Irvine & Johansen, 1994).

Los ejemplares estudiados poseen también ramas adventicias secundarias basales. En la porción basal de los talos erectos las últimos intergenículas originan ramas secundarias geniculadas, delgadas, adventicias, que tienden a envolver los talos erectos. Las células iniciales apicales, de estas ramas, frente a determinados obstáculos dan origen a un hipotalo y peritalo, poco desarrollado, formando pequeños discos de adhesión secundarios, de donde nacen talos erectos que van a constituir nuevas plantas. Modo de multiplicación vegetativa de esta variedad observado ya por Irvine & Johansen (1994), y por otros autores para *Jania rubens* u otras especies de *Jania* (Rosenvinge, 1917; Gamesan, 1965) o en el género *Corallina* (Cabiocch, 1972).

En los especímenes de la Argentina se observa, por primera vez, la presencia de paráfisis en los conceptáculos tetraspóricos en una especie del género *Jania*. Las células del disco fértil unas originan células madres tetrasporangiales, mientras que las otras que las rodean forman paráfisis multicelulares, perennes. Carácter éste que había sido considerado,

conjuntamente con otros, para diferenciar las tribus Janieae sin paráfisis y Corallineae con paráfisis (Johansen & Silva, 1978).

En los ejemplares estudiados el largo de las genículas, intergenículas y células medulares es variable, en el mismo ejemplar o en la misma intergenícula. Estos caracteres, largo de las genículas, intergenículas y células medulares, por ser variable en un mismo ejemplar, al menos en la costa de la Argentina, no pueden ser considerados fundamentales para identificar esta variedad. Además estas variaciones, ya que concuerdan con los demás caracteres mencionados en los párrafos anteriores, no justifican la creación de una nueva variedad o que sean excluidos de la var. *rubens*.

Se constata que el área de distribución geográfica en las costas argentinas esta restringida a las localidades de la Pcia. de Buenos Aires (Mar de Plata, Miramar, San Clemente del Tuyú). En localidades donde la temperatura del agua en invierno, influenciada por la corriente cálida del Brasil, es baja pero no demasiado fría como se registra en las regiones subantártica o antártica. Se confirma así que el factor abiótico, temperatura del agua, es un factor fundamental y limitante en la distribución geográfica de las Corallinales (Johansen, 1981). El género *Jania* se lo considera típico de las regiones de aguas calientes o templadas.

M. L. M endoza: *Jania rubens* en Argentina

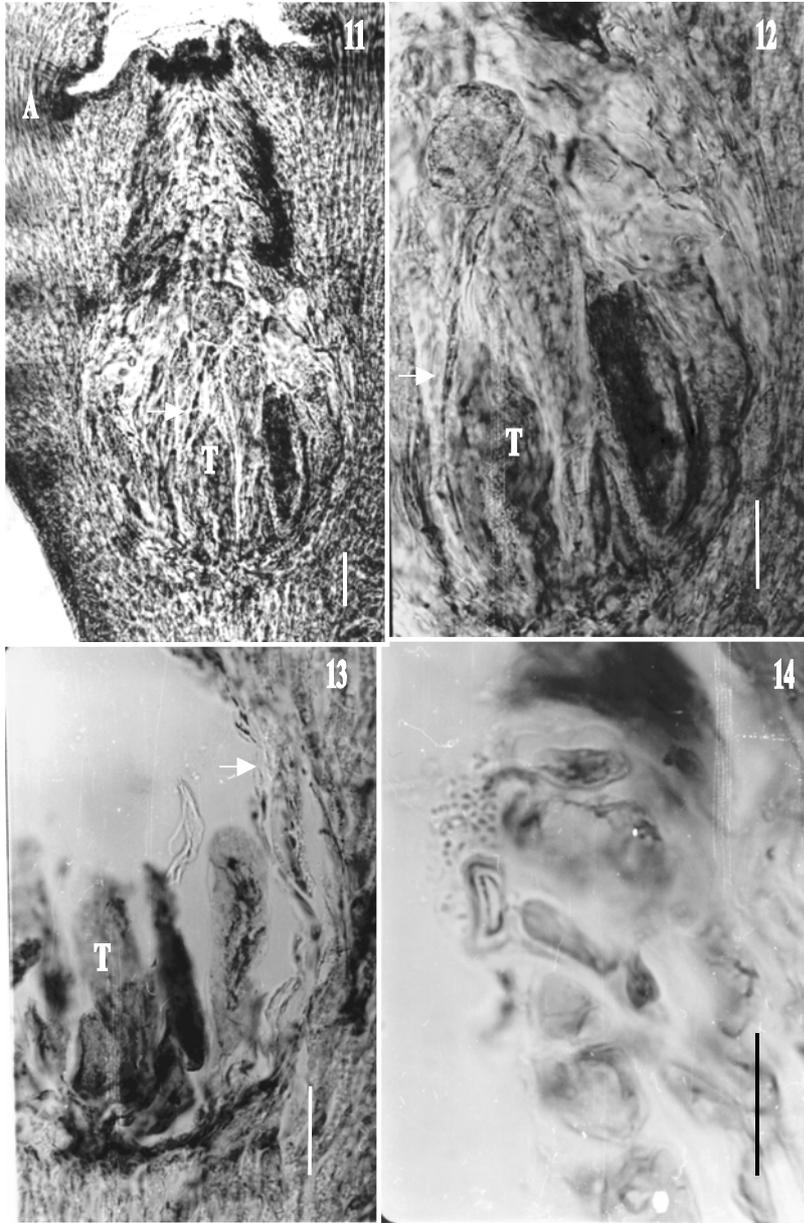


Figura 2: Cortes longitudinales axiales 11, conceptáculo tetraspórico con tetrasporangios, paráfisis y formación de nuevas genículas a ambos lados del poro (A); 12 y 13, detalle de la zona fértil con tetrasporangios; 14, porción del talo con células epiteliales en forma de bote (T, tetrasporangios; à paráfisis; escala 50 mm).

M. L. Mendoza: *Jania rubens* en Argentina

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al Dr. Johansen, por la corroboración e identificación del material, al Sr. Lucas Ramos por la realización de las láminas microfotográficas y al Sr. Miguel Barbagayo por el entintado de los dibujos.

BIBLIOGRAFIA

- Cabioch, J. 1972. Étude sur les Coralinacées. II. La morphogenèse; conséquences systématiques et phylogénétiques. Cah. Biol. Mar. 13: 137-288.
- Dawson, E. Y. 1953. Marine red algae of Pacific Mexico. Part I. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. Allan Hancock Pacific. Exped. 17: 1-239.
- Dawson, E. Y. 1954. Marine plants in the vicinity of Nha Trang, Viet Nam. Pacifi. Sci. 8: 353-481.
- Decaisne, J. 1842. Mémoire sur les Corallines ou Polypiers calcifères. Ann. Sci. nat. Bot., Ser. II 18: 96-128.
- Ganesan, E. K. 1965. Studies on the Morphology and Reproduction of the Articulated Corallines. Phytos, IV (2): 1-60.
- Harvey, W. H. 1849. A manual of the British marine algae. viii + 252 pp. London.
- Harvey, W. H. 1853. Nereis Boreali-Americana. II, Rhodospermae. Smithson. Contrib. Knowl. 5: 1-258.
- Irvine, L. M. & Johansen, H. W. 1994. Corallinoideae. In Irvine, L. M. & Chamberlain, I. Seaweeds of the British Isles. Vol. 1, Rhodophyta, Part 2 B Corallinales, Hildenbrandiales. Brit. Mus. (Nat. Hist.) London. 276 pp.
- Johansen, H. W. & Silva, P. C. 1978. Janieae and Lithotricheae: two new tribes of articulated Corallinaceae (Rhodophyta). Phycol. 17 (4): 413-417.
- Johansen, H. W. 1981. Coralline algae, A First Synthesis. CRC Press, Boca Raton, Florida. (vii) +239 pp.
- Kühnemann, O. 1972. Bosquejo fitogeográfico de la vegetación marina del litoral argentino. Physis 31 (82): 117-142.
- Lamouroux, J. V. F. 1812. Classification des Polypiers Coralligènes. Nov. Bull. Sci. Soc. Philomat. 3: 181-188.
- Linnaeus, C. 1758. Systema natural. 10 ed. Vol. 1. Salvaii, Stockolm. ii + 824 pp.
- Manza, A. V. 1940. A revision of the genera of articulated corallines. Philippine J. Sci. 71: 239-316.
- Mason, L. R. 1953. The crustaceous coralline algae of the Pacific coast of the United States, Canada and Alaska. Univ. Calif. Publ. Bot. 26: 313-389.
- Mendoza, M. L. 1995. Las Corallinales (Rhodophyta) caracteres a considerar para su clasificación taxonómica y métodos para el análisis y su estructura. Naturalia patagónica (I - II). Cs. Biol. 3: 175-189.
- Rosenvinge, L. K. 1917. The marine Algae of Denmark. Contributions to their Natural History. Part II. Rhodophyceae (Cryptonemiales). K. Danske Vidensk. Selsk. Skr., ser. 7, Naturv. Math. 7: 155-283.
- Yendo, K. 1902. Corallinae verae Japonicae. J. Col. Sci. Tokyo Univ. 16: 1-36.

Naturalia patagónica, 1: 60-71 (2002)

**INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES
SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO
ENTEROMORPHA (ULVALES) EN EL GOLFO SAN JORGE,
CHUBUT, ARGENTINA.**

**Influence of some environmental factors on the
distribution of species of the genus *Enteromorpha*
(Ulvales, Chlorophyta) in San Jorge Gulf, Chubut,
Argentina.**

Susana Perales, Laura Pérez, Alicia Rico y Marcelo Ríos

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. Ciudad Universitaria Km 4. (9000) Comodoro Rivadavia. Provincia del Chubut. Argentina. E-mail: sperales@unpata.edu.ar.

RESUMEN

Se analiza la relación existente entre la distribución de seis especies del género *Enteromorpha* (Link) y parámetros ambientales en tres sitios del Golfo San Jorge a través de un análisis factorial de correspondencia. Se confeccionó una tabla de contingencia de filas y columnas, en donde las filas representan las proporciones de abundancia para cada especie según cuatro categorías y las columnas representan: niveles del mesolitoral; tipo de sustrato; sumersión; estacionalidad y sitios de muestreo. Las variables principales que afectan a la distribución son: nivel, sustrato y sumersión. La mayoría de las especies se asocian principalmente a niveles altos y medios de la costa y a retenciones de agua media o alta. No toleran amplios periodos de emersión. *E. flexuosa*, *E. bulbosa*, *E. compressa* y *E. intestinalis*

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

se hallan correlacionadas con sustrato blando. *E. prolifera* se asocia principalmente a lodo y secundariamente a sustratos duros como conchillas de bivalvos o roca. La mayor abundancia de *E. bulbosa*, *E. intestinalis* y *E. flexuosa* se visualiza en otoño. Con primavera y verano se asocian principalmente *E. linza* y *E. compressa*. *E. intestinalis* se corresponde sin marcadas preferencias, con invierno y verano. *E. prolifera*, *E. linza* y *E. compressa* no muestran preferencia por localidades. *E. bulbosa* se corresponde principalmente con Punta Maqueda y secundariamente con la localidad de Rada Tilly. Los resultados de este trabajo representan los primeros datos sobre ubicación, biomasa, preferencia por sustrato y distribución por estaciones del año de la pradera de *Enteromorpha* en tres localidades del Golfo San Jorge. La ordenación de los datos indica la necesidad de contar con variables ambientales adicionales para dar cuenta de la dispersión de los puntos a lo largo de los ejes que muestran bajos valores propios. Esta aproximación sobre factores que afectan la distribución de estas especies permitirá generar nuevas hipótesis para futuros estudios.

Palabras clave: *Enteromorpha*, Ulvales, Golfo San Jorge, Argentina.

ABSTRACT

The relationship between the distribution of six species of the genus *Enteromorpha* (Link) and environmental parameters in three sites in San Jorge Gulf is analyzed by correspondence. A contingency table has been made where rows represent abundance proportion for each species according to four categories and columns represent intertidal levels, kind of substrate, submersion, seasonality and sampling site. Most of the species are mainly associated with high and mid-shore levels and to high and middle water retention. They cannot withstand long emersion periods. The amount of *Enteromorpha flexuosa*, *E. bulbosa*, *E. compressa* and *E. intestinalis* increases in autumn whereas *E. linza* and *E. compressa* are mainly associated with spring and summer. *E. intestinalis* shows a slight correspondence to winter and summer. *E. prolifera*, *E. linza* and *E. compressa* do not show special affinity with any locality. *E. bulbosa* corresponds mainly with Punta Maqueda but also with Rada Tilly. These are the first data on presence, biomass, preference for substrate and seasonal distribution of *Enteromorpha* patches in three localities of San Jorge Gulf. These studies show that it is necessary to take into account more environmental variables to explain the dispersion of the points along the axis that show their low values. This research on factors that affect the distribution of these species will allow us to provide new hypotheses for future studies.

Key words: *Enteromorpha*, Ulvales, San Jorge Gulf, Argentina.

INTRODUCCION

Enteromorpha (Ulvales, Ulvaceae) es un género muy frecuente constituido por algas con talos tubulares, con o sin ramificaciones, cuya presencia ha sido citada en las costas y ambientes estuariales de casi todo el mundo. En el país fue observada por Boraso (1975) en numerosas localidades del litoral argentino hasta Tierra del Fuego. Algunas de sus especies son consideradas por varios autores como indicadoras del estado del ambiente (Waern, 1952; Grenager, 1957; Tewari, 1972; Pringle, 1975; Basson *et al.*, 1976; Giaccone, 1991).

La ciudad de Comodoro Rivadavia, ubicada sobre el litoral atlántico argentino, (45°52'S, 67°28'W) cuenta con una gran variedad de ambientes naturales costeros y una importante riqueza y diversidad en algas marinas bentónicas. En el marco de un proyecto más amplio cuyo objetivo general fue analizar la distribución espacial y temporal de especies del género *Enteromorpha* en el Golfo San Jorge, se determinó la presencia de las siguientes especies: *Enteromorpha prolifera* (O. F. Müller) J. G. Agardh, *E. compressa* (Linnaeus) Greville, *E. linza* (Linnaeus) J. G. Agardh, *E. bulbosa* (Suhringar) Montagne, *E. intestinalis* (Linnaeus) Link y *E. flexuosa* (Wulfen ex Roth) J. G. Agardh. (Rico *et al.*, 1993). Los muestreos realizados se acompañaron con la toma de datos ambientales, físico-químicos, tipo de sustrato colonizado, flora y fauna asociada, epifitos, etc.

Varios autores han basado su elección de poblaciones fitobentónicas como indicadoras biológicas por su presencia constante en los biotopos, por el hábitat sedentario de estas especies y por la posibilidad de mostrar la interacción entre factores bióticos y abióticos (Giaccone, 1991; Cecere *et al.*, 1991). Por ello, una vez establecidas algunas de las condiciones que determinan su distribución actual, sería posible analizar las variaciones de la misma en función de la información con que se cuente sobre cambios ambientales como contaminación por hidrocarburos, eutroficación u otras.

MATERIALY METODOS

Sitios de Estudio:

Los muestreos se realizaron estacionalmente en tres sitios del Golfo San Jorge: Punta Maqueda (48° 01'S, 67° 35' W) ubicada en la Provincia de Santa Cruz; Punta Marques (45° 58' S, 67° 34' W) en la localidad de Rada Tilly y Punta Borja (45° 52' S, 67° 29' W) situada en la zona urbana de Comodoro Rivadavia (Fig. N° 1).

En los tres casos se trata de una plataforma de abrasión con declive suave hacia el este, con piletas de marea de poca extensión y profundidad.

El sustrato en Pta. Borja es una arenisca coquinoidea gruesa, con valvas enteras correspondiente al paquete basal de la Formación Patagonia. Tanto en Pta. Marques como en Pta. Maqueda se presenta una arenisca media a fina con matrix arcillosa compacta

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

correlacionable con el banco medio del Cerro Chenque (Banco del Mangrullo) que corresponde a la parte media de la Formación Patagonia (Feruglio, 1950).

El régimen de mareas es semidiurno con una amplitud de mareas de aproximadamente 6 m. Los valores de salinidad fluctúan levemente. La temperatura oscila entre máximas estivales de 26° C y mínimas invernales de aproximadamente 4° C. (Servicio de Hidrografía Naval, 1991). Los vientos predominan en dirección W-E.

Muestreo:

En cada localidad y fecha se trazaron dos transecciones distantes 3 m entre sí, sobre sustrato horizontal y perpendiculares a la costa en el intermareal ubicando puntos de referencia al nivel del agua por medio de los cálculos de altura de mareas, según tablas de marea del Servicio de Hidrografía Naval (1989-1990-1991).

Debido a la diversidad de ambientes observados se realizó un muestreo aleatorio estratificado. Se recolectaron en total 279 unidades muestrales en forma estacional durante más de dos años de estudio.

Las unidades muestrales (u.m.) fueron obtenidas removiendo con espátulas superficies de 100 cm² durante períodos de bajamar y se acompañaron con la toma de datos ambientales fisicoquímicos, epifitismo, sustrato, flora y fauna asociada, entre otros. Se diferenciaron los ambientes encharcados y expuestos en cada nivel tomando muestras en ambos

simultáneamente, determinándose paralelamente las características del sustrato.

Se realizaron los muestreos estacionales en los siguientes sitios y fechas: Pta. Borja: 12-06-89; 18-10-89; 12-01-90; 16-06-90; 23-10-90; 07-03-91; 20-04-91; 15-08-91. Pta. Marques: 20-06-89; 24-10-89 ; 27-02-90; 02-06-90; 10-11-90; 15-02-91; 18-05-91; 28-08-91. Punta Maqueda: 04-07-89; 08-10-89; 22-01-90; 25-05-90; 15-10-90; 24-03-91; 10-06-91; 24-09-91.-

Los talos de *Enteromorpha* fueron separados del resto del material para su análisis taxonómico y numérico. Los aspectos puramente taxonómicos se han informado en Rico *et al* (1993).

Para el análisis cuantitativo se consideró la abundancia relativa de cada especie en base al peso seco total de la muestra y su frecuencia relativa estimada en la misma.

Tratamiento estadístico:

La afinidad de las especies por los factores ambientales considerados fue analizada a través de un análisis factorial de correspondencias sobre tablas de contingencia múltiples según las descripciones de Legendre & Legendre, 1979; Gauch, 1989 y Farrel *et al*, 1995.-

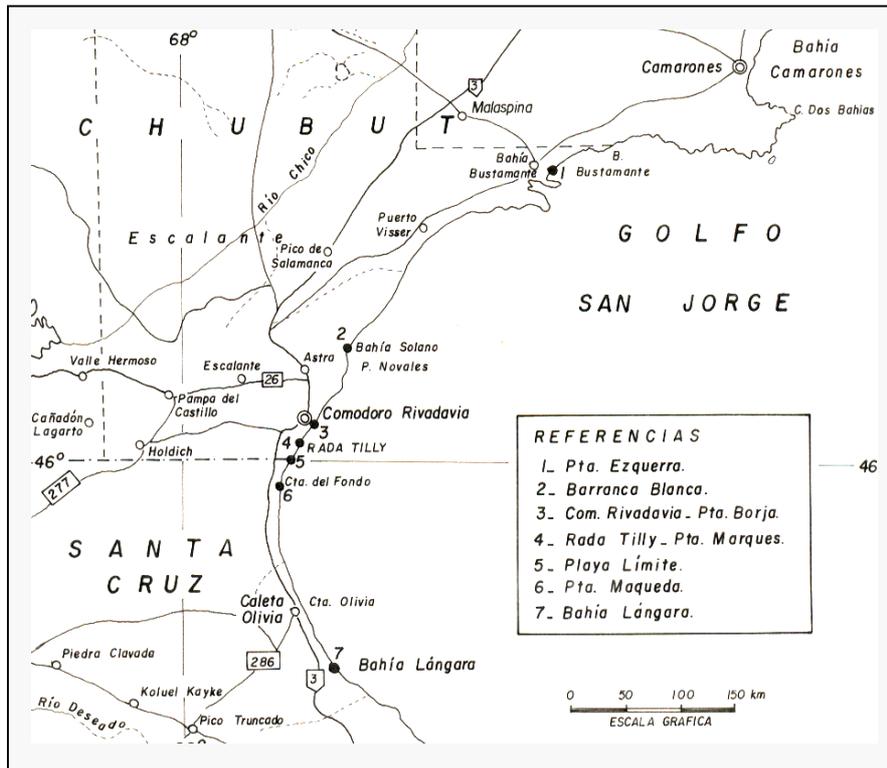


Figura 1. Mapa de la zona de estudio. Las localidades consideradas para este trabajo fueron: Comodoro Rivadavia- Punta Borja (3); Rada Tilly – Punta Marques (4) y Punta Maqueda (6).

Sobre un total de 279 unidades muestrales y 1456 registros con macroalgas se confeccionó una tabla de contingencia de filas y columnas. Las filas representan las proporciones de abundancia en peso seco de cada especie (x); se definieron para ello, cuatro categorías: x 0:0 %; x1: 0,1-5%, x2: 5,1-25%, x3: 25,1-100% . Las columnas representan nivel de la costa, sustrato, sumersión, estacionalidad y localidades estudiadas. La ubicación de las u.m en el intermareal (altura mareas) se estableció según tres niveles: n1: 0-2m.; n2: 2,1-4-m; n3: 4,1-6 m. El tipo de sustrato se diferenció según cuatro categorías: roca (ro), arena (ar), lodo (lo) y conchillas de bivalvos (me). Para analizar el grado de sumersión se estimaron dos categorías: encharcado (ch1) si la u.m se hallaba sumergida o fuera de encharcado (ch0) si la muestra se recolectó en un sitio expuesto.

Se consideraron las estaciones en que se realizaron los muestreos: primavera (pri); verano (ver); otoño (oto); invierno (inv) y se incorporaron a la matriz las localidades en donde se obtuvieron las muestras: Comodoro Rivadavia (CR); Punta Marques (Rada Tilly) (Ra) y Punta Maqueda (Ma).

RESULTADOS

De las seis especies de *Enteromorpha* estudiadas, sólo *E. prolifera* y *E. compressa* se encuentran bien representadas durante todo el año en todas las localidades; *E. intestinalis*, *E. bulbosa*, *E. flexuosa* y *E. linza*

aparecieron en las tres localidades esporádicamente

En la **Tabla I** se muestran las probabilidades condicionales, tomadas del análisis de correspondencias, que relacionan a los factores ambientales con las especies de *Enteromorpha* y con las unidades muestrales carentes de algas del género.

En el ordenamiento de la muestras los primeros dos ejes resumen el 54,24% de la distribución y es necesario llegar al tercer eje para acumular el 65,28%.

Las principales variables que afectan a la distribución son: nivel de la costa, tipo de sustrato y grado de sumersión. La mayoría de las especies se asocian principalmente a niveles altos y medios de la costa [**n3**: 4,1-6 m; **n2**: 2,1-4 m], excepto *E. flexuosa* que se asocia al nivel 1 (**n1**: 0-2 m) con escasa presencia (< 5 %).

La mayor abundancia en biomasa de *E. flexuosa*, *E. bulbosa*, *E. compressa* y *E. intestinalis* se halla relacionada con sustrato blando (lodo (**lo**), y/o arena (**ar**)). *E. prolifera* se asocia principalmente a arena y secundariamente a sustratos duros como conchillas de bivalvos (*Perumytilus purpuratus*.) (**me**), roca (**ro**) y lodo (**lo**).

Las especies de *Enteromorpha* halladas no toleran amplios periodos de emersión (**ch0**), se asocian principalmente a retenciones de agua media o alta. (**ch1**). En relación a ello, en orden decreciente se encuentran: *E. prolifera*, *E. linza*, *E. bulbosa*, *E. compressa*, *E. intestinalis* y *E. flexuosa*.

Con respecto a la estacionalidad, la mayor abundancia de *E. bulbosa*, *E. intestinalis* y *E. prolifera* se hallan preferencialmente, en invierno (**inv**) y otoño (**oto**). *E. flexuosa* se visualiza principalmente en otoño (**oto**). A primavera (**pri**) y verano (**ver**) se asocian principalmente *E. linza* y *E. compressa*. La mayor proporción de *E. intestinalis* se encuentra sin marcadas preferencias, en invierno (**inv**) y verano (**ver**).

E. prolifera, *E. linza* y *E. compressa* no muestran preferencia por localidades. *E. bulbosa* se halla presente preferencialmente en Punta Maqueda (**Ma**) y secundariamente en la localidad de Rada Tilly (**Ra**).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La información sobre las especies del género *Enteromorpha* analizadas es relativamente abundante, sin embargo muchas veces es contradictoria. La distribución en el intermareal, el acentuado gradiente en relación a la altura de mareas, la diversidad de sustratos colonizados y la importante diversidad de factores involucrados en la distribución de las especies nos llevó a analizar sus relaciones con algunos parámetros ambientales a través de un análisis multivariado.

El nivel de la costa, tipo de sustrato y grado de sumersión son las variables que principalmente afectan a la distribución de especies de *Enteromorpha* en las localidades estudiadas. Según Chamberlain

(1965) *E. bulbosa* se desarrolla en zonas expuestas junto a *Blidingia minima* (Nägeli et Kützing) Kylin, en rocas en la zona más alta del intermareal y en piletas de marea en el mesolitoral medio, en piletas rocosas o sobre corallináceas (Boraso, 1975)*. Observaciones realizadas sobre el mesolitoral rocoso de Ushuaia por Zaixso *et al* (1978) mencionan la presencia de esta especie en la zona inferior del horizonte mesolitoral superior, aunque confinada a grietas y discontinuidades que retienen agua ya que, para este estudio, su ubicación normal es el horizonte medio inferior. *E. intestinalis* fue observada en la zona más alta del intermareal (Trono, 1973); en la parte alta a media del intermareal, en áreas protegidas de bahías o estuarios (Abbott & Hollenberg, 1976); en el sector más bajo de playas expuestas y zonas estuariales (Young *et al*, 1984). Por otra parte, *E. linza* fue hallada en costas expuestas (Braga, 1970), en la zona intermareal (Yoshida, 1970); en la región media a baja del intermareal (Abbott & Hollenberg, 1976); en el mesolitoral medio (Boraso, 1975); en la zona más baja del horizonte medio inferior (Zaixso *et al*, 1978) y en el submareal superior rocoso (Callebau Cardú & Borzone, 1979).

Bliding (1963) cita una variedad de *E. flexuosa* hallada a una profundidad de 15 m. Según Boraso (1975), se ubica preferentemente en el horizonte medio del mesolitoral, mientras que Abbott & Hollenberg (1976) la hallaron en niveles altos hasta bajos del intermareal.

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

E. prolifera fue observada en rocas en la zona baja intermareal (Yoshida, 1970); a escasa profundidad (Suárez, 1973); en la zona media y media del intermareal (Abbott & Hollenberg, 1976); en niveles de la costa altos principalmente y relativamente bajos (Zaixso *et al.*, 1978; Boraso & Zaixso, 1996).

Enteromorpha compressa se encontró en la parte inferior y superior del intermareal de aguas marinas y salobres (Koeman & van den Hoek, 1982; Abbott & Hollenberg, 1976) y en el intermareal medio (Burrows, 1958). Estudios realizados por Boraso & Zaixso (1996) en el golfo San José (42° 20'S; 64° 20'W), asocian a esta especie a niveles altos de la costa (4,2 a 7 m).

Sin embargo, la mayoría de las especies analizadas en este trabajo se asocian principalmente a niveles altos y medios de la costa, excepto *E. flexuosa* que se halla escasamente representada en el nivel más bajo (0-2 m) con una biomasa menor al 5%.

Considerando los sustratos disponibles en el intermareal, *Enteromorpha compressa* ha sido hallada sobre rocas, maderas, en localidades expuestas o protegidas (Taylor, 1957); sobre rocas (Burrows, 1958), asociada a sustratos con fracción limosa predominante (Zaixso & Pastor, 1977) y en un amplio rango de sustratos (Koeman & van den Hoek, 1982). Plantas de *E. prolifera* fueron observadas en rocas, lodo, guijarros y otras algas; (Yoshida, 1970; Suárez, 1973) dentro de piletas de marea, praderas

cenagosas, sobre rocas, rodados y epífitas (Boraso, 1975).

E. linza se encontró en costas expuestas y playas arenosas (Braga, 1970; Daly & Mathieson, 1977); en agua marina, en rocas encharcadas (Yoshida, 1970); en piletas protegidas (Kapraun, 1970); en piletas rocosas con *Ulva* y otras especies del género (Alveal, 1970); en charcas rocosas, expuestas o protegidas (Boraso, 1975); constituyendo un tapiz discontinuo sobre *Balanus* sp. y mitílidos (Zaixso *et al.*, 1978); en sustrato arenolimoso con rodados (Callebau Cardú & Borzone, 1979). *E. intestinalis* fue observada en charcas rocosas (Bliding, 1963); en poza de marea rocosa con *Ulva lactuca* auct (non Linnaeus) y otras especies de *Enteromorpha* (Trono, 1973); en el mesolitoral en guijarros y fango sobre canto rodado con limo (Boraso, 1975); en fondos arenosos (Daly & Mathieson, 1977). *E. bulbosa* se desarrolla en zonas expuestas y en piletas de marea (Chamberlain, 1965); en piletas rocosas o sobre coralináceas (Boraso, 1975). Por otra parte, *E. flexuosa* se halló en ambientes marinos y dulceacuícolas (Leonardi & Caceres, 1991), sobre rocas (Boraso, 1975); epífita sobre otras algas, sobre embarcaciones y conchillas de moluscos (Bliding, 1963); sobre cirripedios y mitílidos (Zaixso *et al.*, 1978)

En los sitios analizados del golfo San Jorge a través del análisis de correspondencias, la mayor abundancia en biomasa de *E. flexuosa*, *E. bulbosa*, *E. compressa* y *E. intestinalis* se halla relacionada con sustratos muebles. Aunque es

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

conocida la afinidad de las algas bentónicas por rocas más duras, la diversidad y superficie ocupada por cada uno de los sustratos disponibles en el intermareal muestra diferencias en las localidades consideradas.

Probablemente estas diferencias condicionaron el desarrollo de algunas especies que normalmente muestran menor afinidad con sustratos muebles. De acuerdo a nuestros datos *E. prolifera* se asocia principalmente a arena y secundariamente a sustratos duros como roca y conchillas de bivalvos.

Las especies de *Enteromorpha* halladas en los tres sitios estudiados no toleran amplios periodos de emersión y se asocian principalmente a retenciones de agua media o alta. Con respecto a la estacionalidad la mayor frecuencia de *E. bulbosa*, *E. intestinalis* y *E. prolifera* se halla preferencialmente, en invierno y otoño mientras que *E. flexuosa* se visualiza principalmente en otoño.

Según Feldmann (1937) *E. intestinalis*, *E. flexuosa* y *E. linza* son abundantes en primavera, mientras que *E. compressa* es abundante en invierno y primavera. En estudios realizados por Boraso & Zaixso (1996) en el golfo San José, al Norte de la Provincia del Chubut, la asociación de *Enteromorpha prolifera* sobre sustrato vertical desaparece en verano. Este hecho se relaciona con el grado de desecación que pueden soportar las especies. Las macroalgas recolectadas durante el verano se hallaban asociadas a sustratos sombreados durante todo el día.

Los resultados de este trabajo, si bien sólo muestran el estado de la pradera de *Enteromorpha*, constituyen un aporte sobre ubicación, preferencia por sustrato y distribución por estaciones del año en tres localidades del golfo San Jorge. La ordenación de los datos nos indica la necesidad de contar con variables ambientales adicionales para dar cuenta de la dispersión de los puntos a lo largo de los ejes que muestran bajos valores propios. Seguramente, esta primera aproximación permitirá generar nuevas hipótesis en relación a la distribución de las especies.

* Se ha respetado el criterio usado por el autor en la adopción de la nomenclatura para la división del litoral bentónico.

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

TABLA I - Probabilidades condicionales que relacionan biomasa de especies del género *Enteromorpha* y factores ambientales. En negrita probabilidades condicionales mayores que las incondicionales (i.p.) indican correspondencias. **Referencias:** biomasa porcentual de especies (x) = p: *Enteromorpha prolifera*; b: *Enteromorpha bulbosa*; c: *Enteromorpha compressa*; l: *Enteromorpha linza*; i: *Enteromorpha intestinalis*; *Enteromorpha flexuosa*. x0:0 %; x1: 0,1-5%, x2: 5,1-25%, x3: 25,1-100%. : p0 p1 p2 p3 b0 b1 b2 b3 c0 c1 c2 c3 l0 l1 l2 l3 i0 i1 i2 i3 f0 f1 f2 f3 inv, invierno; Ma, Pta.Maqueda; oto, otoño; ro, roca; ch0, retención de agua baja; n3, nivel 3: 4,1-6 m; n2, nivel2: 2,1-4m; ch1, retención de agua alta; Ra, Rada Tilly; lo, lodo; ar, arena;CR, Comodoro Rivadavia; ver, verano; me:mejillinar; n1, nivel1: 0-2 m; pri, primavera.

	(i. p.)	inv	Ma	oto	ro	ch0	n3	n2	ch1	Ra	lo	ar	CR	ver	me	n1	pri
c0	(.037)	.085	.044	.028	.047	.041	.040	.034	.033	.035	.016	.019	.032	.016	.026	.000	.016
b3	(.020)	.035	.036	.028	.018	.019	.022	.018	.021	.010	.022	.023	.017	.012	.026	.000	.003
i2	(.007)	.016	.008	.006	.005	.002	.010	.004	.012	.007	.019	.005	.007	.002	.000	.000	.003
b2	(.018)	.026	.015	.033	.011	.015	.016	.020	.020	.022	.044	.014	.015	.002	.000	.000	.008
f3	(.004)	.002	.011	.007	.003	.002	.003	.003	.006	.003	.013	.000	.000	.007	.000	.000	.000
c2	(.025)	.026	.038	.042	.022	.024	.026	.024	.026	.030	.028	.028	.009	.009	.051	.000	.021
i3	(.007)	.009	.015	.005	.004	.000	.009	.004	.013	.003	.013	.009	.003	.009	.026	.000	.003
l0	(.115)	.141	.135	.119	.126	.130	.111	.118	.100	.108	.085	.117	.105	.115	.026	.167	.080
p0	(.042)	.056	.053	.028	.042	.046	.035	.050	.039	.030	.028	.061	.046	.044	.051	.083	.040
p3	(.085)	.094	.070	.091	.085	.079	.097	.071	.090	.101	.104	.106	.080	.085	.103	.000	.067
f0	(.159)	.164	.154	.156	.161	.162	.152	.167	.155	.158	.151	.164	.163	.152	.128	.167	.164
f2	(.002)	.000	.004	.005	.001	.001	.002	.004	.002	.000	.003	.005	.002	.000	.000	.000	.003
i0	(.152)	.141	.143	.151	.158	.166	.148	.156	.139	.155	.129	.159	.156	.155	.128	.167	.164
b1	(.003)	.000	.000	.009	.004	.002	.005	.001	.004	.007	.003	.000	.002	.002	.000	.000	.000
b0	(.126)	.106	.116	.098	.135	.128	.128	.124	.125	.128	.095	.117	.133	.150	.179	.167	.155
c1	(.001)	.000	.002	.000	.000	.001	.000	.001	.000	.000	.003	.000	.000	.002	.000	.000	.000
p2	(.037)	.016	.040	.044	.034	.033	.039	.037	.041	.032	.038	.051	.041	.035	.051	.000	.056
l2	(.026)	.016	.015	.030	.022	.020	.025	.028	.032	.029	.041	.023	.032	.016	.026	.000	.043
c3	(.104)	.056	.082	.098	.099	.103	.167	.113	.106	.101	.114	.121	.126	.138	.103	.096	.129
p1	(.002)	.000	.002	.005	.004	.002	.003	.000	.002	.003	.000	.000	.002	.002	.000	.083	.003
l3	(.024)	.009	.017	.016	.016	.016	.028	.018	.031	.027	.038	.033	.026	.030	.077	.000	.040
f1	(.002)	.000	.000	.000	.003	.004	.001	.003	.000	.005	.000	.000	.000	.007	.000	.005	.000
l1	(.002)	.000	.000	.002	.001	.001	.003	.001	.004	.003	.009	.000	.003	.005	.000	.000	.003
i1	(.001)	.000	.000	.000	.000	.001	.001	.000	.000	.002	.003	.000	.000	.002	.000	.000	.000

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

BLIOGRAFIA

- Abbott, I. A. & Hollenberg, G. J. 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press, Stanford, California, 827 pp.
- Alveal, K. 1970. Estudios ficoecológicos en la región costera de Valparaíso. *Rev. Biol. mar.*, Valparaíso **14**: 7-88.
- Basson, P.W., Hardy J.J. & Lakkis V. 1976. Ecology of marine macroalgae in relation to pollution along the coast of Lebanon. *Acta Adriat.* **18**:307-325.
- Bliding, C. 1963. A critical survey of European taxa in the Ulvales. Part. I. *Capsosiphon*, *Percusaria*, *Blidingia*, *Enteromorpha*. *Opera Botanica*, Soc. Bot. Lund, **8**:1-160
- Boraso, A. L. 1975. Los géneros *Enteromorpha*, *Blidingia* y *Percusaria* (Algae, Chlorophyta) en las costas atlánticas argentinas. *Darwiniana* **19**(2-4):295-311.
- Boraso, A. L. & Zaixso H.E. 1996. Asociaciones de macroalgas intermareales en el golfo San José (Provincia del Chubut, Argentina). *Naturalia patagónica*, Ciencias Biológicas **4**:47-64.
- Braga, Y. 1970. Flora marina bentónica de Bahía de Guanabara e cercanías: I. Chlorophyta. *Inst. de Pesquisas da marinha Publ.* **42**:55
- Burrows, E. M. 1958. Sublittoral algal populations in Port Erin Bay, Isle of Man. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **37**: 687-703.
- Callebau Cardú, J. & Borzone, C. A. 1979. Observaciones ecológicas del infralitoral de Puerto Deseado (Provincia de Santa Cruz, Argentina) I. Península Foca. *Ecosur. Argentina.* **6**(11): 45-54.
- Cecere E., Cormaci M. & Furnari G. 1991. The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (Southern-Italy): a re-assessment. *Bot. Mar.* **34**: 221-227.
- Chamberlain, Y. M. 1965. Marine algae of Gough Island. *Bull. Brit. Mus. nat. Hist. Bot.* **3**: 175-232.
- Daly, M. A. & Mathieson, A. 1977. The effects of sand movement on intertidal seaweeds and selected invertebrates at Bound Rock, New Hampshire, USA. *Mar. Biol.* **43**: 45-55.
- Farrel, E., Critchley & Cid, L. 1995. Análisis multivariado de comunidades de algas. En *Manual de Métodos Ficológicos*. Alveal, K., Ferrario, M.E., Oliveira, E. C. & Sar, E. (eds.) Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 795-823.
- Feldmann, J. 1937. Les algues marines de la côte des Albères. I-III. Cyanophycées. *Rev. Algol.* **9**: 141-335
- Feruglio, E. 1950. Descripción geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires. Tomo II, pp. 349.
- Gauch, H. G. 1989. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press, New York, 257 pp.
- Giaccone, G. 1991. The algae in the management and treatment of wastewater disposal. *Oebalia*, **8**(1):121-130.
- Grenager, B. 1957. Algological observation from the polluted area of Oslofjord. *Nytt. Mag. Bot.* **5**: 41-60.
- Kapraun, D. 1970. Field and culture studies of *Ulva* and *Enteromorpha* in the vicinity of Port Kansas. *Texas Contribution on Marine Science.* **25**: 205-285.
- Koeman, R.P.T. & C. van den Hoek. 1982. The taxonomy of *Enteromorpha* Link, 1820 (Chlorophyceae) in The Netherlands. II: The section Proliferae. *Cryptogamie-Algologie*, **3**(1):37-70.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1979. *Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques*. Masson et les Presses de l'Université du Québec, Paris, 247 pp.
- Leonardi, P. & Caceres, E. 1991. Ultrastructure of fresh-water alga *Enteromorpha flexuosa* ssp. *pilifera* (Ulvophyceae, Chlorophyta) II. Vegetative structure. *Nova Hedwigia.* **53**: 545-552.
- Pringle, J. D. 1975. Studies on variation in three taxa of *Enteromorpha*. Ph. D. Thesis, Dalhousie. Univ. Halifax Canada, 237 pp.
- Rico, A., Pérez, L. & Perales, S. 1993. Especies del género *Enteromorpha* (Chlorophyta) en los alrededores de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. *Naturalia Patagónica*, Ciencias Biológicas **1**:103-107
- SHN (Servicio de Hidrografía Naval) 1989, 1990 y 1991. Tablas de marea para

S. Perales *et al.*: *Enteromorpha* factores ambientales sobre su distribución

- puertos de la Republica Argentina y algunos puertos de Brasil, Uruguay y Chile. Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina.
- Suarez, A. 1973. Catálogo de las algas Cubanas. Univ. Habana Ser.8, Invest. mar. 2-107.
- Taylor, W. R. 1957. Marine algae of the Northeastern Coast of North America. Univ. Michigan Press. Ann Arbor, 509 pp.
- Tewari, A. 1972. The effect of sewage pollution on *Enteromorpha prolifera* growing under natural habitat. Bot.Mar. **15**:167.
- Trono, G. 1973. Studies on the marine benthic Chlorophyta of Puerto Galera, Oriental Mindoro, Philippines. Univ. Philipp., nat. Sci. Res. Coun. tech. Rep. 1, 50 pp.
- Waern, M. 1952. Rocky-shore Algae in the Oregründ Archipelago. Acta Phytogeográfica Suecica **30**: 1-298.
- Yoshida, K. 1970. Studies on germling development and life history in Ulvaceae and Monostromaceae. I. Publ. Seto Mar. Lab. **17**: 403-428.
- Young, A. J. , Collins J. C. & Russell, G. 1984. Ultrastructural characterization of taxa in the genus *Enteromorpha*. En Systematics Association Special Volume N°27. "Systematics of the green algae". Irvine D. E. G & John, D. M. (eds.) Academic Press, London & Orlando, 343-351.
- Zaixso, H. E. & Pastor, C. T. 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitílidos de la ría Deseado. I. Distribución y análisis biocenótico. Ecosur, Argentina, **4**: 1-46.
- Zaixso, H.E.; Boraso de Zaixso, A.L. & López Gappa, J.J.. 1978. Observaciones sobre el mesolitoral rocoso de la zona de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). Ecosur, Argentina **5** (10):119-130.

Naturalia patagónica, 1: 72-82 (2002)

**DIVERSIDAD MORFOLOGICA DE *PROSOPIS DENUDANS*
EN LA PATAGONIA CENTRAL**

**Morphological diversity of *Prosopis denudans* in central
Patagonia**

Mónica Stronati, María E. Arce y Mabel S. Feijóo

Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco; Facultad de Ciencias Naturales; Departamento de Biología General. Ciudad universitaria Km 4 (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

Prosopis denudans Bentham es una especie xerofítica endémica de la Patagonia adaptada a la estepa arbustiva semidesértica. Se distribuye formando grupos más o menos numerosos y es apreciada desde muy antiguo por los pobladores rurales como leña, forraje y abrigo para la fauna y el ganado. Presenta variedades que se diferencian en algunos caracteres del fruto. El objetivo del trabajo es evaluar la diversidad morfológica de *P. denudans* en el área de estudio. En individuos provenientes de distintas localidades del área comprendida entre las latitudes 44 ° S y 47° S y longitudes 66° W y 69° W, se tomaron a campo parámetros relativos al porte y se colectaron ejemplares de herbario. En laboratorio se determinaron variables cualitativas y cuantitativas: foliares, caulinares y carpológicas. Se

M. Stronati *et al.*: Diversidad morfológica de *Prosopis denudans*

aplicó análisis multivariado a los datos obtenidos. De los resultados surge que *P. denudans* no muestra diferencias morfológicas apreciables en los caracteres vegetativos entre los distintos sitios de colección. Los parámetros de longitud y forma relativos a fruto presentaron variación intra e interpoblacional, lo cual indica que serán necesarias más colecciones y análisis para confirmar la presencia de variedades.

Palabras clave: *Prosopis denudans*- Variedades- Evaluación- Diversidad morfológica- Patagonia

ABSTRACT

Prosopis denudans Bentham is a xerophitic specie endemic of Patagonia adapted to the shrubby semidesertic steppe. This specie, which distributes in groups of several plants, has been appreciated by rurals settlers since long time ago as fire wood, forage and protection to fauna and livestock. The varieties separation is based in some fruit's characteres. The object of this work is to evaluate the morphological diversity of *P. denudans* in the study area. In different localities of an area comprised between latitudes 44° S and 47° S, and longitudes 66° W and 69° W, size parameters were taken in the field and herbarium specimens were colected. Qualitative and quantitative variables: foliar, caulinar and carpologic, were determined in laboratory. The data were analysed applying multivariate analysis. The results showed that morphological diversity in vegetative characters was not appreciable between the different places of colection. Fruit's lenght and shape parameters showed intra and interpoblational variation. This suggest it will be necessary more colecciones and analysis in order to confirm the presence of varieties.

Key words: *Prosopis denudans*- Varieties- Evaluation- morphological diversity- Patagonia.

INTRODUCCION

Las leguminosas son componentes naturales de las áreas áridas y semiáridas. Entre ellas se encuentra el género *Prosopis* difundido en Africa, Asia y América, que es utilizado por los pobladores como arbusto multipropósito. Actualmente se prioriza la colección y selección hacia ecotipos promisorios para forraje, protección y adaptación a distintos tipos de estrés (Agrawal,

1996, Choukr *et al*, 1995, Goel *et al*, 1996, Galera *et al*, 1996).

Prosopis denudans Bentham es una especie xerofítica endémica de la región Patagónica. Se distribuye formando grupos más o menos numerosos en las estepas arbustivas y matorrales. Es apreciada desde muy antiguo por pobladores rurales como leña (Ancibor y Pérez de Micou, 1995), forraje y abrigo para la fauna y el ganado (Burkart, 1952).

Es un arbusto espinoso que

alcanza los 2 m de altura, de follaje caedizo con flores dispuestas en racimos espiciformes axilares. El fruto corresponde a una legumbre modificada indehiscente llamada lomento drupáceo. Burkart (1976) describe tres variedades: *P. denudans* var. *denudans*, *P. denudans* var. *estenocarpa* y *P. denudans* var. *patagonica*, que se diferencian por algunos caracteres del fruto. En estudios recientes de aspectos reproductivos en una población (Arce *et al.*, 1998) se informan diferencias significativas en parámetros cuali-cuantitativos del fruto.

La explotación de las especies leñosas como fuente de combustible ha diezmando las poblaciones de los arbustos más valiosos entre los que se encuentra la especie objeto de estudio.

La prospección, recolección de germoplasma y la evaluación de las especies de una región son necesarias para realizar un uso sostenible de los recursos biológicos tendientes a su conservación.

El objetivo de este trabajo es evaluar la diversidad morfológica de *P. denudans* en el área de estudio.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio, como muestra la figura 1, se halla comprendida entre las latitudes 44° S y 47° S y las longitudes 66° W y 69° W.

Se caracteriza por presentar mesetas coronadas por gravas y faldeos con sedimentos arenarcillosos y afloramientos de basaltos en distintos lugares.

Florísticamente se halla inscrita en los Distritos Fitogeográficos Golfo San Jorge y Central con los Subdistritos Chubutense y Santacrucesense (Soriano, 1956).

Climáticamente le corresponde un clima Arido, según Thornthwaite, y se encuentran representadas las zonas climáticas: árida inferior, árida superior y semiárida inferior (UNESCO, 1977). La temperatura media anual varía entre 9° y 13° C.

La precipitación media anual va de 125 mm a 250 mm. Prevalen los vientos del cuadrante oeste con una frecuencia máxima de 50,5 %, correspondiente a Comodoro Rivadavia, período 1941-50 (Beeskow *et al.*, 1987).

MATERIALES Y METODOS

En 28 individuos provenientes de siete localidades del área de estudio se tomaron parámetros relativos al porte y se colectaron ejemplares de herbario. El número de individuos muestreados por localidad fue variable dependiendo de la distribución de los ejemplares y extensión de la misma. En laboratorio se determinaron variables cualitativas y cuantitativas: foliares, caulinares y carpológicas. Los datos de cada carácter son promedio de 10 valores obtenidos por ejemplar en cada una de las localidades. El dosel es promedio de dos diámetros perpendiculares del área de proyección del ejemplar en el suelo. Número y diámetro de ramificaciones se registraron en la base del arbusto. La longitud de entrenudos se midió excluyendo el crecimiento del último período

vegetativo. En la tabla I se muestran los parámetros medidos.

La evaluación de las procedencias se analizó mediante dos técnicas. La de clasificación UPGMA (agrupamiento jerárquico según la media aritmética), donde la semejanza entre las u.m. fue analizada mediante el coeficiente de distancia Euclidiana que remarca las diferencias.

Para la técnica de ordenación PCA (análisis de componentes principales) estandarizado, basado en una matriz de correlación, se utilizó el programa CANOCO (Ter Braak, 1987-1990).

Los resultados de los métodos utilizados fueron comparados con los parámetros analizados.

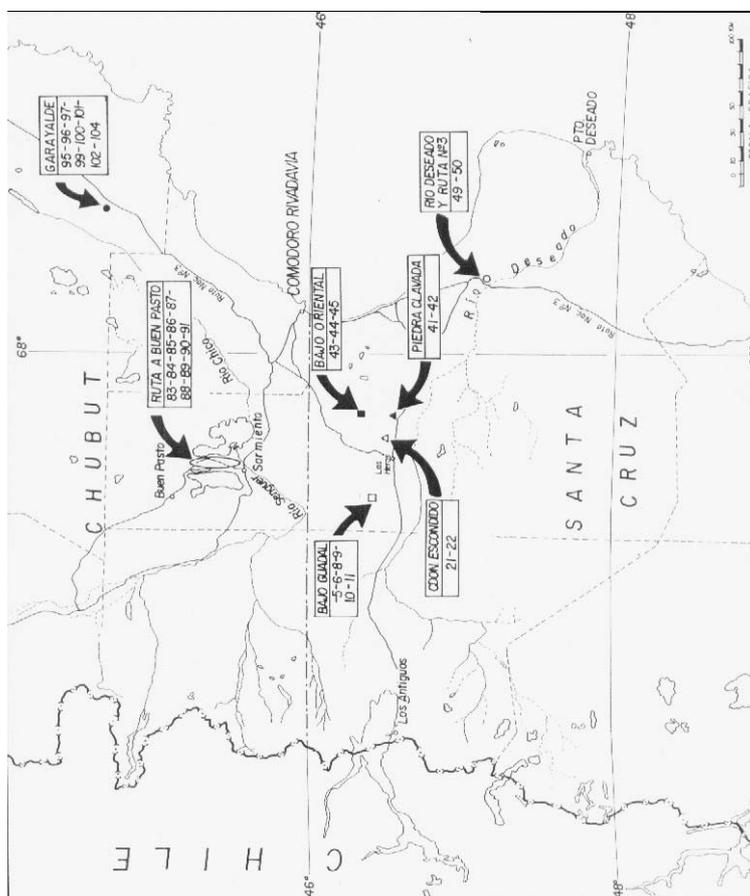


Figura 1: Area de estudio de *Prosopis denudans*, localidades y procedencias.

TABLA I : CARACTERES UTILIZADOS

CARÁCTER	ESTADOS	CODIFICACION
ALTURA	-	-
DOSEL	-	-
N° DE RAMIFICACIONES	-	-
DIAMETRO DE RAMIFICACIONES	-	-
LONG. DE ENTRENUDO	-	-
HOJAS POR BRAQUIBLASTO	-	-
ANCHO DE FOLIOLO	-	-
LONGITUD DE FOLIOLO	-	-
FORMA DEL FOLIOLO	OBLONGO	00
	OBLONGO ANGOSTO	10
	OBLONGO LORIFORME	01
FOLIOLOS POR HOJA	-	-
LONGITUD DE RAQUIS	-	-
LONGITUD DE ESPINAS	-	-
COLOR DE ESPINAS	GRIS	00
	AMARILLO	01
LONGITUD DEL FRUTO	-	-
ANCHO DEL FRUTO	-	-
PILOSIDAD DEL FRUTO	GLABRO	0 0
	PILOSO	10
FORMA DEL FRUTO	RECTA, ABIERTA Y ESPIRALADA	00000
	RECTA	00001
	ABIERTA	00010
	ESPIRALADA	00100
	ABIERTA Y RECTA	Y 01000
	ABIERTA Y ESPIRALADA	Y 10000

RESULTADOS

1. Clasificación con UPGMA

Como resultado de la clasificación con UPGMA se obtuvo un grupo relativamente homogéneo cuya variabilidad

morfológica intraespecífica es notable, integrado por 25 unidades muestrales. Dos u.m. constituyen un grupo y la u.m. 85 se separa del resto (outlier), como se muestra en la figura 2.

La localización geográfica

M. Stronati *et al.*: Diversidad morfológica de *Prosopis denudans*

de los individuos no se corresponde con su ubicación en el fenograma.

Localidades distantes

aparecen asociadas mientras que individuos de la misma localidad o de áreas cercanas generalmente no se encuentran relacionados.

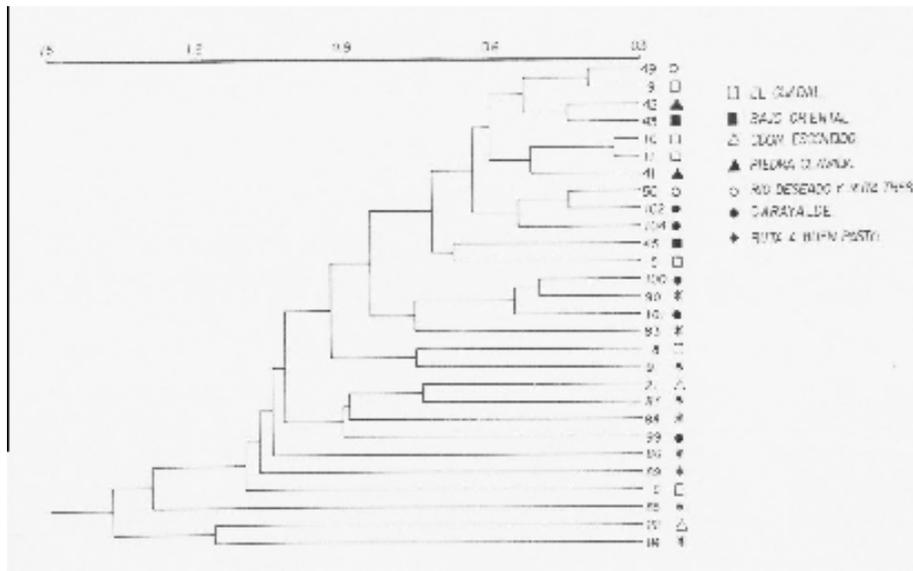


Figura 2: Clasificación con UPGMA de las procedencias con indicación de las localidades.

2. Análisis de componentes principales

Los resultados de PCA estandarizado se muestran en un diagrama de ordenación simple (biplot) donde están representados a la misma escala y con los ejes alineados las unidades muestrales y las variables morfológicas cuantitativas y nominales (fig.3).

El análisis por componentes principales muestra que más del 90 % de la varianza está explicada por los componentes I y II .

Este análisis permitió examinar la incidencia de la variabilidad de los parámetros en la discriminación de las muestras el

componente 1 está descripto por características como dosel, altura, longitud de espinas y entrenudos, ancho del folíolo, ancho y longitud de fruto; mientras el componente 2 está explicado por la y los parámetros relativos a las hojas (forma y longitud de folíolo, longitud del raquis, hojas por braquiblasto y folíolos por hoja) y contorno de ramas. El método genera un gran grupo de individuos, un grupo menor y muestras netamente diferenciadas y aisladas. Coincide con el análisis de agrupamiento en la separación de las muestras 22 y 84.

DISCUSION

Los parámetros relativos a porte, fruto, espinas y folíolos fueron los que mostraron mayor variabilidad. El color del fruto varió de castaño rojizo a pardo oscuro. La forma, longitud y ancho del mismo variaron dentro y entre los individuos. Estos parámetros que determinaron la formación de grupos permite definirlos como caracteres relevantes de la variabilidad dentro de la especie.

La longitud promedio fue $\xi = 9,24 \pm 2,38$ cm y el ancho promedio de $\xi = 0,68$ cm $\pm 0,48$, estos valores están fuera de los rangos establecidos por Burkart (1976).

Las características de las hojas compuestas de la especie responden en general a lo descrito en la bibliografía (Burkart, op. cit.; Correa, 1984). Están constituidas por folíolos oblongos y de acuerdo a Hickey (1974) se determinaron dos tipos: oblongo angosto y loriforme. El primero fue el más común.

En todas las localidades el porte, en cuanto a dosel y altura de los individuos, fue variable. Se observaron individuos morfológicamente diferentes, con respecto a la ramificación. Se encontraron algunos ejemplares con megablastos basales y numerosos, muy elongados y delgados, que otorgan a la planta un aspecto laxo, con una arquitectura abierta; y otros con ramas basales de diámetro mayor, muy ramificadas y con entrenudos cortos, que le dan un aspecto más denso.

La variabilidad morfológica

observada dentro y entre localidades se manifiesta como un continuo.

Los resultados obtenidos con los diferentes métodos de análisis son semejantes en cuanto a la formación dos grupos y unidades muestrales que se separan por diferentes características.

El grupo principal muestra una gradación en relación a la forma fruto desde recto a espiralado. El segundo grupo se caracteriza por la forma del folíolo oblongo loriforme.

Las unidades muestrales dispersas 22 y 84 se separan por la forma (abierto recto) y longitud del fruto en el primer caso, y por caracteres relacionados con el porte de la planta en el segundo.

La localización geográfica de los individuos no estuvo relacionada con su agrupación en los fenogramas, localidades distantes aparecieron asociadas mientras que los individuos de la misma localidad o de áreas cercanas generalmente no presentaron asociaciones definidas.

El conjunto de muestras se comporta como un grupo heterogéneo que podría responder a factores como la edad de la planta, el uso del recurso y/o el potencial de desarrollo del lugar donde se encuentra.

Las muestras que aparecen aisladas podrían ser morfotipos valiosos para su colección y conservación.

Burghardt *et al.* (1998) analizaron las relaciones fenéticas entre las especies de la serie Denudantes del Género *Prosopis* (Mimosaceae) e indicaron que individuos previamente

determinados como pertenecientes a una misma entidad se agrupan estrictamente, estableciéndose una neta separación entre grupos de individuos de distintas especies y aun de variedades, siendo la afinidad entre las variedades de *P. denudans* mayor que la existente entre éstas y las otras especies, lo que las ubica bien como entidades pertenecientes a la misma especie.

Exicatas citan la presencia en la región de estas variedades pero los resultados obtenidos no las confirman.

De la evaluación de las procedencias surge que:

Prosopis denudans aparece en el área de estudio con un alto polimorfismo en algunos caracteres como los relativos a fruto o porte pero sin discontinuidades salvo en algunas muestras aisladas.

Existen formas valiosas con miras a la conservación y uso sostenible del recurso.

La evaluación realizada no permitió confirmar la presencia de las variedades en el área de estudio.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Lic. Héctor Zaixso por el asesoramiento brindado en el análisis estadístico y la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Agrawal, A. A. 1996. Reforestation in Ecuador's dry forest. *Desert-Plants*. 12, 1: 12-14
- Ancibor, E. y C. Pérez de Micou, 1995. Identification of

- firewood species in the archaeological record of the Patagonian Steppe. *J. Ethnobiol.* 15,(2): 189-200
- Arce, M.E., Feijóo, M. S. & Stronati, M. S. 1998. Aspectos reproductivos de *Prosopis denudans* Benth. XXVI Jornadas Argentinas de Botánica. Río Cuarto. Córdoba. Argentina. Resúmenes:97.
- Beeskow, A.M., Del Valle, H.F. Y Rostagno, C.M. 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia del Chubut, Argentina. S.C. de Bariloche, Río Negro, SECYT. Delegación Regional Patagónica. 173 pp.
- Burkart, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. Acmé Agency. 2° Ed. Bs.As. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae-Subf. Mimosoideae). *J. Arnold Arbor.* 57 (3): 219-249 y 57 (4): 450-525.
- Burghardt, A. D., Marchesini, M.I., Saurez, A. A. & Palacios, R. A., 1998. Relaciones fenéticas entre las especies de la Serie Denudantes del género *Prosopis* L. (Mimosaceae). XXVI Jornadas Argentina de Botánica. Río Cuarto. Resúmenes: 234.
- Choukr, Allah, R; Choukr, Allah, R (ED.); Malcolm, CV (ED.) & Hamdy, A. 1995.

M. Stronati *et al.*: Diversidad morfológica de *Prosopis denudans*

- The potential of halophytes in the development and rehabilitation of arid and semi-arid zones. Halophytes-and-biosaline-agriculture: 3-13
- Correa, M. 1984. Flora Patagónica. Col. Científica INTA. VIII. Parte IV b. Bs. As..
- Galera, F. M and West, N. E. 1996. The genus *Prosopis*: a contribution to sustainable development of semiarid and arid land. Rangelands in a sustainable biosphere. Proceedings of the Fifth International Rangeland Congress, Salt Lake City, Utah, USA, 23-28 July, 1995. 1:167-168
- Goel, V.L and Behl, H. M. 1996. Variation in thorn character within and among *Prosopis* species and vegetative multiplication of selected genotypes. Indian Journal of Forestry. 19 (2): 132-136
- Hickey, L. J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledoneas. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 16 (1-2): 1-26.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Rev. Inv. Agric.* Buenos Aires 10:323-348.
- UNESCO, 1977. Mapa de la distribución mundial de las Zonas Áridas. MAB. Notas técnicas 7. París

DETERMINACIÓN DE 4-HEXILRESORCINOL EN LANGOSTINO POR MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO.

4-hexylresorcinol determination by spectrophotometric method in shrimp.

Susana Risso, Roberto Cerda, Vilma Balzaretti.

Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Km 4. Comodoro Rivadavia (9000). Chubut, Argentina

RESUMEN

La melanosis es un proceso enzimático que afecta al langostino deteriorando sus caracteres organolépticos y ocasiona pérdidas económicas importantes.

En el presente trabajo se realiza la determinación del aditivo 4-hexilresorcinol por espectrofotometría UV. Este aditivo ha sido experimentado desde hace mucho tiempo y es considerado como compuesto seguro para el empleo en la industria alimenticia. Con la metodología propuesta se han obtenido resultados satisfactorios. Además la misma es sencilla y de bajo costo para implementar en los laboratorios de control de calidad.

SUMMARY

Melanosis is an enzymatic processes spoil meat shrimp, that affect sensory evaluation and seafood industry lose an important amount of many.

In the present work we developed 4-hexylresorcinol determination by UV spectrophotometric method for shrimp meat.

This additive has been employed since many years ago and is consider a safe compound in food industry.

The results were satisfactory with this methodology. The method will be use to quality control laboratories because it is simply and cheaper.

INTRODUCCIÓN

El langostino (*Pleoticus muelleri*) es un marisco de gran aceptación en el mercado nacional e internacional.

En 1988 sextuplicó sus exportaciones en tonelaje y en dólares. Sus envíos pasaron de 2.300 toneladas (U \$ S 19 millones) en 1987 a 22.000 toneladas (U \$ S 133 millones) en 1993. Durante 1992 -año record de exportaciones, 25.000 toneladas- el langostino desplazó a la merluza con el 33 % del total medido en términos monetarios. En el año 1998 las exportaciones de este crustáceo alcanzaron los 200 millones de dólares (Fernández, 2000).

Dada la importancia económica del recurso, resulta fundamental la investigación del empleo de aditivos para evitar el pardeamiento de la carne.

La carne de este crustáceo sufre un proceso de ennegrecimiento o pardeamiento de origen enzimático que afecta las características visuales. La melanosis o pardeamiento del langostino, es una reacción química causada por una enzima endógena que forma pigmentos coloreados insolubles (Savagaon & Sreenivasan, 1978). Dicha enzima es una polifenoloxidasas (PPO, EC 1.14.18.1, Figura 1) que permanece activa durante la refrigeración, el almacenamiento en hielo y el descongelamiento. Este problema es común a muchas especies comercializables de langostino, y tiene un impacto negativo en su valor comercial y en la aceptación del producto por parte del

consumidor (Camber *et al.*, 1957).

El metabisulfito de sodio ha sido el aditivo más empleado para evitar la melanosis desde la década de los años 50 en la industria pesquera de langostino (Slattery *et al.* 1990). Las reacciones adversas que origina este compuesto en la salud humana ha originado que se sigan estudiando otros aditivos para la prevención de la melanosis, y se reemplace el empleo de sulfito en los alimentos (Otwell *et al.*, 1992) y para nuestro caso en langostino. En individuos sensibles al metabisulfito se dan reacciones adversas como crisis asmáticas que en algunos casos son severas y pueden producir riesgo de muerte, otras reacciones son de tipo cutáneas (urticaria), diarrea, shock anafiláctico con constricción bronquial, dolores de cabeza, dolores abdominales, náuseas y vómitos (Rodríguez Da Silva, 1988).

Muchos resorcinoles sustituidos en posición 4 son efectivos para la inhibición del pardeamiento (Mc Evily *et al.*, 1990), como por ejemplo el 4-hexilresorcinol (Figura 2), agente inhibitorio de la enzima polifenoloxidasas (Figura 3).

El 4-hexylresorcinol se considera un aditivo seguro (GRAS, General Recognized As Safe) para la salud humana (Federal Register, 1988b) y ha sido empleado como medicamento desde varias décadas atrás como antiséptico urinario (Leonard, 1924), como antihelmíntico (Lamson *et al.*, 1935 y Japan Tokai, 1989a) y como componente en gomas de mascar en el tratamiento de la inflamación de garganta a una concentración

S. Risso *et al.*: Determinación de 4-hexilresorcinol en langostino

de 1200 ppm (Japan Tokai 1989b). Una revisión realizada sobre este aditivo en los aspectos toxicológicos, mutagénicos, carcinogénicos y alergénicos ha determinado que el 4-hexilresorcinol no presenta riesgos para los niveles que se emplean en el tratamiento del langostino (Fankos *et al.*, 1991).

La metodología propuesta por King *et al.* (1991); para la detección de este aditivo en carne de langostino rosado utiliza cromatografía líquida con detector UV eliminando la interferencia de los pigmentos por el empleo de columnas comerciales. Si bien la metodología no es complicada implica la disponibilidad de instrumental y material de mayor costo que la detección por

espectrofotometría UV presente en cualquier laboratorio de análisis químicos.

La determinación del 4-hexilresorcinol por un análisis espectrofotométrico UV en la carne de langostino *Pleoticus muelleri* está sujeto a la interferencia por la presencia de pigmentos (astaxantinas) de color rosado-anaranjado típico del organismo.

Para resolver este problema el objetivo de este trabajo fue el desarrollo de una metodología de laboratorio sencilla, adecuada y económica para separar los pigmentos presentes en la carne de la especie *Pleoticus muelleri* que interfieren en la determinación del compuesto por espectrofotometría UV del residuo del aditivo 4-hexilresorcinol.

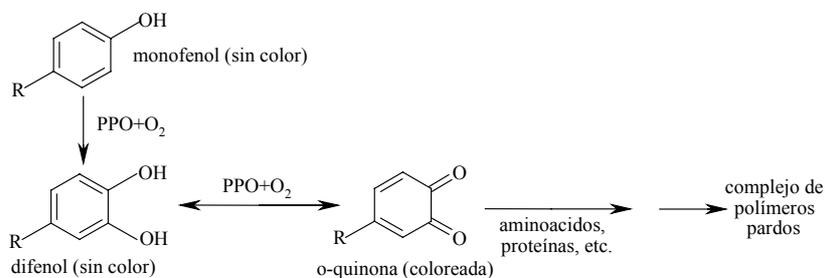


Figura 1. Pardeamiento enzimático: mecanismo de acción de la polifenoloxidasasa (Lambrecht, 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron pruebas en el empleo del aditivo 4-hexilresorcinol para la prevención de la melanosis en langostino argentino *Pleoticus muelleri*, capturados por embarcaciones de pesca costera y desembarcados en el Puerto de Comodoro Rivadavia. Se desarrolló posteriormente la valoración de la cantidad remanente del mismo en la carne, empleando un método espectrofotométrico y se comparó con un blanco de muestra que no tenía el aditivo.

Preparación de la muestra con aditivo:

Un lote de 25 langostinos fue bañado durante un minuto en una solución de 50 ppm de 4-hexilresorcinol (Sigma, H 6250), preparada con agua de mar, con pH 8,04, y se guardó en heladera a 0 ° C durante 10 días para posteriormente realizar la extracción del aditivo. Cada ejemplar fue pelado manualmente y con su carne, correspondiente al abdomen (pleon), se realizó una pasta homogénea en una procesadora de carne, este ensayo se realizó por cuatuplicado.

Extracción del 4-hexilresorcinol:

De la pasta homogénea de la carne se pesaron 4 muestras de 10 gramos cada una. A cada muestra se le agregó 25 ml de agua destilada, acidificada a pH: 5 y se homogeneizó con un vortex durante 5 minutos. Cada homogeneizado se transfirió a un tubo de centrifuga, previamente lavado con acetato de

etilo, se le agregó 20 ml de acetato de etilo se homogeneizó nuevamente en vortex. A continuación se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos. La fase superior de acetato de etilo (sobrenadante), que contenía el aditivo, se extrajo con pipeta Pasteur y se lavó la muestra 2 veces más con porciones de 10 ml de acetato de etilo nuevo, centrifugando en cada ocasión. Los extractos de acetato de etilo fueron combinados, secados con sulfato de sodio anhidro y se redujo su volumen en evaporador rotatorio (Büchi) a sequedad (King *et al.*, 1991).

El residuo obtenido se disolvió con 10 ml de diclorometano y se le adicionó 10 ml de hidróxido de sodio al 10 %. En una ampolla de decantación se separaron dos fases. La fase inferior de diclorometano que contenía los pigmentos rosados de la carne se descartó y la fase acuosa superior, con el aditivo, se acidificó con ácido clorhídrico hasta pH: 4,5-5. Esta solución luego se sometió a una extracción con 10 ml de cloroformo y se le agregó 5 ml de carbonato ácido de sodio al 15 %. Nuevamente se separaron dos fases en ampolla de decantación, conservando la fase de cloroformo (inferior) con el 4-hexilresorcinol, para realizar el análisis espectrofotométrico UV (Metrolab 1700) y determinar la concentración del aditivo a una longitud de onda de 242 nm.

Muestra de carne sin aditivo

Con una muestra de 10 langostinos enteros conservados en

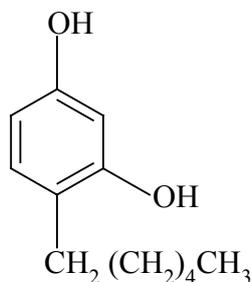
S. Risso *et al.*: Determinación de 4-hexilresorcinol en langostino

freezer (a -20°C) sin melanosis y sin aditivo se preparó un homogeneizado de la carne, previamente pelados y descabezados. A esta muestra blanco se le realizó el mismo proceso de extracción. Su valor de absorbancia fue restado a la absorbancia de las muestras con aditivo.

Curva de calibración

Una curva de calibración del compuesto 4-hexilresorcinol (Sigma 1999, H 6250) en cloroformo fue realizada empleando una solución madre del aditivo y fueron preparados 6 estándares con las siguientes concentraciones: 0,625; 1,25; 2,5; 5; 25 y 50 ppm, por

duplicado. Los datos de absorbancia (variable dependiente) y concentración del aditivo, obtenidos en la curva de calibración fueron analizados estadísticamente por medio de una regresión lineal simple, según la expresión $A = a + bC$, donde los términos A y C corresponden a absorbancia y concentración respectivamente mientras que a y b son los parámetros de la ecuación. La significación de la regresión obtenida fue examinada mediante un test "F" y el cálculo de la concentración del aditivo se realizó mediante el método denominado predicción inversa (Sokal & Rolph, 1981).



4-Hexilresorcinol.

Figura 2. Fórmula de 4-hexilresorcinol (Lambrecht, 1995).

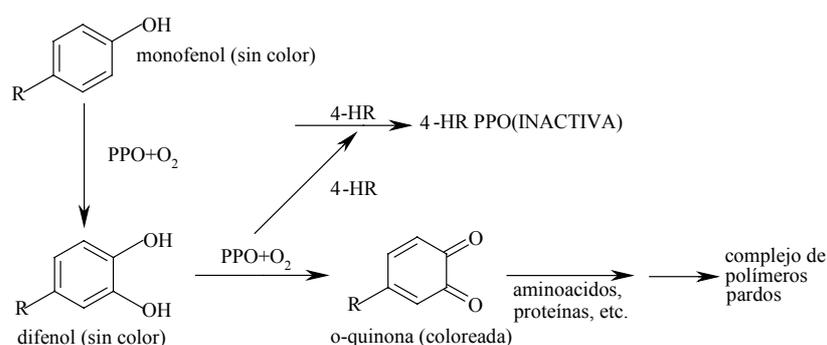


Figura 3. Mecanismo de acción del 4-hexilresorcinol en la inhibición del pardeamiento enzimático (Lambrecht, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un examen visual realizado determinó que los langostinos *P. muelleri* bañados en la solución de 50 ppm de 4-hexilresorcinol, al cabo de 10 días a 0 ° C, mantenían un buen estado de conservación organoléptica señalando la efectividad del aditivo en la inhibición de la melanosis ya que los ejemplares no presentaban manchas negras ni en las patas ni la cabeza. Otras de las características que se conservó fue la firmeza de la carne.

La adición de diclorometano y hidróxido de sodio al 10 % tuvo por objetivo extraer los pigmentos de la carne del langostino *P. muelleri* y mantener en la fase alcalina (superior) el 4-hexilresorcinol. Dicha fase fue separada mediante ampolla de decantación (250 ml) y luego trasvasada a un erlenmeyer (50 ml) en dónde se acidificó con ácido clorhídrico hasta pH: 5, con el propósito de convertir a las sales de

ácidos grasos en sus correspondientes ácidos.

Con el objetivo de evitar la interferencia de los ácidos grasos se sometió la solución a una extracción con cloroformo y posterior agregado de bicarbonato de sodio, lo cuál permitió mantener el 4-hexilresorcinol en fase de cloroformo y a los ácidos grasos como sus correspondientes sales en la fase acuosa (superior). La fase de cloroformo, sin coloración, se empleó para la medición del 4-hexilresorcinol en un espectrofotómetro UV. Podemos señalar que la metodología propuesta en este trabajo permitió extraer los pigmentos de la carne que colorean la solución extraída con acetato de etilo.

Del análisis espectrofotométrico UV del 4-hexilresorcinol, presente en la carne del langostino al cabo de 10 días en heladera a 0° C, examinado mediante un análisis de regresión modelo 1 ($F_{(1;6)} = 692,086$ $p <$

0,05), se obtuvo una concentración promedio del aditivo de 3,32 ppm (desviación estándar $\pm 0,017$).

Estos resultados están basados en la curva de calibración (Figura 4) de comportamiento lineal simple, $A = 0,048 + 0,0074C$, con un coeficiente de determinación: 98,68%. El porcentaje de recuperación del método fue de un 99,95%. Según King *et al.* (1991) la concentración promedio de 4-hexilresorcinol en el langostino rosado (*Penaeus duorarum*) fue de 1.18 ± 0.13 ppm.

El promedio residual del 4-hexilresorcinol presente en la carne *P. muelleri* al cabo de 10 días refrigerado a 0° C es un valor que puede ser señalado como no generador de efectos adversos sobre la salud humana.

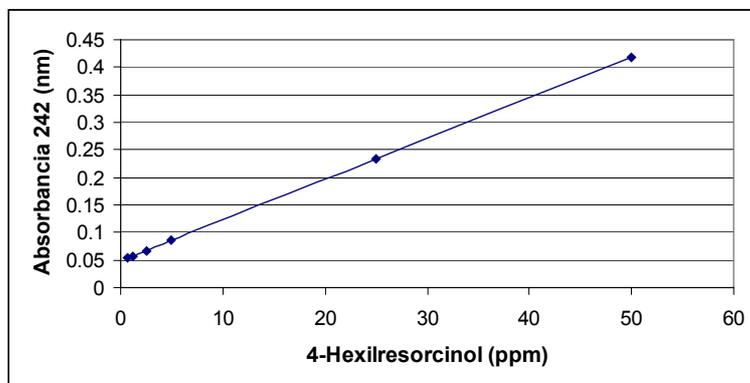
Además podemos indicar que el uso del 4-hexilresorcinol como aditivo empleado para inhibir la melanosis del langostino, ha sido efectivo basados en los parámetros organolépticos examinados. En la

actualidad la legislación Argentina de aditivos no lo registra como aditivo permitido por lo tanto sería una opción a estudiar.

El método propuesto aquí, para la determinación del 4-hexilresorcinol en la carne de *P. muelleri*, podría ser adoptado para el análisis del mencionado aditivo en otras especies de langostinos principalmente en aquellos que poseen pigmentos que podrían interferir en un análisis espectrofotométrico UV.

Por último, a las concentraciones empleadas el 4-hexilresorcinol tiene la ventaja de presentar un menor costo comparado al metabisulfito de sodio. Por ejemplo, para una solución de 50 ppm de 4-hexilresorcinol (50 miligramos/litro) el valor es 0.04275 dólares y una solución al 1,25 % de metabisulfito (12,5 gramos /litro) es de 0.975 dólares.

Figura 4. Curva de calibración del 4-hexilresorcinol en cloroformo, obtenida mediante un análisis de regresión simple lineal.



S. Risso *et al.*: Determinación de 4-hexilresorcinol en langostino

BIBLIOGRAFÍA

- Camber, C. I., Vance, M. H. & Alexander, J. E. 1957. The use of sodium bisulfite for the control of blackspot in shrimp. State of Florida Board of Conservation Technical Series N° 20.
- Fankos, V. H., Schmitt, D. F., Haws, L. C., McEvily, A. J., Iyengar, Miller, S. A., Munro, I. C., Clydesdale, F. M., Forbes, A.L., Sauer, R., 1991. Regul. Toxicol. Pharmacol 14: 202-212.
- Federal Register. 1988b. Oral health care drug products for over-the-counter human use. Tentative final monograph. 53: 2436-2461.
- Fernández, K., 2000. Informe científico. Revista Puerto. Mar del Plata. Enero 2000: 16-20.
- Japan Kokai Tokyo Koho. 1989a. Patent N° 8931711 (Japon). Warner-Lambert, Morris Plains, NJ, assignee.
- Japan Kokai Tokyo Koho. 1989b. Patent N° 8931712 (Japon). Warner-Lambert, Morris Plains, NJ, assignee.
- King, J. M., McEvily, A. J. & Iyengar, R. 1991. Liquid Chromatographic Determination of the Processing Aid 4-Hexylresorcinol in Shrimp. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 74, 6: 1003-1.
- Lambrecht, H. S., 1995. Sulfite Substitutes for the Prevention of Enzymatic Browning in Foods. American Chemical Society. Food Science Group Technical Service Division, Pfizer, Inc., Eastern Point Road, Groton, CT 06340: Chapter 24.
- Lamson, P. D., Brown, H. W. & Ward, C. B. 1935. Anthelmintic studies on alkylhydroxybenzenes. J. Pharmacol. Exper. Ther. 53: 198-217.
- Leonard, V. 1924. Hexylresorcinol. The development and clinical application of a synthetic compound possessing the experimental requirements of an ideal internal urinary antiseptic. J. Urol. 12: 585-610.
- McEvily, A. J., Iyengar, R. & Gross, A. 1990. Compositions and methods for inhibiting browning in foods. United States Patent Application N° 07/537361.
- Otwell, W. S., Iyengar, R. & McEvily A. 1992. Inhibition of Shrimp Melanosis by 4-Hexylresorcinol. J. Of Aquatic Food Product Technology, 1(1): 53-65.
- Rodriguez Da Silva, R., 1988. Considerações sobre o uso e mau uso de sais de sulfito em crustáceos. Seminario sobre Controle de Qualidade na Industria de Pescado. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Santos SP, Brasil, 25-27 julio 1988: 250-251.
- Savagaon, K. A. & Sreenivasan, A. 1978. Activation mechanism of prephenolase in lobster and shrimp. Fish Technol. 15:49-55.
- Sigma, 1999. (S H6250). Biochemical and Reagents for Life Science Research. P.O. Box 14508, St Louis, MO 63178 USA, 544.
- Slattery, S. L., Williams, D. J. & Deeth, H. C. 1990. How to use the Sodium Metabisulphite to Prevent Black Spot on Prawns. Australian Fisheries 178:38.
- Sokal, R. R. & Rolfh, F. J., 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman and Co., New York, 444-540.
- The Index Merck. 1996. Twelfth Edition, Published by Merck Research Laboratories Division of Merck & Co, Inc. Whitehouse Station, New Jersey, 4751.

MINERALOGÍA DE CEOLITAS DE LOS BASALTOS DE LA FORMACIÓN CAÑADÓN ASFALTO, PASO DE INDIOS, CHUBUT.

Mineralogy of zeolites from basalts of Cañadon Asfalto Formation, Paso de Indios, Chubut.

Enrique Estrada y Adriana Nillni

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Geología. Ciudad universitaria, Km4 . (9005) Comodoro Rivadavia. eestrada@unpata.edu.ar y adriananillni@yahoo.com.ar.

RESUMEN

Ceolitas cálcicas aparecen en coladas de basaltos que afloran en la base de la Formación Cañadón Asfalto (Jurásico medio - Jurásico superior). La mineralogía de las ceolitas fue analizada por medio de microscopio de polarización, DRX y EDAX.

En un perfil realizado al sur de Cerro Condor se determinó la presencia de venillas y cavidades irregulares constituidas por una asociación de ceolitas, caracterizadas por el buen desarrollo de sus cristales, acompañadas por ópalo, cuarzo, calcita y baritina.

En el mismo perfil se identificaron desde la base al techo, cuatro niveles mineralizados entre los cuales se observa en principio la siguiente zonación:

- a) mesolita, b) estilbita; heulandita-Ca/clinoptilolita-Ca y c) estilbita; heulandita-Ca/ clinoptilolita-Ca; analcima.

Debido a la ocurrencia en cavidades de basaltos, el alto grado de desarrollo de los cristales, su vinculación con cuarzo, calcita y baritina y la presencia de mesolita, poco común como mineral diagenético (Gottardi, 1989) la mineralización de estas ceolitas es de origen hidrotermal.

Palabras clave: Ceolitas, basaltos, DRX, EDAX.

ABSTRACT

Occurrences of calcic zeolites in basalts of Cañadon Asfalto Formation (middle to late Jurassic) were studied by means of polarized microscope, DRX and EDAX.

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

A lot of veinlets and irregular cavities were found along a profile located to the south of Cerro Condor. The zeolites are characterized by an excellent development of their crystals and they are accompanied by opal, quartz, calcite and barite.

In the same profile, from the base to the top, four mineralized levels were identified, showing apparently the next zoning: a) mesolite; b) stilbite, heulandite-Ca/clinoptilolite-Ca and c) stilbite, heulandite-Ca/clinoptilolite-Ca, analcime.

Because the zeolites occurrence in cavities of basalts, the high grade of crystal development, the association with quartz, barite and calcite and the presence of mesolite, that is uncommon like diagenetic mineral (Gottardi, 1989), this mineralization is considered of hydrothermal origin.

Key words: Zeolites, basalts, DRX, EDAX.

INTRODUCCIÓN

Las ceolitas estudiadas aparecen en coladas de basaltos que pertenecen a la Formación Cañadón Asfalto. Esta unidad consiste de una secuencia sedimentaria epiclástica con intercalaciones volcánicas, de edad Jurásico medio - Jurásico superior.

Figari y Courtade (1993), describieron la estratigrafía y los rasgos tectosedimentarios de la cuenca de Cañadón Asfalto. Los autores concluyen que esta unidad representa a diferentes etapas dentro de la evolución de cuencas de hemigraben, que van en este caso, desde el período de extensión inicial en el Triásico superior al Jurásico inferior, pasando por la formación de fosas asimétricas, fallamiento y rotación de bloques y reactivación de algunas fallas, mientras se colmata una cuenca fluvio-lacustre.

En su localidad tipo, la Formación Cañadón Asfalto, ubicada en el cañadón del mismo nombre, es cubierta en discordancia angular por sedimentitas del Grupo Chubut y más al sur apoya en discordancia sobre la Formación Lonco Trapial. En particular en la Sierra de Pichiñanes y el área de Cerro Condor se observan "intercalaciones de basaltos color verde oscuro, en ocasiones vesiculares y con amígdalas de celadonita, con alto grado de alteración" (Page et al., 1999).

Las muestras estudiadas fueron recolectadas de un perfil realizado sobre la margen sur del río Chubut, al sur del cerro Condor, donde se accede por medio de la ruta provincial N° 12 a unos 12 Km del Paso Berwin, sobre el mencionado río (Fig. 1).

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

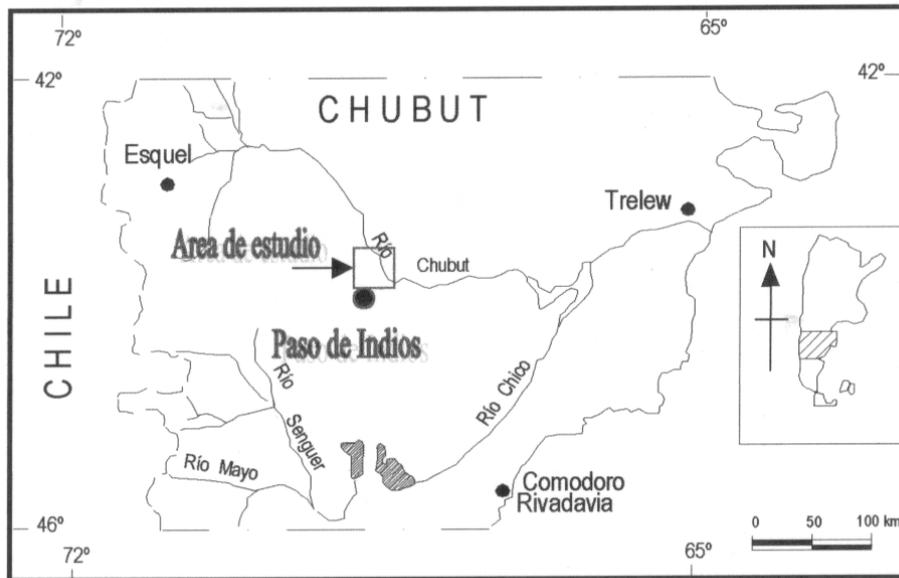


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

De base a techo aparecen en el perfil distintas coladas de basaltos olivínicos alterados, por encima conglomerados con clastos de basaltos, pelitas y areniscas con conchostracos.

La mayoría de la literatura de ceolitas en amígdalas y rellenando cavidades de rocas ígneas, particularmente de lavas básicas, muestran que contienen una gran variedad de tipos de ceolitas, con bajos contenidos de SiO_2 ; mientras que en lavas silíceas e ignimbritas están caracterizadas por escasa variedad de ceolitas silíceas, como mordenita y clinoptilolita (Hay, 1977).

La asociación de ceolitas corresponde a estilbita, heulandita-Ca, clinoptilolita-Ca, mesolita y analcima. Las mismas se alojan en los basaltos en forma de venillas verticales o subhorizontales de hasta 5 y 10cm de espesor y también aparecen como relleno de cavidades irregulares. Son asociados comunes ópalo, cuarzo y cristales euhedrales de calcita y baritina normalmente como relleno final en cavidades.

METODOLOGÍA

La identificación se realizó mediante lupa binocular, microscopio de polarización, difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. En el laboratorio se procedió al estudio de los minerales bajo la lupa binocular, para observar su hábito, asociaciones y se estudiaron microscópicamente. Para difracción se utilizó un equipo Phillips PW 1400, monocromador de grafito,

anticátodo de cobre (K α Cu), filtro de Ni y ventana de divergencia automática. El control del difractómetro para el barrido de las muestras se realizó utilizando el programa Phillips Automatic Powder Diffraction (APD) version 3.6g (1996). Los barridos fueron realizados entre 4-65 ° de 2θ . Los microanálisis se efectuaron mediante microscopio electrónico Zeiss DSM 940, con sistema LINK ISIS – Oxford, con detector de SiLi, sensibilidad 0.5%, 20kv.

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

La asociación de ceolitas se localiza en forma discontinua a lo largo de todo el perfil, sin embargo, se reconocieron 4 niveles que destacan por una fuerte alteración de los basaltos y una importante mineralización de ceolitas; los mismos se describen a continuación, de base a techo:

Nivel I: Basaltos muy alterados que poseen un intenso venilleo de ceolitas, cuarzo y calcita de color blanquecino y rojizo formando un espesor de 10 metros. Las venillas de disposición horizontal, blanquecinas, tienen un espesor de 2 a 10 cm y están formadas por mesolita, cuarzo y cristales de calcita de hasta 5 cm de tamaño. Las venillas rojizas son verticales, tienen menos de 2 cm de espesor y corresponden a la presencia de estilbita más óxidos e hidróxidos de hierro.

Nivel II: Basaltos que tienen un espesor de unos 11 metros, en donde la mineralización se localiza principalmente en la base (3metros) y luego intercala en un nivel

delgado en la parte superior. Se observaron importantes cavidades rellenas con cristales de estilbita y venillas de opalo, cuarzo y calcita en cristales más pequeños que en el nivel anterior.

Nivel III: Posee aproximadamente 19 metros de espesor y es portador de un importante venilleo color rojizo, el cual es debido a la presencia de una asociación estilbita, heulandita-Ca y clinoptilolita-Ca. La misma asociación se encuentra tapizando cavidades, en algunos casos con calcita y/o baritina.

Nivel IV: Tiene aproximadamente 18 metros, se caracteriza por ser un basalto muy alterado con mineralización en forma de venillas y relleno de cavidades de estilbita, heulandita-Ca, clinoptilolita-Ca, cuarzo, calcita y analcima las que no se distribuyen de forma homogénea a lo largo del nivel.

En el perfil descrito se observa que la mesolita se encuentra principalmente en el nivel I y en menor proporción en el nivel II, mientras que hacia los niveles superiores disminuye su presencia notablemente. La estilbita aparece en forma importante en los niveles II y III. La heulandita-Ca, clinoptilolita-Ca están principalmente asociadas en los niveles III y IV. Finalmente la analcima ha sido encontrada solo en el Nivel IV asociada con estilbita y heulandita-Ca.

IDENTIFICACIÓN DE CEOLITAS

Analcima:

Se presenta en cristales incoloros translúcidos, de hasta 1 cm de tamaño, con muy buen desarrollo de los trapezoides cúbicos (Fig 2a y 3a). Estos cristales crecen tapizando una pared de roca previamente cubierta por cristales de estilbita y por encima además, se han desarrollado cristales de calcita de hasta 2 cm.

Microscópicamente se presenta con maclas lamelares bien desarrolladas en dos direcciones (110) y (001) y birrefringencia muy baja, casi isótropa. (Fig. 3b).

La analcima se identificó mediante difracción de rayos X por sus reflexiones características a 5.60Å (211); 4.85Å (202); 3.43Å (400); 2.92Å(332) y 2.69Å (501). Ficha JCPDS 19-1180.

Químicamente Coombs (1998) define a la analcima como de composición puramente sódica ($\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]\cdot\text{H}_2\text{O}$), mientras que Gottardi y Galli (1985) proponen que la relación Si/Al de las mismas variaría entre 2 y 3. Las muestras estudiadas presentan relaciones entre 2,2 y 2,5(Si/Al) y además contenidos menores de calcio.

Heulandita-Ca:

Esta ceolita forma un agregado de cristales tabulares de color rosado a naranja, translúcidos (Fig. 3c). La morfología con la que ha crecido cada cristal corresponde al dibujo de la figura Fig. 2b. En él se observa un esquema del hábito pseudorrómbico que desarrollan los

cristales, con predominio de las caras (100) y (101).

En la base de crecimiento se observan cristales fibrosos radiales de color naranja oscuro, de aspecto mate, que corresponden a mesolita. Por encima de los cristales de heulandita en las últimas cavidades, crecen cristales tabulares de baritina.

Microscópicamente la heulandita se presenta con birrefringencia baja, gris a blanco de color de interferencia (Fig. 3d). Una característica microestructural es la presencia de extinción ligeramente ondulosa, subgranos y maclas lamelares casi perpendiculares a los límites de las caras {010}.

Se han obtenido en los cristales figuras biáxicas de signo óptico +, con $2v$ menor a 50° . Presentan alteración arcillosa muy conspicua, en los planos de clivaje o maclas.

Mediante difracción de rayos X la heulandita se identificó por sus reflexiones características a 8.96Å (020); 7.94Å (200); 4.65Å (131); 3.98Å (131); 3.97Å (240); 2.97Å (151); 2.80Å (621) y 2.72Å (061). Ficha JCPDS 41-1357.

Químicamente la heulandita muestra valores de relación Si/Al <4 en la parte central de los cristales y hacia los bordes la relación cambia y es Si/Al >4 , la cual se interpreta como el pasaje a una clinoptilolita cálcica (Coombs, 1998; Boles, 1972)

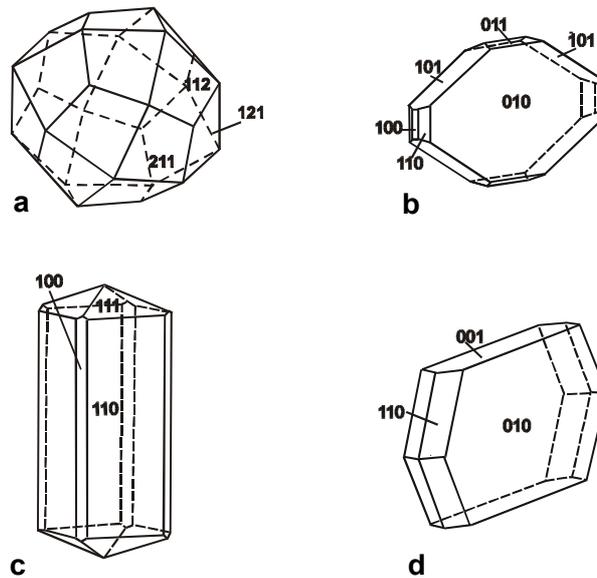


Figura 2. a) analcima; b) heulandita-clino

Mesolita:

Se presenta sola o asociada a heulandita-estilbita (Fig. 3e). Microscópicamente se reconoce a esta ceolita como un agregado radial fibroso fino, con tinción limonítica. Tiene birrefringencia baja que no pasa del color amarillo de primer orden de interferencia (Fig. 3f). En la figura 2c se representa el hábito de un cristal único de mesolita.

Mediante difracción de rayos X, este mineral se identificó por sus reflexiones características a 6.60Å (620); 5.90Å (311); 4.72Å (1200); 4.37Å (313); 3.23Å (1511); 3.17Å (315); 2.94Å (1711) y 2.89Å (1513) ficha JCPDS 24-1064.

Mesolita químicamente presenta valores de relación Na/Ca entre 0.34 y 0.59. Esta ceolita se diferencia de natrolita y escolecita porque presentan una relación entre los cationes monovalentes sobre los cationes divalentes que puede variar entre 0.39 – 0.55 (Hey, 1933; Foster, 1965; Harada *et al.*, 1968) para mesolita; cercano a 0 para escolecita y cercano a 1 para natrolita (Coombs, 1998).

Estilbita:

Este mineral desarrolla agregados de cristales tabulares, en general desordenados y por sectores con tendencia a ser radiales. Son de color rosado, naranja, algo translúcidos (Fig. 3g). Los cristales poseen clivaje perfecto según (010) y alcanzan tamaños de hasta 1 cm en el eje mayor. La forma que desarrollan se observa en la Fig. 2d. Se aprecia el predominio de las caras (010) (001) y (110).

En el microscopio (Fig. 3h) se identifican como cristales de birrefringencia baja con colores grises en secciones de relieve alto y buen clivaje según (010), y colores blanco y amarillo en secciones sin clivaje, de relieve algo menor. Poseen extinción ondulosa muy importante y algunos cristales muestran una segunda etapa de crecimiento, con una zona de crecimiento paralela a las caras del cristal (Fig. 3b). Los cristales tienen orientación largo rápido y dan figuras biáxicas de signo óptico (-), con ángulo 2V menor de 40°. Crecen aparentemente sobre cristales de mesolita, al igual que la heulandita.

La estilbita se determinó por medio de rayos X en base a sus reflexiones características a 9.13Å (020); 4.63Å (220); 4.06Å (132); 3.03Å (151) y 2.77Å (261). Ficha JCPDS 44-1479.

Químicamente esta ceolita presenta valores de Ca entre 6.5-7.5(%) y Na menores a 1(%), correspondiente a una estilbita cálcica (Coombs, 1998).

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

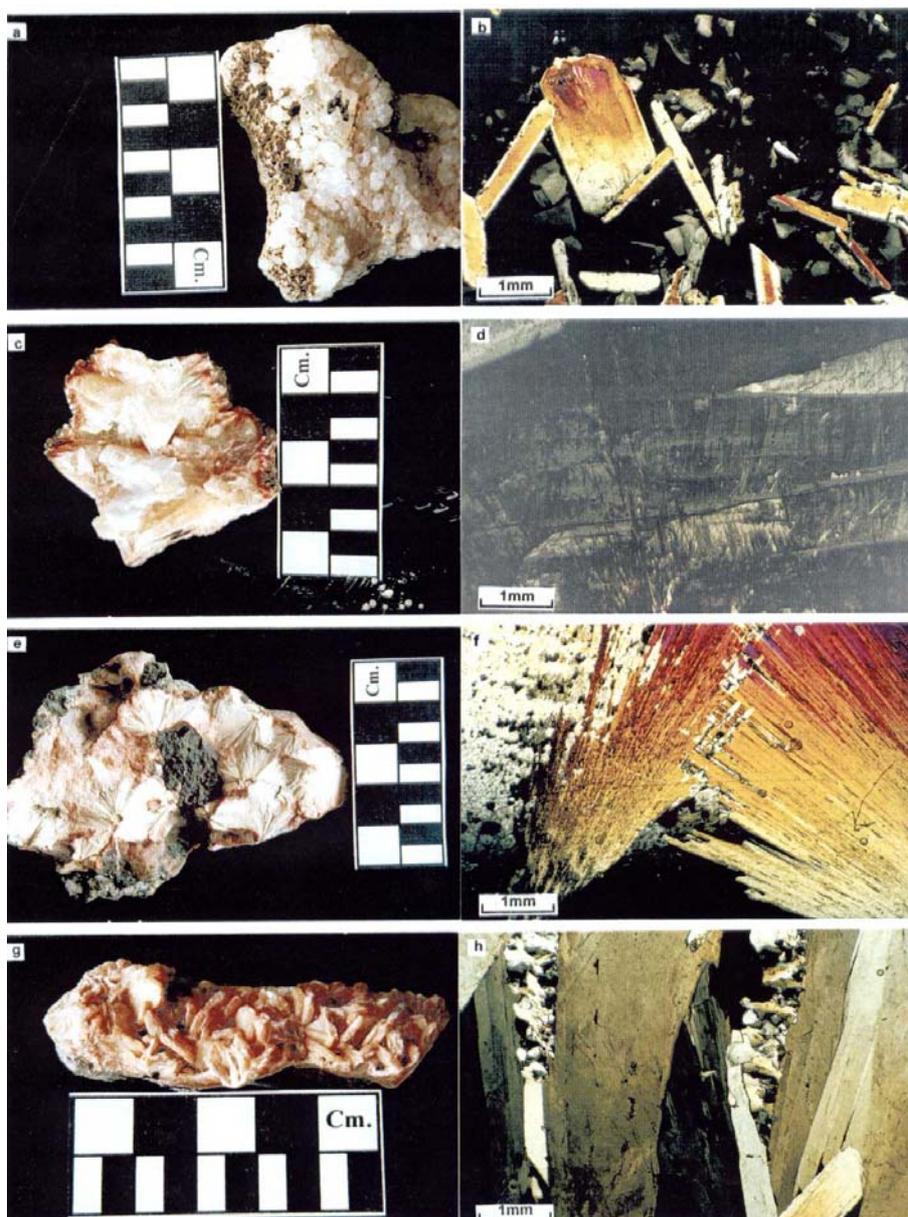


Figura 3 A) Foto de cristales trapezoédricos de analcima. B) Fotomicrografía con nicoles cruzados de analcima con birrefringencia muy baja, casi isotrópico. C) Foto de cristales tabulares, rosado naranja de heulandita. D) Fotomicrografía con nicoles cruzados de

heulandita. E) Foto de cristales radiales de mesolita. F) Fotomicrografía con nicoles cruzados de mesolita, mostrando agregado fibroso radial fino. G) Foto de cristales tabulares de estilbita. H) Fotomicrografía con nicoles cruzados de estilbita.

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

CONCLUSIONES

- La mineralización de ceolitas se encuentra acompañada por ópalo, cuarzo, calcita y baritina. A partir de la observación de las diferentes asociaciones se propone el siguiente orden de cristalización: mesolita, estilbita, heulandita-Ca/clinoptilolita-Ca, ópalo, cuarzo, analcima, calcita, baritina.

- Se observa dentro del perfil realizado una zonación que sería en principio de la base al techo:

a) mesolita, b) estilbita; heulandita-Ca/clinoptilolita-Ca y c) estilbita; heulandita-Ca/clinoptilolita-Ca; analcima.

- Una característica importante de estas ceolitas es que se presentan siempre con muy buen desarrollo cristalino y con tamaños mayores, observándose en algunos casos ejemplares de hasta 2 o 3 cm de longitud.

- La mayoría de las ceolitas son principalmente cálcicas con sodio en muy bajas concentraciones como mesolita, estilbita, heulandita-Ca y clinoptilolita-Ca. Por otra parte, la analcima que es una ceolita sódica, presenta contenidos menores de calcio (Ca).

-Se infiere que esta mineralización tiene una génesis hidrotermal por su ocurrencia en cavidades de basaltos, el alto grado de desarrollo de los cristales, su vinculación con cuarzo, calcita y baritina y la presencia importante de mesolita, poco común como mineral diagenético (Gottardi, 1989). Las temperaturas de formación serían bajas y podrían

ubicarse entre 86 a 100 °C (Iijima, 1988).

BIBLIOGRAFÍA

- Boles, J., 1972. Composition, optical properties, cell dimensions, and thermal stability of some Heulandite group zeolites. *American Mineralogist*, **57**: 1463-1493.
- Coombs, D. S., 1998. Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, **62 (4)**: 533-571.
- Harada, K.; Hara, M. and Nacao, K., 1968. Ionic substitutions in natural mesolite. *Mineralogy, Petrology and Economy Geology*. **61**: 112-115.
- Hay, R. L., 1977. Geology of zeolites in sedimentary rocks. In: Mumpton, F. (Ed.). *Mineralogy and Geology of Natural Zeolites*. Short Course. Mineral Society of America. 53-64.
- Hey, M. H., 1933. Studies on the zeolites. Part.V. Mesolite. *Miner. Mag.*, **23**: 421-447.
- Iijima, A., 1988. Diagenetic transformations of minerals exemplified by zeolites and silica minerals – A Japanese view. En: G. V. Chilingarian, y K. H. Wolf (Editores), *Diagenesis II. Developments in Sedimentology*, **43**: 147-211.
- Figari, E.G. y Courtade, S.F. 1993. Evolución tectosedimentaria de la cuenca Cañadón Asfalto, Chubut, Argentina. *Actas XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. **1**: 66-77.
- Foster, M. D., 1965. Studies of the zeolites: composition of zeolites of the natrolite group and compositional relations among thomsonites, gonnardites, and natrolites. *US Geological Survey Professional Paper 504-D*, E: 1-10.

E. Estrada y A. Nillni: Ceolitas de la Fm. Cañadón Asfalto, Chubut.

- Gottardi, G., 1989. The genesis of zeolites. *European Journal of Mineralogy*, 1: 479-487.
- Gottardi, G. and Galli, E., 1985. Natural zeolites. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 410 pp.
- Page, R., Ardolino, A., De Barrio, R.E., Franchi, M., Lizuain, A., Page, R. y Silva Nieto, D., 1999. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico del Macizo de Somún Curá, provincias de Río Negro y Chubut. En *Geología Argentina*, R. Caminos (Ed.). SEGEMAR : 460-488.
- Nullo, F., 1983. Descripción Geológica de la Hoja 45c, Pampa de Agnia, Provincia de Chubut. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires, 94 pp.

NOTA

PRIMER REGISTRO DE *NYCTICRYPHES SEMICOLLARIS* (VIEILLOT, 1816) (AVES, ROSTRASTULIDAE) EN LA CIUDAD DE COMODORO RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA.

First citation of *Nycticryphes semicollaris* (Aves, Rostrastulidae), in Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Eduardo Cabezas, Olga Giménez y Pamela Balzi.

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia. Ciudad Universitaria Km 4. (9000). Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Nycticryphes semicollaris, vulgarmente llamado aguatero o carrerito es la única especie perteneciente a la familia Rostrastulidae, localizada en la República Argentina.

La distribución más austral de esta especie según Olrog, (1979 y 1984), De la Peña (1979), Ubeda et al (1995) y Venegas Canelo (1986), sería hasta Río Negro, en la provincia fitogeográfica del Monte, con presumible presencia en Neuquén. Narosky (1987) amplía su distribución hasta el noreste de la provincia del Chubut, Navas (1994) la menciona para Neuquén y noreste del Chubut. En mayo de 1998 el Sr. Simón Gurín donó a la

Cátedra de Zoología General de la Facultad de Ciencias Naturales de esta Universidad, un espécimen muerto, como consecuencia del impacto de un proyectil en el pecho, localizado en el Barrio Roca de la ciudad de Comodoro Rivadavia. El ejemplar está preparado para colección y el rótulo es V-02 (Univ. Nac. de la Patagonia S.J.B., Departamento de Biología General). Fig.1.

Los ambientes favorables para la presencia de esta ave en la zona son las marismas costeras, donde predomina *Salicornia ambigua*, *Spartina densiflora* y quenopodiáceas exóticas, que permiten la residencia de aves

E. Cabezas *et al.*: Primer registro de *nycticryphes semicollaris*

palustres como gaviotas, gaviotines, patos, chorlitos y otros (Cabezas *et. al.*,1991) y ambientes con vegetación acuática tales como mallines, lagunas de totoras y juncos. Es destacable señalar la

presencia de esta ave tan al sur registrada por primera vez en el golfo San Jorge.

Las medidas del ave son indicadas en la tabla I.

Tabla I: Medidas del ejemplar muerto.

Longitud del culmen	40,1 mm
Longitud del pico de las ventanas nasales	4,06 mm
Profundidad del pico	4,05 mm
Longitud del ala	95,9 mm
Longitud de la cola	37,4 mm
Longitud del tarso	30,6 mm
Longitud del dedo medio	27,3 mm

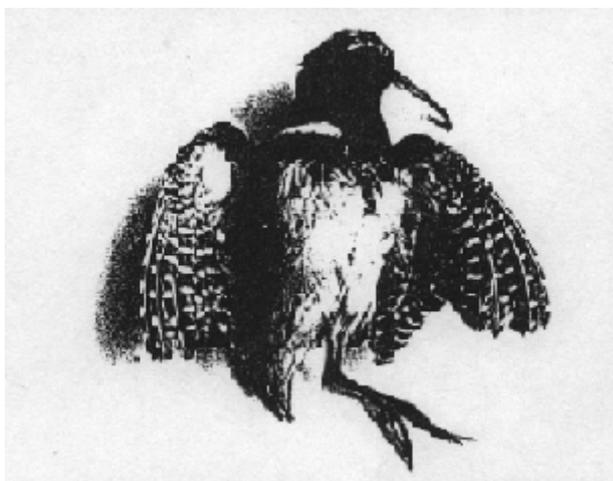


Figura 1. Especimen encontrado.

E. Cabezas *et al.*: Primer registro de *nycticryphes semicollaris*

BIBLIOGRAFÍA

de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 79 pp.

- Cabezas, E., Bustos, P. y L. Moncada. 1991. Avifauna de un ambiente marino de origen antrópico: playa Usina. UNPSJB. CENPAT. II Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Puerto Madryn, Argentina.
- De La Peña, M. 1979. Enciclopedia de las aves argentinas. Fasc. III., Editorial Colmegna S.A., Santa Fe, Argentina.
- Narosky, T. y D. Yzurieta. 1987. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Navas, J.R. 1994. Aves nuevas o poco comunes de la Patagonia. Neotrópica 40 (103-104): 93-94.
- Olrog, Claes Chr. 1979. Nueva lista de la avifauna Argentina. Opera Lilloana 27. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- Olrog, Claes Chr. 1984. La aves argentinas." Una nueva guía de campo". Industrias gráficas Alvi, (Madrid, España). 352 pp.
- Ubeda, C. et al. 1995. Recalificación del estado de conservación de la fauna silvestre argentina. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano. 94 pp.
- Venegas Canello, C. 1986. Aves de Patagonia y Tierra del Fuego Chileno-Argentina. Ediciones de la Universidad

**TESIS DE DOCTORADO DE DOCENTES E
INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
PATAGONIA SAN JUAN BOSCO
1992 - 2001**

Naturalia patagónica 1: 105-110 (2002)

**PROPUESTA DE ESTRUCTURA TAXONÓMICA DEL
GENERO DESULFOVIBRIO COMPARANDO CEPAS TIPO E
INDÍGENAS.**

Oscar Héctor Pucci

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Bioquímica. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Director: Dra. Mirta Franco. Defensa: 1992. Número total de páginas de la tesis: 180.

Palabras clave: Desulfovibrio, taxonomía numérica, biocorrosión.

El género *Desulfovibrio* integra un grupo de bacterias que tienen en común la respiración de sulfato, ser anaerobios estrictos y formar parte junto a otras bacterias en el ciclo del azufre en la naturaleza.

En ambientes industriales, tales como la recuperación secundaria de petróleo y otras donde se dan ambientes o micro ambientes anaerobios, forma consorcios bacterianos produciendo cuantiosos perjuicios económicos en instalaciones de hierro y sus aleaciones que están en contacto con el agua. Causando la denominada corrosión inducida microbiológicamente.

El aislamiento de este género bacteriano tiene muchos inconvenientes por ser un integrante minoritario en los consorcios en que está presente.

El objetivo de este trabajo es aislar cepas indígenas, identificarlas y ensayar una taxonomía numé-

rica de cepas de *Desulfovibrio* tipo y aisladas de yacimientos de la Patagonia Central.

Se trabajó en aspectos morfológicos y metabólicos-fisiológicos, los primeros fueron muy similares o idénticos entre las cepas indígenas, y en las cepas tipo presentan características que se repiten en otras reacciones.

Un aspecto importante en cuanto al metabolismo es la escasa capacidad de utilizar sustratos para su desarrollo. De 74 compuestos ensayados sólo pudieron seleccionarse 24 que cumplieron con el requisito de ser variables de una cepa a otra. Todos ellos tienen características de utilizar "sustratos incompletos" (de los que extraen hidrógeno para luego obtener energía por medio de hidrogenasas de muy alta afinidad por el hidrógeno).

Debido a las características

particulares de género *Desulfovibrio*, la taxonomía se efectuó con un número relativamente bajo de características mediante dos técnicas: el análisis de agrupamiento (Cluster Analysis) y por la codificación de datos utilizada (única posible) análisis de coordenadas principales, un tercer método, denominado análisis factorial de correspondencia, se utilizó para determinar asociaciones entre reacciones y cepas.

Los resultados de los agrupamientos de cepas indígenas y tipo se exponen en las figuras 1 y 2 y en la fig 3 el análisis de agrupamiento de las reacciones.

Aislamiento de las cepas.

El método de aislamiento consistió en utilizar frascos anaerobios con agar semisólido seguido de 3 repiques en el mismo medio para garantizar la pureza del aislamiento. El método es largo y costoso, pero muy efectivo para aislar con certeza cepas puras de estos micro-organismos con características tan delicadas para su cultivo.

Aspectos metabólico fisiológicos (caracteres fenéticos).

En el aspecto metabólico-

fisiológico tanto las cepas tipo como las cepas indígenas tienen características similares, con algunas diferencias que pueden deberse al hábitat en que se encuentran, tal es el caso de la utilización del glicerol o la producción de sulfuros con la presencia de hidrocarburos como única fuente de carbono, si bien el desarrollo no es constante en este último medio.

Un aspecto importante es que las cepas indígenas son mucho menos "fermentadoras" que las cepas tipo, sólo las superan a estas en relación a la fermentación de malato. En el resto de las reacciones no existe gran variación.

Cepas tipo.

Tomando sólo el grupo de las cepas tipo se puede proponer una estructura taxonómica que presenta coherencia entre todas las técnicas de análisis multivariado usadas. Este fenograma (no mostrado) se divide en dos grupos que coinciden con los que se formarían si se tomaran las bacterias con mayor cantidad de reacciones positivas (50-53%- grupo a) y con menos del 30% de las reacciones positivas (grupo b).

Los fenogramas consenso de cepas tipo, utilizando distintos coeficientes, muestran congruencia.

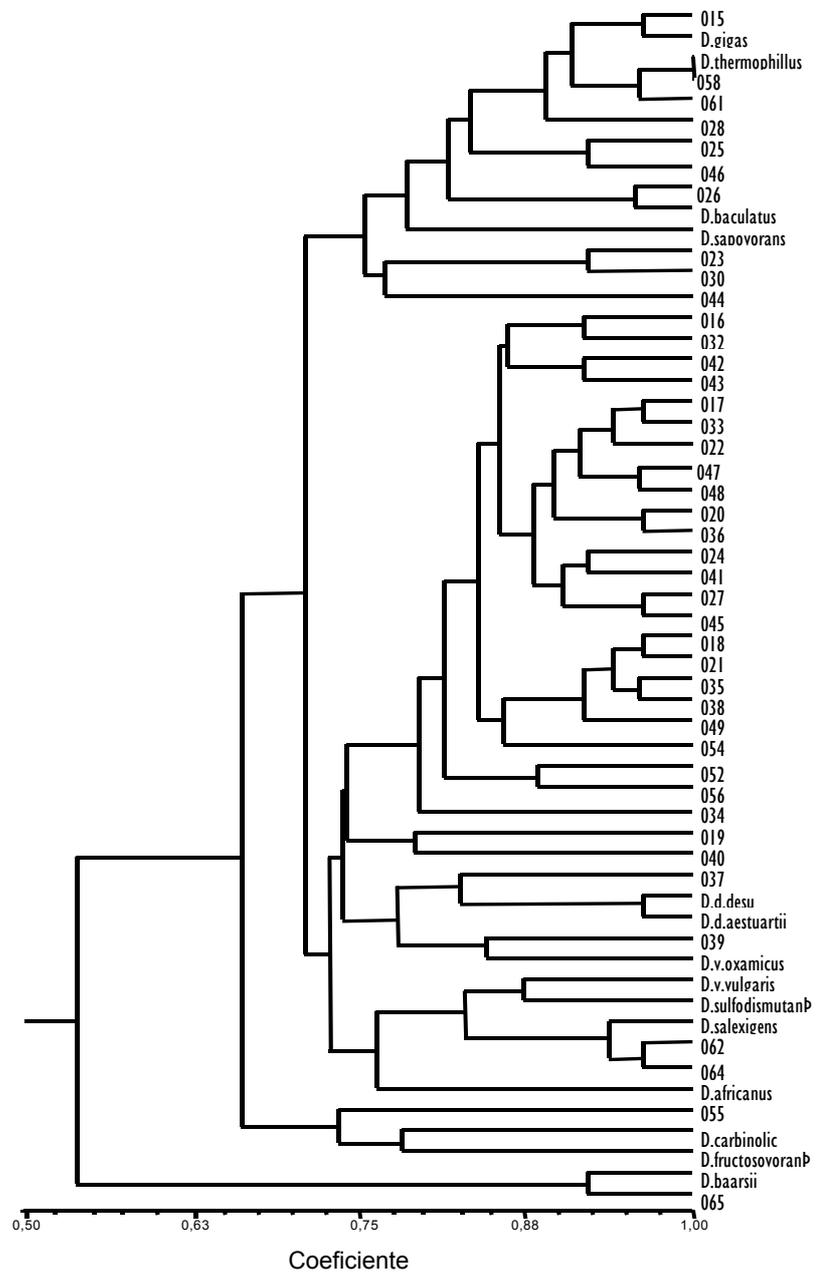


Figura 1: Fenograma de cepas tipo e indígenas (SM/P)

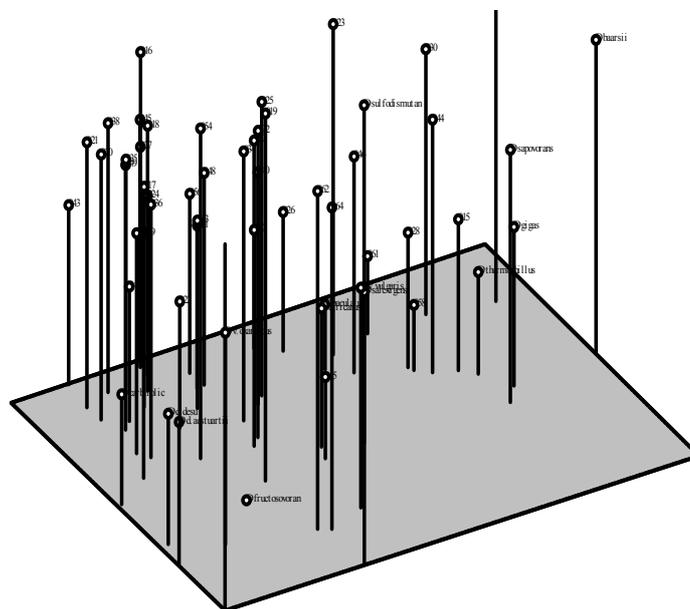


Figura 2: ACP Cepas tipo e indígenas ejes 1-2-3.

La implementación de los fenogramas de consenso entre las diferentes clasificaciones obtenidas por variación en las técnicas y/o reacciones entre las mismas bacterias, es útil en el momento de establecer comparaciones entre las diferentes técnicas taxonómicas.

Las reacciones y sus relaciones.

Aplicando el tratamiento de análisis de agrupamiento a las reacciones utilizadas (fenograma en modo R, coeficiente SM y ligamiento promedio), se estableció la asociación de reacciones que podrían tener vías metabólicas comunes como lo indican los siguientes subgrupos del fenograma de la figura 3.

Consideraciones sobre los métodos de agrupamiento y ACP.

La clasificación propuesta es congruente con el análisis de componentes principales, que permite formar los mismos grupos y subgrupos, y al ser el gráfico en tres dimensiones permite visualizar otras relaciones entre los desulfobacterios que no están influenciados por el tipo de ligamiento que debe efectuarse en la confección del fenograma. En la figura 2 se muestra el análisis de coordenadas principales de cepas tipo e indígenas en ejes 1-2-3. El análisis de correspondencia (no mostrado) no explica todas las relaciones entre las bacterias estudiadas y las reacciones ensayadas, permitiendo solo visualizar algunas asociaciones como en el caso de las bacterias *D. sapovorans* y *D.*

baarsii en relación con la vía metabólica que comparten de degradar ácidos grasos.

Las cepas indígenas aisladas tienen baja capacidad de desdoblamiento de compuestos orgánicos, similar a las cepas tipo. La dife-

rencia más notable es la capacidad de las cepas indígenas de desarrollar en presencia de glicerol. Tienen, además una amplia tolerancia a diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

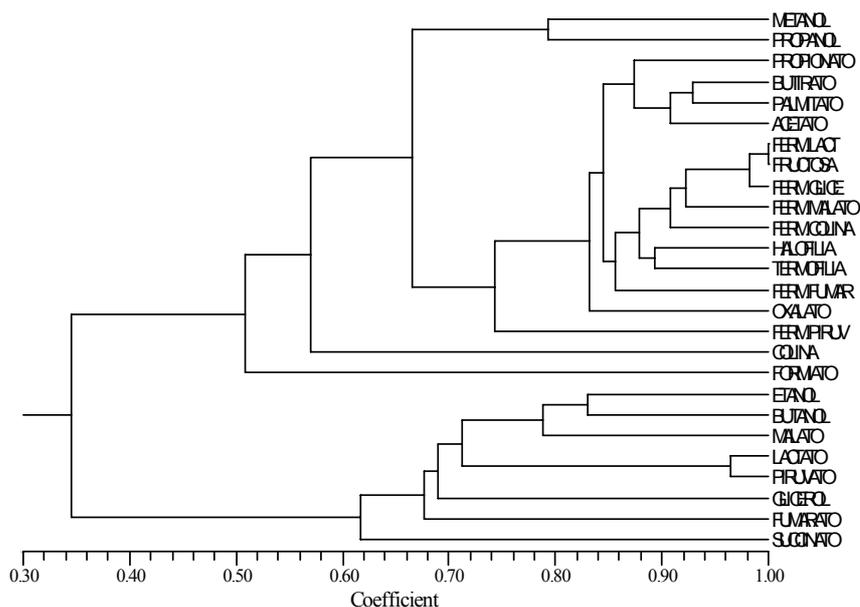


Figura 3. Agrupamiento de las reacciones utilizadas en el análisis de las cepas de *Desulfovibrio*

Agrupamiento.

Pese a compartir los mismos o similares hábitats, las cepas indígenas forman 8 conjuntos que se elevan a 11 cuando consideramos las cepas tipo e indígenas de *Desulfovibrio* especies con una variación intra OTUs importante y 14 que se presentan como únicas.

En algunas cepas indígenas se observa una marcada similitud con cepas tipo (figura 1). Los otros conjuntos podrían considerarse

como *Desulfovibrio sp.* cuya adaptación al medio le han hecho perder su similitud con cepas tipo, o bien tratarse de especies no codificadas aún.

El tratamiento de datos, con fines taxonómicos, por análisis multivariado del total de las cepas estudiadas, permite establecer que las cepas indígenas sólo ocasionalmente coinciden con las cepas tipo (de 42 cepas incluidas en la matriz básica de datos sólo 8 tienen un porcentaje de similitud superior

al 91% y de ellas sólo una coincide con una bacteria tipo (*D. Thermophilus*). Las cepas indígenas no tienen patrones metabólicos idénticos a las tipo y la morfología es similar o igual entre las últimas.

Las clasificaciones efectuadas de los dos grupos estudiados (cepas tipo e indígenas) sufren modificaciones mínimas al incorporarse unas a otras, por lo que ambas se consideran robustas.

El fenograma en Modo Q, con coeficiente de similitud Simple Matching y ligamiento UPGMA permite establecer:

1. Existe congruencia con la clasificación efectuada con la misma técnica cuando se le agregan las cepas tipo.

2. Que existe un número grande de cepas que pueden considerarse como biotipos o biovariedades, de las 56 cepas ensayadas se pueden tomar 33 especies definidas bioquímicamente, de las cuales 15 presentan biotipos con diferente grado de variación (si tomamos el criterio de especie de N. S. superior a 0,91 para los fenogramas obtenidos en Modo Q, con coeficiente Simple Matching y ligamiento UPGMA).

3. Las cepas indígenas parecen ocupar sitios intermedios entre la estructura taxonómica de las cepas tipo, esto se ve apoyado en el A.C.P. de las cepas tipo más indígenas en los tres primeros ejes.

En el análisis de coordenadas principales se observa que el total de las cepas de *Desulfovibrio* forman una nube sin que se permita la formación de grupos, dados que se concentran alrededor del origen, con una variación gradual de sus

propiedades, hecho confirmado por análisis de agrupamiento.

El análisis de correspondencia es una técnica muy útil, pero en este caso particular no permite grandes explicaciones debido a que salvo excepciones, no existen reacciones características de grupo. Pese a ello presenta asociaciones de bacterias con vías metabólicas que no pueden obtenerse por otros métodos numéricos.

Es arriesgado proponer una clasificación estable en el tiempo del género *Desulfovibrio* por:

1. Abundancia de comunicaciones de aislamiento de cepas con nuevas características metabólicas.

2. Baja coincidencia entre cepas indígenas que son de origen industrial y se encuentran casi siempre sometidas a presiones selectivas originadas en el deseo de controlarlas para que no ejerzan su acción perjudicial en instalaciones.

En las cepas indígenas esta proposición se ve dificultada por la gradualidad de las características bioquímicas, por ello se estima necesario basarse en otros atributos intrínsecos de desulfovibrios, algunos de ellos muy importantes en la definición de género como: ATPsulfurilasa, APSreductasa, sulfito reductasa y desulfovirodina, y componentes periplásmicos como hidrogenasas y citocromo C₃.

Naturalia patagónica 1: 111-114 (2002)

POBLAMIENTO DE LA INFAUNA EN LA ZONA INTER-MAREAL DEL GOLFO SAN JOSÉ (PROVINCIA DEL CHUBUT) Y SU IMPORTANCIA EN LA ALIMENTACIÓN DE AVES MIGRADORAS.

Gustavo Osvaldo Pagnoni

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. Puerto Madryn, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Ciencias Naturales realizada en la Universidad Nacional de la Plata. Director: Dr. Luciano José María De Santis. Codirector: Lic. Héctor Eliseo Zaixso. Defensa: 1997. Número total de páginas de la tesis: 172.

Palabras clave: Bentos, infauna, ecología trófica, aves playeras.

En sus desplazamientos periódicos, las aves migradoras se detienen en determinados lugares, para recuperar la energía perdida durante las jornadas de vuelo. Estas áreas son relativamente escasas, suelen ser pasos obligados “cuellos de botella” y pueden ser utilizadas por una o más especies.

La disponibilidad de estos puntos de escala en el momento adecuado, puede hacer la diferencia entre completar el ciclo migratorio o perder un importante segmento de sus poblaciones. Estas pérdidas pueden ser ocasionadas por deficiencias en ajustes temporales y climáticos del sitio; fisiológicos y ecológicos del recurso trófico; comportamentales de las aves; o también por efectos antrópicos.

Con el propósito de conocer cuál es la importancia relativa de diferentes playas de sedimento blando dentro del golfo San José,

como puntos de escala de aves migratorias (con especial referencia a *Calidris canutus*), se desarrolló un análisis comparativo de las comunidades macrozoobentónicas, en cinco áreas seleccionadas cubriendo diferentes puntos cardinales.

Alrededor de treinta especies de fauna macrobentónica, se identificaron en el sector comprendido entre el mesolitoral y el horizonte superior del infralitoral del golfo San José.

De los análisis multivariado aplicados para el establecimiento de grupos de especies asociadas, en función de variables ambientales como la granulometría del sedimento y los distintos niveles de alturas de mareas donde se realizaron los relevamientos, se determinó que solamente dos especies de bivalvos conformaron los grupos dominantes en densidad y biomasa en el intermareal del golfo San José. *Tellina*

petitiana fue abundante en la isla de los Pájaros, puerto San José y punta Conos, mientras que su importancia disminuyó en las playas de San Román y riacho San José. Esta especie se encontró en muestras del nivel superior del infralitoral, asociada a sedimentos con alto contenido de arenas muy finas.

Por otro lado, *Darina solenoides* dominó el mesolitoral y se encontró en todas las playas estudiadas, excepto en el riacho San José, donde se registró esporádicamente. Se distribuyó asociada a sedimentos dominados por arenas finas y medias, donde se concentraron las densidades más importantes de individuos, en un gradiente altitudinal que incluyó los niveles altos de isla de los Pájaros, medios altos de puerto San José, medios bajos de punta Conos y bajos de San Román.

El resto de las especies asociadas a uno u otro grupo se pueden considerar como acompañantes o complementarias.

Sobre los principales Poblamientos del macrozoobentos de puerto San José; se investigaron los cambios espacio-temporales. Así se constató que existe un grupo de especies asociado a los sectores centrales y medios del mesolitoral, como *Darina solenoides* y *Trivisia* sp.; en tanto que otras se acomodan al piso infralitoral; pero donde las condiciones ambientales permiten la depositación de sedimentos finos a alturas mayores, alcanzan sectores más altos del intermareal, principalmente en las zonas aledañas a las plataformas de abrasión marina del extremo

oeste de la playa. Entre estas especies se destacan *Tellina petitiana*, *Stephensenia haematopus*, *Cycloleberis pouseni* y *Microphoxus* sp.; en tanto que otras se encuentran estrechamente vinculadas a la zona de "barrido" como *Olivella plata*; mientras que *Buccinanops globulosum*, si bien prefiere el infralitoral superior, alcanza niveles altos y medios del mesolitoral.

Las variaciones temporales registradas en la densidad de las diferentes especies estudiadas, pueden ser la respuesta a procesos intraespecíficos, generados por factores ambientales, como el éxito o el fracaso en la reproducción, que se traduce en el reclutamiento de nuevos individuos; o a procesos exógenos como la depredación que puede ocasionar serias dificultades a las poblaciones de presas, como se registró sobre la población de *Darina solenoides* en el otoño de 1994.

Se estudiaron algunos parámetros demográficos (estructura de tallas, reclutamiento, crecimiento y biomasa) de las dos especies principales de bivalvos: *Darina solenoides* y *Tellina petitiana*, mediante el empleo de técnicas de análisis del corrimiento modal periódico. Para ambas especies se reconoció un único período de reclutamiento; que alcanzó valores de máxima densidad en el mes de febrero para *Tellina petitiana* y en el de julio para *Darina solenoides*. En ambos casos se produjo una alternancia en el período de asentamiento; *Tellina petitiana* alcanzó un exitoso reclutamiento durante los primeros meses de 1994, en tanto que

Darina solenoides lo obtuvo en el invierno del siguiente año.

También se registró un único período de crecimiento anual que se incrementó durante el mes de octubre en ambas especies y se mantuvo hasta fines del verano y principios de otoño. A partir de allí comenzó un período de reposo, hasta la próxima primavera. El tamaño que alcanzaron los jóvenes reclutas de ambas especies en el primer año de vida, se encontró entre los 10 y 12 mm de largo; en tanto que en el segundo año los ejemplares de *Tellina petitiana* alcanzaron entre los 22 y 25 mm y los de *Darina solenoides* entre 25 y 27 mm.

Para los valores de biomasa total tanto en *Tellina petitiana* como en *Darina solenoides*, se registró un incremento en el período de primavera-verano y una disminución en otoño e invierno, que se inició en el mes de marzo y se acentuó a fines de invierno. Los valores de biomasa del año 1994 fueron mayores en *Darina solenoides* en tanto que en 1995 *Tellina petitiana* registró valores superiores.

Al menos 23 especies de aves se registraron en puerto San José. Entre las migradoras del hemisferio norte, se destacó *Calidris canutus* que concentró miles de ejemplares entre los meses de febrero y abril, en procura de obtener suficiente alimento previo al inicio de una nueva etapa migratoria.

Mediante el análisis de fecas se estableció el espectro de presas consumidas por esta especie y se determinó que en puerto San José en 1994, se alimentaron principalmente de *Darina solenoides* y

Tellina petitiana, en tanto que en 1995 los Mitílidos pasaron a integrar el grupo de presas más importante. Entre las presas secundarias, se destacó la presencia de *Cycloleberis pouseni* y *Travisia* sp.

La estructura de tallas depredada por *Calidris canutus*, comprendió ejemplares entre 5 y 17 mm, de *Darina solenoides* y de 9 a 21 mm de *Tellina petitiana*. Estas tallas comprendieron individuos de un año de edad reclutados en el año anterior.

La cohorte de *Darina solenoides* reclutada en 1993, dominó en el mes de febrero de 1994 la estructura de tallas de la población y constituyó la principal fuente de alimento de del playero rojizo. Esta especie consumió en dos meses entre el 50% y el 67% de la biomasa aportada por esta cohorte.

En 1995 la disponibilidad en biomasa de las tallas consumidas de *Darina solenoides* fue baja, por lo que las aves se alimentaron de otras presas, principalmente de Mitílidos y cuando estuvo disponible, de ejemplares de *Tellina petitiana*, que ese año presentó una población dominada por ejemplares de un año.

Esta alternancia en la disponibilidad de presas producida por el éxito o fracaso del reclutamiento del año previo, generó un cambio en la conducta alimenticia del depredador, que fue verificada en las observaciones de campo. Los años con dominancia de ejemplares integrantes de la cohorte de un año en la estructura de tallas de las poblaciones de *Darina solenoides*, correlacionaron con la presencia permanente de los playeros duran-

G. O. Pagnoni: Resumen de Tesis

te todo el ciclo de mareas y con la permanencia en la zona durante las horas de marea alta. Cuando la disponibilidad de las tallas de *Darina solenoides* fue baja, las aves modificaron su comportamiento, presentándose esporádicamente y en general cuando la marea descendió por debajo del límite del nivel medio bajo de las mareas de cuadratura, es decir cuando pudieron acceder al nivel superior del infralitoral para alimen-

tarse de ejemplares de *Tellina petitiana*.

El comportamiento alimenticio de *Calidris canutus* en puerto San José, estuvo regulado por la dinámica poblacional de su principal presa *Darina solenoides*. El conocimiento de algunos aspectos de la demografía de este bivalvo, permitió predecir el comportamiento de las aves en la siguiente temporada migratoria.

Naturalia patagónica 1: 115-118 (2002)

ESTUDIO FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y MOLECULAR DE LA SÍNTESIS Y ACUMULACIÓN DE LÍPIDOS EN RHODOCOCCLUS OPACUS PD630 Y EN OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO.

Héctor M. Alvarez

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Bioquímica. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en el Instituto de Microbiología de la Universidad Georg-August Göttingen, Alemania y el Instituto de Microbiología de la Universidad Westfälischen Wilhelms Münster, Alemania y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB. Directores: Dr. Oscar H. Pucci (UNPSJB) y Dr. Alexander Steinbüchel (Universidad de Münster, Alemania). Defensa: 28 de abril de 1998. Número total de páginas de la tesis: 160.

Palabras clave: *Rhodococcus opacus* PD630, *Rhodococcus ruber*, triacilglicéridos, polihidroxicanoatos, fisiología celular, metabolismo de lípidos, inclusiones lipídicas.

En el presente trabajo se estudiaron aspectos básicos de la síntesis y acumulación de triglicéridos en bacterias del género *Rhodococcus*; proceso muy poco frecuente en células procariontas.

Se aisló de una muestra de suelo una bacteria Gram-positivo, identificada como *Rhodococcus opacus* PD630, con capacidad de crecer con una gran variedad de sustratos y de producir grandes cantidades de lípidos neutros a partir de alcanos, fenilalcanos, azúcares, ácidos orgánicos, etc. Los lípidos se acumularon en forma de inclusiones insolubles en el citoplasma de la célula. La composición de los gránulos fue dependiente del sustrato utilizado. Las inclusiones de células cultivadas

con gluconato o alcanos, contenían fosfolípidos (1,2 %, p/p), proteínas (2,2 %, p/p) y lípidos neutros en estado líquido, con los triglicéridos como compuestos principales además de cantidades menores de diglicéridos, ácidos grasos, alcoholes libres y trazas de ceras e hidrocarburos alifáticos. Los cuerpos de inclusión procedentes de células cultivadas con fenildecano como única fuente de carbono y energía, contenían el hidrocarburo utilizado como sustrato sin modificación y productos de oxidación de este compuesto, además de cantidades menores de diglicéridos. En este caso, no se detectaron triglicéridos.

Se investigó también la acumulación de lípidos de reserva en otros representantes del género

Rhodococcus (*R. opacus* MR22, *R. fascians*, *R. ruber*, *R. erythropolis* y *Nocardia corallina*), resultando todos capaces de almacenar cantidades variables de triglicéridos y acumulando también algunos de ellos poliésteres (PHA); típicos compuestos de reserva de bacterias. La cepa *R. ruber* fue capaz de almacenar cantidades significativas de los dos tipos de lípidos de reserva (triglicéridos y PHA).

Las cepas *R. opacus* PD630 y *R. ruber* fueron elegidas como modelos de investigación de una bacteria con capacidad de acumular triglicéridos y otra de almacenar PHA más triglicéridos, respectivamente.

Las células de *R. opacus* PD630 acumularon triglicéridos en grandes cantidades en la fase estacionaria de crecimiento, durante el cultivo con exceso de la fuente de carbono y déficit de la fuente de nitrógeno. En *R. ruber*, los poliésteres se sintetizaron predominantemente en la fase exponencial de crecimiento, alcanzando el máximo en la fase estacionaria. En esta fase tuvo lugar la síntesis y acumulación de los triglicéridos. Estudios realizados en *R. ruber* utilizando inhibidores del metabolismo de los lípidos, como ceruleína y ácido acrílico, revelaron que las rutas biosintéticas de ambos compuestos de almacenamiento compiten por precursores comunes, tales como acetyl-CoA y propionil-CoA. Cuando una de estas vías de síntesis es inhibida, el flujo de los intermediarios se dirige hacia la ruta no inhibida, produciendo un aumento en el contenido del compuesto de reserva respectivo y

cambios en su composición.

En condiciones de ausencia de la fuente de carbono y exceso de la fuente de amonio, las células de las dos bacterias mencionadas fueron capaces de movilizar los triglicéridos y eventualmente los PHA almacenados, lo que sugiere que estos lípidos podrían cumplir una función de compuestos de reserva en ambos microorganismos.

La composición de ácidos grasos de las inclusiones celulares en todos los microorganismos estudiados, fue dependiente de los compuestos usados como sustratos. Durante el crecimiento con alcanos, se acumularon predominantemente ácidos grasos relacionados con el sustrato y derivados de la β -oxidación. En contraste, los ácidos hexadecanoico (palmítico) y octadecenoico fueron los acumulados predominantemente por las células cultivadas con sustratos no relacionados, tales como gluconato o acetato. Así mismo, las células de las bacterias investigadas, sintetizaron cantidades considerables de ácidos grasos impares a partir de estos sustratos. Experimentos realizados en *R. opacus* PD630 con inhibidores de enzimas del ciclo TCA indicaron que este ciclo y la ruta del metil malonil-CoA estuvieron involucrados en la producción de propionil-CoA, que fue utilizado para la síntesis de los ácidos grasos impares en esta bacteria, durante el cultivo con sustratos no relacionados. A su vez, los experimentos realizados con inhibidores del metabolismo de los lípidos arriba mencionados, indicaron que las bacterias estudiadas poseen un mecanismo de

síntesis de glicéridos capaz de utilizar ácidos grasos provenientes tanto de la síntesis "de novo" de ácidos grasos como de la ruta de la β -oxidación; con especificidad por los ácidos grasos de cadena larga.

Las inclusiones celulares de triglicéridos aisladas de los microorganismos estudiados poseen una estructura molecular organizada, con membranas en su superficie, formadas por fosfolípidos y proteínas y una matriz hidrofóbica integrada por lípidos neutros en estado líquido. Estos gránulos fueron lo suficientemente estables como para ser aislados de las células por centrifugación en gradientes de glicerol o sacarosa. Las inclusiones de triglicéridos aisladas de *R. opacus* PD630 presentaron gran cantidad de proteínas asociadas en su superficie, muchas de las cuales fueron probablemente inespecíficas, y que pudieron ser removidas por tratamiento con soluciones salinas o con detergentes. Las proteínas dominantes permanecieron, sin embargo, siempre unidas a los gránulos después del tratamiento con los diferentes agentes solubilizantes, lo que indicó una fuerte asociación con las inclusiones, probablemente mediante interacción directa con la matriz hidrofóbica. Estas proteínas fueron secuenciadas en su porción N-terminal presentando ciertas homologías con proteínas involucradas en el metabolismo de lípidos en otros organismos.

En *R. ruber* se aislaron dos tipos de gránulos celulares, con diferentes densidades y diferente patrón de proteínas asociadas. El análisis químico de estos gránulos

reveló la presencia en ambos de triglicéridos y PHA como componentes principales y de un pigmento anaranjado solo en los gránulos de mayor densidad (gránulos B). Los gránulos A presentaron un patrón de proteínas típicos de los gránulos de PHA en otras bacterias, con pocas proteínas asociadas y con la presencia predominante de la proteína estructural (GA14) denominada fasina (Pieper-Fürst et al., 1994). En contraste, los gránulos B presentaron gran cantidad de proteínas asociadas en forma similar a los gránulos de triglicéridos aislados de otros *Rhodococcus*, con la presencia de la proteína GA14 y de otra proteína de peso molecular pequeño (17 kDa). Estas últimas inclusiones fueron de igual apariencia (pigmentadas), de igual densidad y similar patrón de proteínas asociadas que los gránulos de triglicéridos aislados de una mutante de *R. ruber* (cepa RM 8), incapaz de sintetizar PHA. La proteína estructural GA14 estuvo ausente en estos gránulos de triglicéridos de la mutante y la proteína dominante fue la de 17 kDa, además de gran cantidad de proteínas inespecíficas.

Esta pequeña proteína fue expresada en la fase estacionaria de crecimiento en *R. ruber* (tipo salvaje), conjuntamente con las enzimas necesarias para la síntesis de los triglicéridos, lo que indicaría un rol importante de ésta en el proceso de acumulación de estos lípidos.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que *R. ruber* acumula dos tipos de lípidos de

H. M. Alvarez: Resumen de Tesis

reserva diferentes (PHA y triglicéridos), cuyos genes son expresados y regulados independientemente entre sí, dando lugar a dos tipos de inclusiones celulares de distinta estructura molecular. En contraste, *R. opacus* PD630 fue capaz de acumular inclusiones celulares conteniendo triglicéridos principalmente, y sin PHA. Los gránulos de triglicéridos en esta bacteria poseen una estructura molecular muy similar a las descritas para los cuerpos de inclusión de lípidos de células vegetales.

Publicaciones de artículos en revistas científicas con referato derivadas de la tesis:

- Alvarez, H. M., Mayer, F., Fabritius, D. & Steinbüchel, A. 1996. Formation of intracytoplasmic lipid inclusions by *Rhodococcus opacus* strain PD630. Archives of Microbiology **165**: 377-386.
- Alvarez, H. M., Pucci, O. H., & Steinbüchel, A. 1997. Lipid storage compounds in marine bacteria. Applied Microbiology and Biotechnology **47**: 132-139.
- Alvarez, H. M., Kalscheuer, R. & Steinbüchel, A. 1997. Accumulation of storage lipids in species of *Rhodococcus* and *Nocardia* and effect of inhibitors and polyethylene glycol. Fett/Lipid. **99**: 239-246.
- Alvarez, H. M., Kalscheuer, R. & Steinbüchel, A. 2000. Accumulation and mobilization of storage lipids by *Rhodococcus opacus* PD630 and *Rhodococcus ruber* NCIMB 40126. Applied Microbiology and Bio-technology **54**: 218-223.
- Alvarez, H. M., Kalscheuer, R. & Steinbüchel, A. 2000. Triacilglicéridos en bacterias *Rhodococcus* Review. Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral- FABICIB. **4** :207-216.
- Kalscheuer, R., Wältermann, M., Alvarez, H. M. & Steinbüchel, A. 2001. Preparative isolation of lipid inclusions from *Rhodococcus opacus* and *Rhodococcus ruber* and identification of granule-associated proteins. Archives of Microbiology **177**: 20-28.

EVOLUCIÓN POSTDEPOSICIONAL EN LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE.

Enrique Estrada

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Geología. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Geología realizada y presentada en la Universidad de Oviedo, España. Director: Dra. Covadonga Brime Laca. Defensa: 15 de mayo de 1998. Número total de páginas de la tesis: 216.

Palabras clave: Filosilicatos, diagénesis, areniscas, pelitas, DRX, FRX, SEM, EDAX, HRTM y EPMA.

La cuenca del Golfo San Jorge es una cuenca productora de petróleo que puede utilizarse como un buen laboratorio para estudiar las transformaciones experimentadas por los minerales al aumentar la profundidad de enterramiento. La formación de minerales autigénicos es una parte importante de estas transformaciones que pueden modificar considerablemente las propiedades del reservorio, ya que el crecimiento de cantidades relativamente pequeñas de minerales autigénicos como arcillas (Estrada y Brime, 1996, 1997, 1998, 1999) y ceolitas (Estrada, 2002) en los poros primarios puede cambiar drásticamente la porosidad de las areniscas.

Los materiales estudiados proceden en su totalidad de recortes de perforación y testigos laterales de impacto de tres sondeos de producción (X, Y y Z) de la empresa TOTAL AUSTRAL en el yacimiento El Huemul. Se ha podido así disponer de un total de 130 muestras de

ripió y 18 areniscas consolidadas para el estudio textural al microscopio.

Los gradientes térmicos calculados para los tres sondeos son muy parecidos proporcionando un valor medio de $31,9 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$.

En la fracción menor de $2\mu\text{m}$ de las muestras pelíticas se han identificado los siguientes minerales de la arcilla mediante la utilización de rayos X: illita/esmectita (porcentaje en esmectita entre 90 y 45%), caolinita, clorita y pequeñas cantidades de clorita/esmectita. Todas las muestras solvatadas con EG muestran una expansión hasta 17 \AA sin que se haya detectado una disminución significativa de la expansión con la profundidad, lo que indica que en las muestras estudiadas no se forman I/S ordenados.

El interestratificado I/S es el que muestra unas variaciones más marcadas con la profundidad. De acuerdo con las proporciones de

E. Estrada: Resumen de Tesis

esmectitas obtenidas para los interestratificados I/S a distintas profundidades, en la primera parte (hasta los 1.000 mbbp) la esmectita sería la fase dominante, en la segunda (1.000-1.6000 mbbp) pasarían a dominar los I/S con unos contenidos en esmectita entre 80-65% y en la tercera (1.600-2.300 mbbp) los contenidos en esmectita disminuyen rápidamente hasta el 40%. La disminución del contenido en esmectita no se produce a velocidad constante sino que dicha velocidad varía en cada uno de los tramos mencionados siguiendo la secuencia lento-rápido-lento característica de las transformaciones inducidas térmicamente. El tránsito entre los dos primeros tramos nos indica el inicio de la illitización, mientras el segundo nos marca el comienzo de una zona de illitización más activa. El tránsito entre la primera y la segunda parte se produce en la parte inferior de la Formación Meseta Espinosa y entre la segunda y la tercera en la parte media de la Formación Cañadón Seco.

En las curvas de deshidratación obtenidas a partir del contenido en esmectita del I/S se pueden distinguir dos máximos de deshidratación claramente definidos. El primero, aparece hacia los 1300 mbbp y el segundo, más intenso que el primero, hacia los 1900-2000 mbbp. El primer pico corresponde al inicio de la illitización de la esmectita, mientras el segundo marca la fase de illitización más activa que dará lugar finalmente a la aparición del orden en la interestratificación, que normalmente se alcanza para %S

en el interestratificado I/S inferiores al 40%.

Las características de los I/S observadas en el HRTM (estratos anastomosados, curvados, espaciado variable) confirman lo observado mediante difracción de rayos X, es decir I/S desordenados con esmectita abundante.

La deshidratación de la esmectita, durante su conversión a illita se produce a una profundidad menor que la zona de generación más intensa de petróleo, lo que sugiere que el agua procedente de la deshidratación de las arcillas no tiene demasiada importancia como medio de transporte de los hidrocarburos en la zona estudiada, en oposición a lo propuesto por Burst (1969) en la Costa del Golfo.

En las sedimentitas cretácicas de la cuenca del Golfo San Jorge la presencia de ceolitas del grupo heulandita es observada en todos los sondeos por debajo aproximadamente 1.700-1.750 mbbp para los sondeos "X" y "Z" y por debajo de los 1.900-1.950 mbbp para el sondeo "Y". Por su parte la analcima aparece entre 2.000-2150 mbbp.

Las areniscas volcanoclásticas estudiadas presentan dos zonas bien diferenciadas:

- En la **zona superior** (por encima de los 2000-2100 m) la compactación mecánica es uno de los procesos diagenéticos importante y hay un gran desarrollo de las reacciones de oxidación. Los líticos volcánicos y sedimentarios se encuentran muy deformados, las biotitas y minerales detríticos máficos (anfíbol) totalmente alterados

E. Estrada: Resumen de Tesis

formando normalmente pseudo-matriz. La matriz detrítica o proto-matriz es abundante y el cemento, tanto arcilloso como ceolítico, es escaso. La matriz arcillosa está formada principalmente por interstratificado I/S desordenado, la caolinita y clorita se encuentran en menor proporción, siendo más frecuente la caolinita en las zonas menos profundas y las cloritas más abundante en las zonas más profundas. La disminución de la porosidad primaria es principalmente por reducción del volumen poral producto de la compactación y cementación. La formación de la porosidad secundaria se identifica por disolución de granos solubles (porosidad de moldes), disolución del reemplazamiento de granos detríticos (porosidad intragranular), por disolución de cemento y por la microporosidad desarrollada por los minerales de las arcillas. Esta zona de acuerdo con Schmidt y McDonald (1979a, b, 1980) sería texturalmente inmadura (fig. 1).

- En la **zona inferior** (por debajo de los 2000-2100 m) los procesos más importantes son disolución, reemplazamiento y cementación. Los procesos de com-

compactación son casi nulos o nulos, la porosidad primaria está llegando a su volumen irreducible. La porosidad secundaria es principalmente intergranular o de microporosidad. En esta zona los principales cambios se dan en la matriz y en el cemento. En el sondeo X (2337 m) se observa un reemplazamiento de la matriz arcillosa por chert o calcedonia y en 2440 se observa un reemplazamiento de la matriz por calcita. Para este sondeo podemos decir que se estaría desarrollando un estado locomórfico. En cambio para los sondeos Y (2387 m) y Z (2505 m) los bordes de los granos de cuarzo, chert y líticos volcánicos están fuertemente reemplazados por minerales autigénicos de las arcillas, principalmente de composición clorítica. Por el gran desarrollo de la epimatriz, podríamos decir que en estos sondeos se estaría desarrollando el comienzo de un estado filomórfico. De acuerdo con la metodología propuesta por Schmidt y McDonald está sería una zona texturalmente semimadura, y quizás estaríamos muy cerca del inicio de la zona madura (fig. 1).

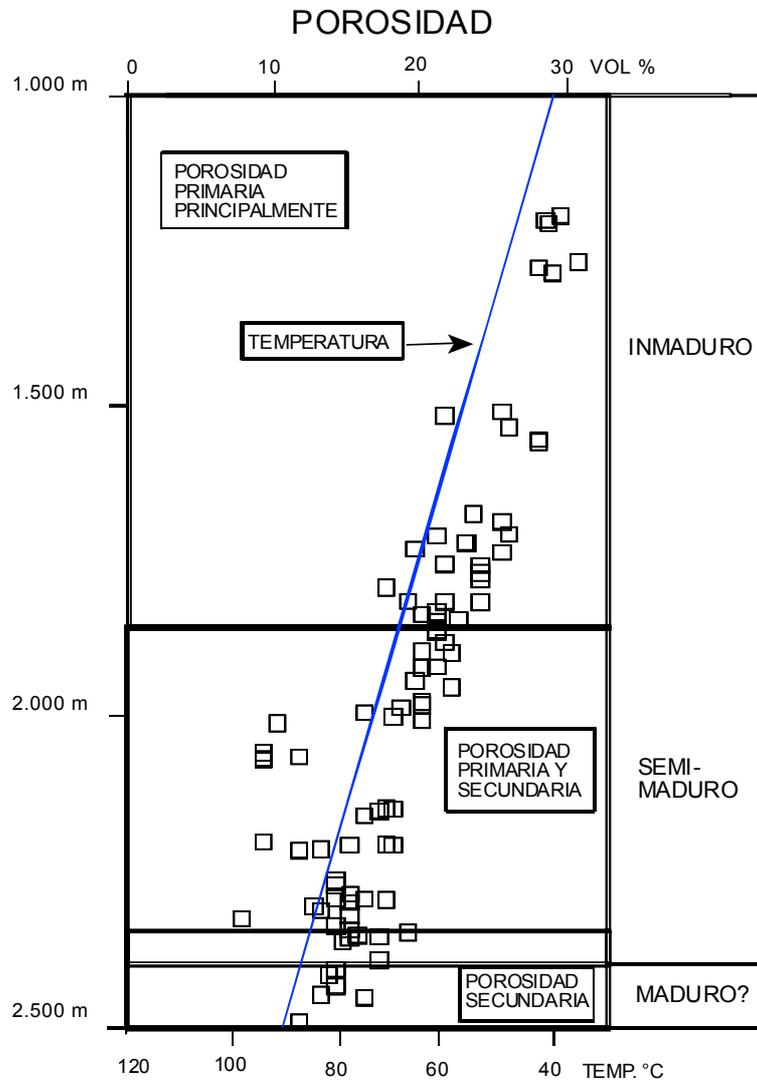


Figura 1. Disminución de la porosidad con la profundidad y su relación con los estados petrográficos (Schmidt y McDonald).

En la figura 1 se ha observado una disminución de la porosidad al aumentar la profundidad hasta los 2.000 metros. A partir de esta profundidad, a la que se obtiene los valores menores de porosidad, se

aprecia una variación en la tendencia general y la porosidad muestra un ligero aumento. Este aumento de la porosidad podría corresponder con el desarrollo de la porosidad secundaria, que si bien

E. Estrada: Resumen de Tesis

podía producirse ya a profundidades menores sería compensado por la disminución de la porosidad primaria. A partir de esa profundidad, la porosidad primaria ya habría alcanzado sus valores mínimos y por tanto sería más evidente el desarrollo de la porosidad secundaria.

Si integramos los datos de porosidades y temperaturas obtenidos en los apartados anteriores con la evolución de los minerales con la profundidad, observamos una muy buena correlación con la formación de los minerales autigénicos (fig. 2).

La evolución en esta cuenca se ajusta al modelo propuesto por Hoffman y Hower (1979) es decir

un enterramiento progresivo de larga duración con un gradiente geotérmico entre 20 y 60 °C km⁻¹.

La integración de los datos obtenidos a partir del estudio de pelitas y areniscas ha permitido confirmar la utilidad como geotermómetro, de los cambios en la secuencia esmectita-I/S desordenado-I/S ordenado, detectados mediante difracción de rayos X, y su interés en la explotación de hidrocarburos dado que estas reacciones se producen en un rango de temperaturas similar al de las rocas reservorio productoras de hidrocarburos, y pueden utilizarse para determinar la calidad de las rocas reservorios en el yacimiento.

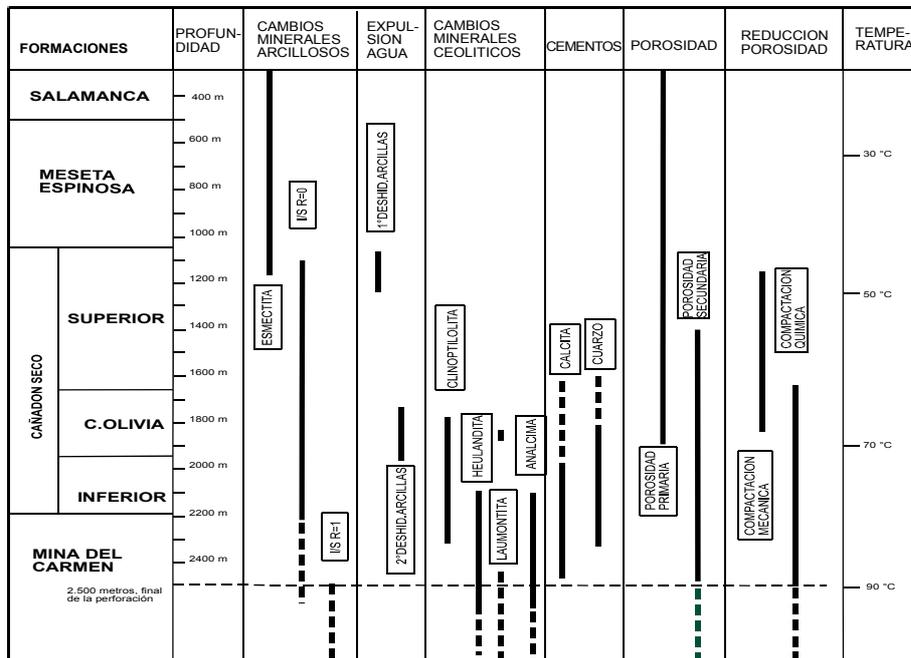


Figura 2. Variación de los procesos diagenéticos observados con la profundidad y temperatura.

E. Estrada: Resumen de Tesis

BIBLIOGRAFÍA

- Estrada, E. 2002. Ceolitas de las formaciones Cañadón Seco y Mina del Carmen (Cuenca del Golfo San Jorge) V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Mar del Plata 29 octubre/2 noviembre 2002 (en prensa).
- Estrada, E. y Brime, C. 1999. Transformación progresiva del interestratificado I/S con la diagénesis en la Cuenca del Golfo San Jorge: Estudio mediante microscopía electrónica de transmisión de alta resolución. XIV Congreso Geológico Argentino—Acta I: 456-459.
- Estrada, E. y Brime, C. 1998. Formación Autigenica de illita, en Cretácico Superior de Koluel Kiake (Cuenca del Golfo San Jorge). Actas VII Reunión Argentina de Sedimentología. Actas I: 59-68.
- Estrada, E. and Brime, C. 1997. Clay Diagenesis in the San Jorge Gulf Basin (Argentina). Clay Mineral Evolution, Basin Maturity and Mud Rocks Properties. Clays Minerals Group Meeting, Nottingham. Gran Bretaña.
- Estrada, E. y Brime, C. 1996. Filossilicatos de las formaciones Meseta Espinosa y Cañadón Seco (Cretácico Superior, sector SE de la Cuenca del Golfo San Jorge. Actas VI Reunión Argentina de Sedimentología: 363-367.

EVALUACION DE LAS AGUAS COSTERAS NORDPATAGONICAS, ENTRE LOS 42 °S y 44 °S, COMO AREA REPRODUCTIVA DE CALAMARES LOLIGÍNIDOS.

Pedro José Barón

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. (9120) Puerto Madryn, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Biología realizada en el Centro Nacional Patagonico-CONICET y presentada en la Universidad Nacional Del Comahue. Director: Dr. Manuel Haimovici (Universidad De Rio Grande, Furg, Brasil). Consejero de Estudios: Dra. Maria E. Re (CENPAT-CONICET). Defensa: 29 de junio de 2001. Número total de páginas de la tesis: 171.

Palabras clave: Biología reproductiva, invertebrados, ciclos de vida.

INTRODUCCION

La pesquería de cefalópodos que opera sobre la plataforma continental Argentina y de las Islas Malvinas ocupa alternativamente el primer y segundo puesto en importancia mundial por volúmenes de captura desde mediados de la década de 1980 (FAO, 2000). Aunque en el área conviven numerosas especies de calamar, algunas de ellas de aparición ocasional (Ré et al., 1996, Ré et al. 1998, Ré et al., 2002, Brunetti et al., 1998), las especies explotadas son esencialmente dos loliginidos: el calamar patagónico, *Loligo gahi* y el calamar de aleta larga, *Loligo sanpaulensis*, y dos Omastrefidos: *Illex argentinus* y *Martialia hyadesi*. *L. gahi* se distribuye en aguas del Atlántico Sudoccidental desde 36°-38°S hasta 55°S y en aguas del

Pacífico Sudoriental desde 6°S hasta 55°S y *L. sanpaulensis* se distribuye en aguas del Atlántico Sudoccidental desde 20°S hasta 46°S. *L. gahi*, es explotado por una flota arrastrera multinacional, y es el loliginido con mayor volumen de capturas a nivel mundial (53.000 t anuales promedio durante el período 1985-1999) (FAO 2000). *L. sanpaulensis* es capturado como by-catch en pesquerías artesanales dirigidas al camarón y al langostino a lo largo de la costa atlántica de Sudamérica, desde los 23° a 43°S (Andrighetto & Haimovici, 1991).

El objetivo general de esta tesis fue analizar la actividad reproductiva de *L. gahi* y *L. Sanpaulensis* en aguas de la zona costera Nordpatagónica. Los objetivos específicos planteados a tal fin fueron:

- 1) analizar las variaciones espacio-temporales de la composición de tallas, de las razones

sexuales, de los estados de madurez gonadal y de la condición de apareamiento de los ejemplares de ambas especies,

2) monitorear la actividad de desove, describir las características morfológicas de las masas de huevos y la localización y características físicas de sus áreas de desove,

3) estimar la duración de la fase embrionaria, describir sus distintos estadios y el rango térmico en el que el desarrollo es normal,

4) caracterizar las paralarvas recién nacidas (hatchlings) de ambas especies a través de su morfometría y de los patrones específicos de distribución de cromatóforos,

5) efectuar registros preliminares sobre la presencia de los estadios tempranos del ciclo de vida en la columna de agua,

6) efectuar un análisis morfo-métrico sobre un amplio rango de tallas de ambas especies adecuado para la discriminación de juveniles y adultos, y de las estructuras de estos últimos que pudieran ser halladas en contenidos estomacales de sus depredadores.

El estudio se basó sobre tres hipótesis de trabajo:

1) el área costera nordpatagónica entre los 42° y 44°S es parte de la zona de desove de *Loligo gahi* y *Loligo sanpaulensis*,

2) existe en el área un patrón estacional específico de actividad reproductiva, asociado a condiciones oceanográficas,

3) es posible identificar masas de huevos, paralarvas, juveniles y adultos de ambas especies sobre la base de caracteres morfométricos y

merísticos, y del patrón de distribución de cromatóforos al momento de la eclosión.

MATERIALES Y METODOS

Entre 1996 y 2000 se monitoreó la actividad de desove en el golfo Nuevo, mediante el control periódico de colectores (masas de huevos artificiales adosadas a fondeos boyados) colocados a profundidades de entre 5 y 15m. Simultáneamente, se colectaron masas de huevos mediante buceo y otras se hallaron varadas sobre playas de los golfos Nuevo y San José. Se analizaron masas de huevos colectadas por buzos e investigadores de otras localidades en el canal de Beagle (H. Monsalve), y frente a las localidades de Puerto Deseado (A. Petovello) y Las Grutas (R. Gonzalez). Las masas de huevos se caracterizaron sobre la base del tamaño y peso de los huevos y número de huevos por cápsula, y su diagnosis específica se efectuó mediante comparación con ovicitos maduros hallados en los oviductos de hembras de ambas especies. Para el estudio de la embriogénesis, se incubaron cápsulas con embriones de ambas especies a distintas temperaturas y se extrajeron periódicamente muestras. A partir de estas experiencias se determinaron escalas de desarrollo para ambas especies, se registraron rangos térmicos para el desarrollo normal y se determinó la duración de la embriogénesis en función de la temperatura. Las paralarvas recién nacidas se caracterizaron sobre la

base de su morfometría y patrones de distribución y abundancia de cromatóforos. Con el objeto de registrar la presencia de "paralarvas" de ambas especies en la columna de agua, se participó en las campañas oceanográficas "Buenos Aires-Puerto Madryn" (junio '97) sobre la plataforma argentina (36°-43°S) y "Talud III" (setiembre '98) sobre la plataforma y talud continental, a bordo del buque hidrográfico A.R.A. Puerto Deseado. En ambos casos se tomaron muestras de plancton con red Nansen y se registraron los principales parámetros físicos del agua con una sonda oceanográfica. Con el mismo fin, se efectuaron numerosas campañas a bordo del Guardacostas Puerto Madryn (Prefectura Naval Argentina) en el golfo Nuevo. A fin de caracterizar la estructura poblacional y el ciclo reproductivo, se obtuvieron ejemplares en arrastres con red de fondo a bordo de embarcaciones pesqueras del puerto de Rawson (Martha Ester y Stella Maris), y con red de costa (E. Humana) y/o poterías en el golfo Nuevo, entre 1996 y 2000. Con el objeto de detectar diferencias en la forma de ambas especies, se registraron varias medidas corporales y se efectuaron análisis morfométricos. Para ambas especies, se analizaron las distribuciones de frecuencias de tallas y las razones sexuales, se clasificó a los ejemplares de acuerdo a estadios de una escala macroscópica de madurez sexual (Lipinski & Underhill, 1995). Se evaluó la correspondencia entre dichas observaciones y los cambios en

composición celular a nivel del ovario y el testículo mediante el análisis de cortes histológicos sobre una submuestra de ejemplares. Sobre los mismos cortes, se registró el patrón de la distribución de frecuencias de tallas ovocitarias en los ovarios, se detectaron componentes modales mediante técnicas estadísticas y de este modo se determinó el patrón de desove. Adicionalmente, se caracterizó el proceso madurativo mediante el registro de variables fisiológicas de las gónadas y glándulas anexas, y el cálculo de índices de madurez y condición. Para determinar la condición de apareamiento de las hembras, se registró la presencia/ausencia y la posición de los espermatozoides.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el norte de Patagonia *L. sanpaulensis* deposita sus puestas sobre fondos arenosos/fangosos durante el verano/ comienzos de otoño (Barón, 2001). Los huevos de esta especie miden 1,2-1,3 mm. El desarrollo embrionario de la especie es normal a temperaturas de 16°-19 °C, demandando una temperatura diaria acumulada de aproximadamente 310 °C para completarse, y es anormal a temperaturas menores a 13 °C y mayores a 23 °C. Las paralarvas recién nacidas miden 1,4-1,7 mm y presentan sólo 2 cromatóforos en las mejillas. Las paralarvas y juveniles de esta especie fueron halladas en aguas de plataforma a profundidades menores a 50 m en los 36 °S y 43 °S. Entre 42 °-44 °S

la maduración, el apareamiento y el desove ocurren en primavera/comienzos de otoño (Barón & Ré, en prensa). Las hembras muestran distribuciones de frecuencias de tallas ovocitarias con 1 a 5 componentes modales, sugiriendo un patrón de desove terminal intermitente. Las distribuciones de frecuencias de talla muestran la ocurrencia de un evento masivo de muerte post-desove entre marzo y abril. Durante el invierno las capturas son escasas, probablemente debido a la migración de los juveniles hacia profundidades mayores a 50 m. Entre 42 °-44 °S *L. gahi* deposita sus puestas sobre fondos duros (rocas, valvas, cabos, algas pardas) durante todo el año (Barón, 2001). Las masas de huevos han sido halladas a lo largo de todo el litoral patagónico entre 41 °-55 °S. Los huevos miden 2,1-3,7 mm pero en el norte de Patagonia el rango de tallas es más estrecho (2,1-2,3 mm) (Barón, 2001). El desarrollo embrionario es normal entre 5°-20°C, demanda 615-800°C d de temperatura diaria acumulada para completarse y es anormal a 4°C y 23°C (Barón, en prensa). Las paralarvas recién nacidas miden 2,3-3,7 mm LM, y la talla varía en forma inversa con la temperatura de incubación durante la embriogénesis. Las mismas muestran 3 o 4 cromatóforos rojos en cada mejilla. Se capturaron paralarvas de *L. gahi* en aguas de plataforma (profundidad= 80 m, 40 °S) y en Golfo Nuevo. Las capturas de adultos y subadultos en lances efectuados en las embarcaciones pesqueras fueron escasas. Las mayores capturas fueron

obtenidas con lances de red de costa y con poteras. La especie desova todo el año en el norte de Patagonia, pero los datos del monitoreo de puestas sugieren la existencia de un pico de desove en setiembre/octubre. Las dos especies pueden ser separadas mediante funciones discriminantes basadas alternativamente en la morfometría del complejo manto/nadaderas, de los tentáculos y del gladio (Barón & Ré, 2002).

BIBLIOGRAFÍA

- Andrighetto, J. M. & Haimovici, J. R. 1991. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda, Loliiginidae) in Southern Brazil. *Scientia Marina*, **55**: 611-618.
- Barón, P. J. & Ré, M. E. 2002. Morphometry of the Northern-Patagonian sympatric populations of *Loligo sanpau-lensis* and *Loligo gahi*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*.
- Barón, P. J. & Ré, M. E. 2002, en prensa. Reproductive cycle and population structure of *Loligo sanpaulensis* of the northeastern coast of Patagonia. *Bulletin of Marine Science*, **70**.
- Barón, P. J. 2001. First description and survey of the egg masses of *Loligo gahi* and *Loligo sanpaulensis* from the Patagonian coastal waters. *Journal of Shellfish Research*, **20**: 289-295.
- Barón, P. J. 2001, en prensa. Embryonic development of *Loligo gahi* and modelling of hatching frequency distributions in Patagonia. *Bulletin of Marine Science*, **70**.
- Brunetti, N. Ivanovic, M. & Elena, B. 1998. Ommastrephidae. *En*: E.E. Boschi (ed.) *El mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinodermos INIDEP, SAGPyA, Argentina.
- FAO 2000. Capture Production 1970-1999. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and statistic unit.

P. J. Barón: Resumen de Tesis

- Fishstat Plus. Universal software for fisheries statistical time series (V 2.3)
- Ré, M. E., Barón, P. J. & Berón, J. C. 1996. *Architeuthis* sp. Steenstrup (Mollusca: Cephalopoda) de Bahía Bustamante. Note. *Naturalia Patagónica*. **4**: 161-165.
- Ré, M. E., Barón, P.J. & Kuba, L. 2002, en prensa. *Ommastrephes bartramii* (Le Sueur, 1821) and *Todarodes filippo vae* Adam, 1975 (Cephalopoda, Ommastrephidae): Coastal records in Argentina. *Bulletin of Marine Science*, **70**.
- Ré, M. E., Barón, P. J., Berón, J. C., Gosztonyi, A.E., Kuba, L., Monsalve, M.A. & Sardella, N. 1998. A Giant Squid *Architeuthis* sp. (Mollusca, Cephalopoda) stranded on the Patagonian Shore of Argentina. *S. Afr. J. Mar. Sci.* **20**: 109-122.

Naturalia patagónica 1: 130-134 (2002)

ESTUDIO DE LAS ALGAS PATAGONICAS DEL GENERO PORPHYRA PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA ALIMENTACION HUMANA.

María Angélica Fajardo

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Bioquímica. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en los Laboratorios de las Cátedras de Bromatología y Nutrición de la Facultad de Ciencias Naturales UNPSJB y de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB). Director: Dra. María Luz Pita Martín de Portela (UBA). Consejero de Estudios: Dr. Oscar Héctor Pucci (UNPSJB). Defensa: 20 de Noviembre de 1998. Número total de páginas de la tesis: 138.

Palabras clave: Algas rojas, *Porphyra columbina*, valor nutricional.

Las algas marinas han sido incorporadas en la alimentación oriental desde tiempo inmemorial, constituyendo una fuente importante de nutrientes. Su consumo es muy elevado en China y Japón donde se utilizan más de 100 especies. Su composición depende del género y especie, así como también de la porción de la planta, estado de crecimiento y de una serie de factores geográficos y climáticos: época del año, profundidad, temperatura, salinidad, exposición con respecto al oleaje, latitud geográfica, etc. Por ello, aunque la composición de los diferentes géneros de algas es característica de la especie, existen amplios rangos de variabilidad que han sido estudiados en muy pocos casos.

Entre las algas rojas comestibles la *Porphyra* es una de las más importantes. Es de sabor agradable, arropollada en su estadio juvenil, semejando más tarde pañuelos de color pardo, violáceo o dorado. Para su comercialización es transformada en láminas llamadas "hoshi-nori" (Japón), "zicai" (China) o "luce" (Chile).

Las algas rojas, *Porphyra sp.* son cosmopolitas; se utilizan en Occidente con diferentes propósitos, siendo los más comunes la obtención de ficocoloides de aplicación en la industria alimentaria. También se comercializan como alimento para el hombre en diferentes zonas de Occidente y América del Sur, fundamentalmente en Chile. En nuestro país el

consumo está limitado a residentes chilenos en distintas localidades de la Patagonia, que siguen los hábitos de su país de origen, y a un reducido número de aficionados; sin embargo la difusión de los productos "naturistas" hace que sea creciente su incorporación en la alimentación. Teniendo en cuenta lo antedicho, su abundancia en las costas patagónicas y la carencia de datos nacionales de composición, ha sido de interés analizar los nutrientes mayoritarios, así como también la variación estacional de éstos.

Se estudiaron las algas recolectadas durante la marea baja en Punta Maqueda (46° 01', L.S., 67° 34' L.O., golfo San Jorge al sur de Comodoro Rivadavia). Las cosechas se realizaron mensualmente desde 1993 a 1995, y aproximadamente cada tres meses, durante el año 1996.

Los muestreos fueron divididos en períodos: período 1, las algas se lavaron con agua de mar, tal como se comercializan; período 2, las algas se lavaron con agua destilada, para determinar la composición intrínseca; período 3, parte se lavó con agua destilada, y la otra con agua de mar para poder comparar los dos tratamientos. Las algas escurridas, se secaron a temperatura ambiente del laboratorio, sobre papeles absorbentes durante 24 horas y se molieron.

Se determinó la composición centesimal: humedad, nitrógeno (N), lípidos y cenizas (según AOAC), fibra soluble e insoluble (método de Prosky, modificado por Lahaye); los hidratos de carbono fueron calculados por diferencia.

Las determinaciones de minerales se llevaron a cabo tratando la muestra con NO_3H en horno microondas: sodio y potasio (fotometría de llama), calcio, magnesio, hierro y zinc (Espectrometría de Absorción Atómica); fósforo (método de Gomori). El ácido ascórbico fue determinado por titulación con 2,6-diclorofenol-indofenol.

Se realizó la evaluación de la calidad proteica mediante métodos químicos (determinando los aminoácidos por HPLC y GLC) y mediante métodos biológicos (Curvas de Consumo, Relación Proteica Neta; Relación Proteica Neta Relativa; Utilización Proteica Neta y Digestibilidad; Valor Biológico calculado como Utilización Proteica Neta/Digestibilidad).

En las algas de los períodos 1 y 3, los máximos contenidos de proteínas ($\text{N} \times 6,25$) fueron de 27,85 y 29,15 g por 100 g de alga comestible seca, para septiembre/93 y agosto/96, respectivamente. Estas cifras equivalen a 30,58 y 31,08 g de proteína por 100 g de peso seco. Estos valores máximos se encontraron antes de la reproducción, en la etapa de mayor crecimiento, en la que los talos de *Porphyra columbina* tienen forma de láminas largas, grandes, con bordes rojos y áreas internas amarillas.

Para estos períodos, el contenido de cenizas osciló entre 16,32 y 25,51 g por 100 g de peso seco de alga comestible seca, guardando una relación inversa con el contenido de proteínas.

El contenido en lípidos de las algas fue bajo, oscilando entre 0,24 a 0,29 g/100 g de peso seco.

M. A. Fajardo: Resumen de Tesis

La composición centesimal se pudo completar en las algas del período 2 al eliminar la interferencia del agua de mar en la determinación de la fibra dietaria. Los valores de fibra dietaria total oscilaron entre 38,81 y 54,26 g/100 g en peso seco, variando el porcentaje de fibra soluble entre

38,75 y 53,06% del porcentaje de fibra total.

Los resultados promedios para las muestras del año 1994, lavadas con agua destilada, fueron los siguientes:

Promedio \pm DE; g/100 g de peso seco de alga comestible seca				
Cenizas	Proteínas	Lípidos	Fibra total	Hidratos de Carbono
9,54 \pm 1,43	27,05 \pm 3,60	0,25 \pm 0,01	43,92 \pm 4,69	19,24 \pm 5,54

En la siguiente tabla se expresan los resultados de la muestra de octubre de 1995 tratada de las dos formas; en ella se puede

comparar la diferencia en la composición centesimal a raíz del lavado.

Tratamiento	Promedio; g/100 g de peso seco de alga comestible seca				
	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Fibra total	Hidratos de Carbono
Agua de mar	16,32	20,87	0,23	43,69	18,89
Agua destilada	7,35	22,37	0,25	48,02	22,01

Las algas lavadas con agua destilada presentaron un contenido significativamente inferior de sodio, con respecto a las lavadas con agua de mar; esto indica la fuerte influencia del agua de mar en el contenido de este mineral. Por otra parte, el potasio no fue significativamente diferente para los dos tratamientos, lo que se relaciona con su característica de catión intracelular. El sodio constituyó en las algas lavadas con agua de mar del 20 al 32 % de las cenizas, mientras que en las lavadas con agua destilada, sólo representó entre el 8 y el 21 % de las cenizas. El contenido de potasio cuando se expresó con relación a las cenizas fue de 7 a 11 % vs. 10 a 24 %. Por

lo tanto, la relación potasio/sodio osciló entre 0,7 y 1,25 en las algas lavadas con agua destilada y entre 0,34 y 0,37 para las lavadas con agua de mar.

El contenido de calcio osciló entre 63 y 108 mg por 100 g de alga comestible seca, en las algas lavadas con agua de mar y en las lavadas con agua destilada fue sumamente variable (47 a 119 mg por 100 g de alga comestible seca), sin observarse diferencias entre los dos tratamientos.

Para las algas lavadas con agua de mar el contenido de magnesio varió entre 600 y 836 mg por 100 g de alga comestible seca y en las lavadas con agua destilada presentó pocas variaciones (440 a

M. A. Fajardo: Resumen de Tesis

564 mg por 100 g de alga comestible seca), con un contenido significativamente inferior a causa de este tratamiento puesto que este elemento proviene en gran parte del agua de mar.

El contenido de fósforo fue 2 a 3 veces superior al de calcio y significativamente diferente entre las algas lavadas con agua destilada y las lavadas con agua de mar. Para las primeras osciló entre 73 y 249 mg/100 g, variando entre 83 y 290 mg/100 g para las segundas.

El contenido de hierro fue sumamente variable: entre 3,9 y 26,4 mg/100 g, para las algas lavadas con agua de mar y de 9,0 a 27,1 en las lavadas con agua destilada.

Por las variaciones encontradas, las muestras elegidas para hacer la determinación de aminoácidos, fueron las de Septiembre y Noviembre del año 1995, meses en que el contenido de nitrógeno presentó un máximo de 4,86 g/100 g de peso seco y un mínimo de 3,26/100 g de peso seco respectivamente.

Los resultados del Número Químico, calculado teniendo en cuenta los datos de aminoácidos esenciales determinados por HPLC y las necesidades de aminoácidos esenciales del preescolar, revelaron un valor de 48 %. Merece la pena destacar que en ambas muestras, pese a haber diferencias importantes en el contenido de nitrógeno, la histidina se evidenció como el primer a. a. limitante y los aromáticos como los segundos. Para las pruebas biológicas se encontraron valores similares en las distintas muestras utilizadas y los

resultados obtenidos fueron: Relación Proteica Neta: 2,29; Relación Proteica Neta Relativa: 55 %; Utilización Proteica Neta: 49 %; Digestibilidad Real: 74 %; Valor Biológico: (UPN/D) x 100: 64 %; Valor Biológico (Curvas de Consumo): 66 %.

El ácido ascórbico se determinó en las algas frescas, secas y después del almacenamiento para evaluar el deterioro con el tiempo. El contenido de AA durante el período 1/1993 AM osciló entre 258 y 404 mg por 100 g de alga comestible seca y en septiembre se hallaron los valores más altos, que fueron 58 % superiores a los de mayo ($p < 0,01$), disminuyendo en un 18 %, hasta noviembre ($p < 0,01$). La concentración de ácido ascórbico, presentó variaciones estacionales y anuales (al igual que para nitrógeno) y los valores máximos se encontraron cuando las algas no han perdido nada de su material citoplasmático.

Estos resultados evidencian la importancia nutricional de *Phorphyra columbina*, recurso renovable de la costa patagónica fundamentalmente se debe al elevado contenido de proteínas, fibra soluble e insoluble, ácido ascórbico, potasio y magnesio.

Se debe tener en cuenta que la variación estacional es considerable para la mayoría de los nutrientes. En los tres períodos estudiados se observaron además variaciones de un año al otro, debido a que el ciclo biológico está influenciado por los factores ambientales y a que la etapa reproductiva tiene lugar al finalizar el invierno y comenzar la prima-

M. A. Fajardo: Resumen de Tesis

vera. Por lo tanto, en nuestro país, para considerar a la *Porphyra columbina* como un aportador importante de ácido ascórbico y proteínas debería recolectarse en los períodos en los que el alga es grande y el contenido en estos nutrientes máximo.

En función de los resultados obtenidos podemos concluir que dos cucharadas soperas de alga seca por plato, aportarían según la época de recolección entre 85 a 124 mg de ácido ascórbico, 400 a 636 mg de potasio y entre 200 a 272 mg de magnesio, esas cantidades representarían un porcentaje

importante de las ingestas recomendadas de esos nutrientes para una mujer adulta: entre el 129 % y 202 % para ácido ascórbico; entre el 19 % y 29 % para potasio y entre el 64 % y 90 % para magnesio. Además aportarían también entre 9,02 a 6,18 g de proteínas y entre 11,64 a 16,28 g de fibra.

Por otra parte debido a su aporte de sodio de 1,03 a 2,10 g podría sustituir a la sal común, incrementando simultáneamente la ingesta de los nutrientes antes mencionados.

Dos cucharadas de <i>Porphyra columbina</i> lavadas con agua de mar y secas (30 g) por plato aportarían según la época de recolección:		Porcentaje de cobertura para mujer adulta
Ácido Ascórbico	85 – 124 mg	129 –202 % IR
Potasio	400 – 636 mg	19 – 29 % IR
Magnesio	200 – 272 mg	64 – 90 % IR
Proteína	9,02 – 6,18 g	
Fibra Dietaria	11,64 – 16,28 g	
Sodio	1,03 – 2,11 g	Puede sustituir a la sal común

DIETA Y ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE POBLACIONES EN EXPANSIÓN DE GAVIOTA COCINERA (*Larus dominicanus*).

Marcelo Bertellotti

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, (9120) Puerto Madryn, provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Biología realizada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Centro Nacional Patagónico (CONICET). Director: Dr. Pablo Martín Yorío. Dr. Defensa: diciembre de 1998. Número total de páginas de la tesis: 137.

Palabras clave: Gaviota cocinera (*larus dominicanus*), alimentación, poblaciones en expansión.

OBJETIVOS Y CONTENIDO DE LA TESIS

El objetivo principal de este trabajo fue describir y cuantificar la dieta y algunos aspectos de las estrategias de alimentación de la gaviota cocinera en el litoral de Chubut, analizando la utilización de fuentes naturales y artificiales de alimento. Asimismo se indicó la ubicación, tamaño y cantidad de gaviotas de cada colonia, describiéndose algunas características del ambiente de nidificación en la región costera de las provincias de Río Negro y Chubut. Además, se analizaron los cambios poblacionales en las localidades sobre las cuales se posee información previa y en algunas colonias seleccionadas (las ubicadas en Península Valdés, Punta León y Punta Tombo), que fueron monitoreadas en el marco del presente estudio. Por otro lado se

analizó la composición de la dieta de la gaviota cocinera en la costa del Chubut, durante dos períodos reproductivos consecutivos, describiéndose la variación de la dieta entre localidades y la variación a lo largo del ciclo reproductivo. Para ello fueron seleccionadas tres colonias, Punta Pirámide, Punta León y Punta Tombo, las cuales se encuentran incluidas en áreas protegidas provinciales. Las dos últimas, además, están entre las más importantes de la Patagonia en relación a la cantidad de parejas reproductoras. Además, como las tres colonias seleccionadas se encuentran a diferentes distancias de centros urbanos, fue posible analizar la dieta en relación a la distancia a fuentes de alimento de origen antrópico como son los basurales.

Otro de los aspectos abordados en este estudio fueron analizar cómo las gaviotas utilizan las

principales fuentes de alimento de origen antrópico. De este modo se analizó el aprovechamiento de los descartes pesqueros por parte de la gaviota cocinera en el golfo San Matías (Provincia de Río Negro), determinándose la selección de especies y de tallas descartadas.

Se analizaron además las estrategias de alimentación de las diferentes clases de edad de gaviotas, estudiándose los comportamientos y la eficiencia en la alimentación de gaviotas adultas, inmaduras y juveniles. En otro contexto se llevó a cabo un estudio para determinar la magnitud de uso de los basurales urbano y pesquero de la ciudad de Puerto Madryn, comparando la utilización de ambos basurales por parte de gaviotas cocineras adultas durante la temporada reproductiva, y poniendo a prueba la hipótesis que son aves reproductoras que provienen de una colonia cercana y en expansión (Isla de los Pájaros, Península Valdés).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

La gaviota cocinera es una especie con una amplia distribución reproductiva en la costa norte de Patagonia, con colonias a lo largo de la mayor parte del litoral marítimo de las provincias de Río Negro y Chubut. Las colonias se ubicaron en una gran variedad de ambientes, utilizando de acuerdo a la localidad, distintos tipos de substratos, tanto en zonas con vegetación como carentes de ella.

Más de la mitad de las colonias se encontraron en islas e islotes en

la zona norte del golfo San Jorge, en aproximadamente 150 de los 1400 km. de costa relevada (Yorio et al. 1998). La gran cantidad de colonias en esta zona posiblemente se relacione con la mayor disponibilidad de sitios adecuados para la nidificación, particularmente islas, y una alta variedad de ambientes costeros para la alimentación en comparación con el resto de la costa de ambas provincias (Vertelotti et al. 1995; Yorio et al. 1998).

La gaviota cocinera en el litoral del Chubut es una especie generalista y oportunista que se alimenta de una amplia variedad de presas, principalmente de invertebrados marinos y peces en los intermareales y en la franja de mar adyacente a la costa (Bertelotti y Yorio 1999). Su capacidad oportunista le permite incorporar también otros elementos de los ambientes costeros, tales como basura, insectos y huevos y pichones de otras aves costeras y marinas. El estudio de la dieta de esta abundante especie mostró una gran variación entre localidades y es probable que, al igual que lo sugerido en otros estudios, las diferencias en el consumo de presas entre las localidades estudiadas en Chubut sean debidas a diferencias regionales en la disponibilidad de alimento o a la utilización de diferentes ambientes de alimentación (Bertelotti y Yorio 1999). Por otro lado, la dieta de la gaviota cocinera también mostró una importante variación a lo largo del ciclo reproductivo. El cambio a una dieta compuesta principalmente por peces durante la etapa de pichones registrado en algunas colonias

sugiere que este alimento de gran valor energético y nutricional puede ser de gran importancia en el crecimiento y supervivencia de los pichones. Las diferencias regionales y estacionales en la dieta de las gaviotas indican la flexibilidad de esta especie en la utilización de los recursos (Bertelotti y Yorio 1999).

Los resultados de este estudio indican que los peces constituyen un importante componente de la dieta en determinados momentos del ciclo, principalmente durante la etapa de pichones. Si bien la gaviota cocinera puede capturar peces directamente, es posible que una importante parte de este alimento sea robado a otras especies u obtenido de los descartes pesqueros en el mar o el depositado en basurales costeros (Bertelotti y Yorio, 2000a; Bertelotti et al., 2001).

La gaviota cocinera se alimentó de los descartes pesqueros de la flota costera del Golfo San Matías, tanto dentro como fuera de la temporada reproductiva, y si bien se observaron individuos de todas las clases de edad, la abundancia de aves adultas fue siempre mucho mayor que la de juveniles e inmaduros (Bertelotti y Yorio, 2000a).

La presencia de gaviotas adultas en este caladero, particularmente durante los muestreos realizados en la temporada de cría, muestra que los individuos reproductores incorporan a su dieta y posiblemente alimenten a sus pichones con descartes pesqueros. Los descartes pesqueros podrían constituir un importante suministro de algunos

peces registrados en los análisis de dieta de gaviotas cocineras, particularmente durante la etapa de pichones. Por ejemplo, varias de las especies de peces presentes en la dieta de las gaviotas que reproducen en Punta León, coinciden con las especies descartadas por la flota que opera en las cercanías de esta colonia, en la Bahía Engaño.

El número de aves asociadas a los buques varió con relación a la modalidad de pesca costera (arrastre o palangre) y a las diferentes actividades desarrolladas durante las operaciones de pesca, mostrando la capacidad de las gaviotas de aprovechar los recursos cuando están más disponibles. De este modo el número de gaviotas fue máximo durante las actividades de descarte de peces y productos del eviscerado y resultó mínimo durante las actividades de viaje y arrastre de las redes.

Las gaviotas consumieron solamente parte del descarte como consecuencia de la selección tanto de especies como de tallas de los peces descartados. De este modo, a pesar de que en el golfo San Matías se arrojan al mar grandes volúmenes de descartes pesqueros, sólo una fracción de éstos puede ser realmente aprovechada por las aves.

Las gaviotas consumieron los descartes pesqueros utilizando principalmente dos comportamientos diferentes de alimentación. Se alimentaron capturando en forma directa los peces que fueron arrojados desde los buques, o robándoselos a otras gaviotas. Entre los peces descartados, las

gaviotas seleccionaron las presas de menores tallas, posiblemente para reducir el tiempo de manipulación y, por lo tanto, reducir la probabilidad de ser robadas por otras aves. En varias especies de aves marinas, incluida la gaviota cocinera, la probabilidad de que una presa sea robada se relaciona positivamente con el tamaño de la misma.

De acuerdo con lo esperado, las distintas clases de edad mostraron diferencias en la eficiencia de forrajeo. De este modo, los juveniles fueron mucho menos eficientes que los inmaduros y adultos en la captura directa de las presas y, posiblemente debido a ello, recurrieron con mayor frecuencia al robo de alimento como estrategia alternativa de alimentación (Bertelotti y Yorio, 2001). Los resultados de este estudio indican que la mayor parte del alimento ingerido por los juveniles fue obtenido a través del robo a otras gaviotas, mientras que los adultos y en menor medida los inmaduros se alimentaron principalmente a través de la captura directa de las presas (Bertelotti y Yorio, 2000b). Sin embargo, a pesar del uso del robo como estrategia alternativa de alimentación, la eficiencia de forrajeo de los juveniles resultó menor a la mitad de la eficiencia de forrajeo del resto de las clases de edad (Bertelotti y Yorio, 2000b).

La gaviota cocinera también se alimentó de residuos de pescado que las plantas de procesamiento depositan en el basural pesquero de la ciudad de Puerto Madryn. Miles de individuos adultos prove-

nientes en su mayoría de la colonia de la Isla de los Pájaros utilizaron estas fuentes durante el período reproductivo (Bertelotti et al., 2001). Por otro lado, las gaviotas de esta colonia también utilizaron el basural urbano, aunque en un número significativamente menor posiblemente debido a la menor calidad y cantidad de alimento disponible en comparación con el basural pesquero. La presencia de basura fue también registrada en la dieta de la gaviota cocinera en las tres colonias estudiadas, particularmente durante las etapas previas al nacimiento de los pichones. Sin embargo, el consumo de este tipo de residuo no fue muy importante, salvo en la colonia de Punta Pirámide, posiblemente debido a su cercanía a la comuna de Puerto Pirámide (Bertelotti y Yorio, 1999).

Las poblaciones de gaviota cocinera en Patagonia están en expansión, como lo indican las colonias que fueron monitoreadas. El número de parejas reproductoras mostró un incremento significativo durante las últimas décadas en todas las colonias de la Península Valdés, Punta León y Punta Tombo (Bertelotti et al., 1995; Yorio et al., 1998). Los resultados de este estudio muestran que la mayor parte de las gaviotas cocineras que reproducen en el norte del litoral de Chubut incluyen en su dieta alimentos de origen antrópico, como basura y peces provenientes de basurales pesqueros y descartes en el mar. El aprovechamiento de fuentes artificiales de alimento, particularmente descartes pesqueros, podría resultar en un aumento en la supervivencia de juveniles y adultos durante el

M. Bertelotti: Resumen de Tesis

invierno, etapa crítica en la cual disminuye la oferta natural de alimento, y en un incremento en el éxito reproductivo. El uso de fuentes artificiales de alimento podría por lo tanto ser una de las principales causas involucradas en la expansión poblacional de la gaviota cocinera.

BIBLIOGRAFÍA

- Bertelotti, M., Carribero, A. & Yorio, P. 1995. Aves marinas y costeras coloniales de la Península Valdés: Revisión histórica y estado actual de sus poblaciones. Fundación Patagonia Natural: informe técnico N° 1: 1-21.
- Yorio, P., Bertelotti, M. Gandini, P. & Frere, E. 1998. Kelp gulls (*Larus dominicanus*) breeding on the argentine coast: population status and a review of its relationship with coastal management and conservation. *Marine Ornithology* **26**: 11-18.
- Bertelotti, M. & Yorio, P. 1999. Spatial and temporal patterns in the diet of the Kelp Gull in Patagonia. *Condor* **101**: 790-798.
- Bertelotti, M & Yorio, P. 2000a. Utilisation of fishery waste by kelp gulls attending coastal trawl and longline vessels in northern Patagonia, Argentina. *Ornis Fennica* **77**: 105-115.
- Bertelotti, M & Yorio, P. 2000b. Age-related feeding behaviour and foraging efficiency in Kelp Gulls attending coastal trawlers in Argentina. *Ardea* **88**: 207-214.
- Bertelotti, M., Yorio, P. Blanco, G. & Giaccardi, M. 2001. Use of tips by nesting Kelp Gulls at a growing colony in Patagonia. *Journal of Field Ornithology* **72**: 338-348.
- Bertelotti, M & Yorio, P. 2001. Intraspecific Host Selection by Kleptoparasitic Kelp Gulls in Patagonia. *Waterbirds* **24**: 182-187.

Naturalia patagónica 1: 140-143 (2002)

ESTUDIO CINÉTICO EN LA FOTOOXIDACIÓN DE CONTAMINANTES Y FOTOSENSIBILIZADORES MARINOS.

María Isela Gutiérrez

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Química. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Química realizada y presentada en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Director: Dr. Norman A. García (Universidad Nacional de Río Cuarto). Consejero de Estudios: Dr. Juan J. Jurich (UNPSJB). Defensa: 5 de marzo de 1999. Número total de páginas de la tesis: 172.

Palabras clave: Oxígeno singlete, fotooxidación sensibilizada, derivados antracénicos, fenoles, quinonas, trihidroxibencenos, efecto salino.

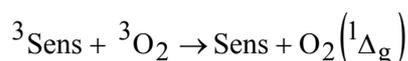
Como consecuencia de la industrialización, se ha modificado la concentración de varios compuestos orgánicos presentes en la biosfera. Los distintos procesos que liberan sustancias contaminantes varían según las regiones consideradas. En zonas donde existen yacimientos de petróleo en explotación es habitual la contaminación de suelos y cursos de agua superficiales por hidrocarburos. En zonas portuarias, en las cuales se produce la carga de petróleo crudo y la descarga de combustibles, como la costa de Comodoro Rivadavia, suelen liberarse accidentalmente hidrocarburos de petróleo al mar.

Cuando petróleo crudo o productos del petróleo refinado son liberados al mar están sujetos inmediatamente a una amplia variedad de fenómenos climáticos que conducen a la remoción del petró-

leo crudo de la superficie y a su eventual permanencia en el ambiente marino a través de una serie de procesos: dispersión, evaporación, emulsificación, sedimentación, disolución de los componentes de menor peso molecular, biodegradación y fotooxidación.

Por absorción de radiación solar la fotooxidación ocurre en la interfase hidrocarburo-agua y pueden aparecer productos de oxidación generalmente más solubles, pero muchos de los hidrocarburos de petróleo absorben principalmente radiación ultravioleta y, a nivel del mar, la luz natural contiene poca de esta radiación porque es filtrada por la capa de ozono de la alta atmósfera. Sin embargo, aunque la fotodegradación por irradiación directa no sea un proceso importante, puede ocurrir indirectamente a través de procesos fotosensibilizados, en los

cuales la radiación visible es absorbida inicialmente por colorantes, llamados sensibilizadores (*Sens*), presentes en el agua de mar. Se han observado muchas oxidaciones que ocurren en la presencia de luz, oxígeno y *Sens* desde principios del siglo XX. Kautsky (Biochem.1937. **291**: 271) propuso la transferencia de energía desde una molécula electrónicamente excitada al oxígeno, alcanzando el oxígeno un estado electrónicamente excitado, el oxígeno singlete molecular, $O_2(^1\Delta_g)$:



Tanto las fotorreacciones directas como indirectas en agua pueden ser rápidas como consecuencia de la exposición a la luz solar y dado que el valor de la concentración de $O_2(^1\Delta_g)$ en estado estacionario informado para aguas naturales es del orden 10^{-12} - 10^{-14} M, el interés principal de la tesis fue el estudio de las sustancias que pueden generar esta especie y como influye el medio en la interacción del $O_2(^1\Delta_g)$ con distintos substratos que pueden existir como contaminantes.

En superficies marinas y en la atmósfera se han aislado e identificado diversos compuestos coloreados, siendo muy frecuentes entre ellos los derivados quinónicos, capaces de absorber la radiación solar y, eventualmente actuar como *Sens* naturales marinos.

Los hidrocarburos alifáticos representan una fracción mayoritaria del petróleo, sin embargo desde el punto de vista toxicológico, los

hidrocarburos aromáticos tienen una mayor importancia por su conocido papel en la inducción de cáncer, su toxicidad a la biota marina y su alta persistencia en el medio ambiente debido a su lenta biodegradabilidad.

Durante los últimos años se ha estudiado ampliamente la cinética de fotodescomposición de petróleo crudo y sus derivados en distintas condiciones. En las aguas naturales un factor distintivo a tener especialmente en cuenta en estudios sobre fotodegradación es la presencia de sales. Las aguas continentales son heterogéneas, dependiendo su composición de los suelos y del impacto de la civilización. En las proximidades de la costa la lluvia incorpora cloruro de sodio, sin embargo la concentración salina total es muy baja. Por estas razones los hidrocarburos pueden contaminar aguas con concentraciones variadas de sales disueltas.

El estudio de la problemática de contaminación planteada conduce a la necesidad de conocer aspectos fisicoquímicos sobre los cuales no existe suficiente literatura. La obtención de datos experimentales en condiciones medioambientales simuladas en el laboratorio es útil para investigar el comportamiento de compuestos modelo. Esta información puede servir de base para analizar la potencialidad del proceso de eliminación natural de contaminantes por fotooxidación sensibilizada, lo cual constituye un aspecto parcial, pero no suficientemente estudiado del destino de contaminantes en medios naturales.

Los principales objetivos planteados en el trabajo de tesis se refieren a tres temas puntuales relacionados con las motivaciones tratadas anteriormente y que pueden resumirse en el estudio de los siguientes puntos:

1. la eficiencia de Sens presentes en agua de mar capaces de absorber radiación visible, como generadores y desactivantes de oxígeno singlete molecular.

2. la cinética de fotooxidación de derivados aromáticos polihidroxilados que se encuentran como contaminantes de regiones marinas costeras.

3. el efecto salino sobre la foto-oxidación sensibilizada de contaminantes marinos y compuestos modelo.

Para seleccionar los métodos experimentales de generación y detección de $O_2(^1\Delta_g)$ se consideraron varios factores, entre ellos el tipo de reacción a estudiar, tipo y calidad de información requerida y disponibilidad de equipamiento. Dado que una de las metas propuestas fue simular procesos en los cuales se descomponen substratos contaminantes que no necesariamente absorben la radiación solar incidente sobre superficies marinas se decidió utilizar uno de los métodos más comunes de generación, la fotosensibilización, utilizando Sens que absorben radiación en el intervalo visible. Se ha comprobado que los Sens más efectivos son los que absorben entre 380 y 900 nm, lo cual constituye una aproximación a la problemática medioambiental. Además el Sens debe poseer alta absorción a una longitud de onda en la cual el sustrato fotooxidable

no absorba, lo cual se puede ajustar en el laboratorio utilizando una luz monocromática y una concentración de Sens tal que su absorción exceda a la del sustrato. Para la detección del $O_2(^1\Delta_g)$ se utilizaron preferentemente métodos indirectos porque el equipamiento necesario es de bajo costo, fácil mantenimiento y de operación sencilla. Sin embargo, los substratos desactivadores pueden reaccionar con el Sens por lo cual en todos los casos se realizaron algunas mediciones por métodos directos para asegurar la validez de los resultados obtenidos. En los casos en que los métodos indirectos presentaron complicaciones se utilizó únicamente la detección de fosforescencia de oxígeno singlete resuelta en el tiempo.

Las quinonas y sus derivados hidroxilados, salvo aquellos con sustituyentes en posiciones adyacentes a los grupos carbonilo, son excelentes Sens para la generación de $O_2(^1\Delta_g)$ en solventes apróticos; sin embargo los resultados obtenidos indican que en la hidrosfera esta capacidad se vería disminuida y que, por ser desactivadores moderados del $O_2(^1\Delta_g)$, el efecto Sens de las quinonas al evaluar un mecanismo de fotooxidación Tipo II para la degradación de contaminantes en el ambiente sería muy limitado.

Se encontró que, en presencia de quinonas la capacidad de generar $O_2(^1\Delta_g)$ de otros Sens puede ser modificada y se estableció la existencia de interacciones entre colorantes xanténicos y quinonas. La formación de complejos de transferencia de carga con estos sensibilizadores

constituye una interacción a tener en cuenta al estudiar la fotooxidación sensibilizada de contaminantes aromáticos, principalmente aquellos que presentan sustitución en la posición α , ya que se ha observado que las quinonas se encuentran entre los productos primarios de fotooxidación. La magnitud de la interacción entre las quinonas y los colorantes xanténicos, tanto en estado fundamental como en el estado excitado del Sens indica que la formación de $O_2(^1\Delta_g)$ puede estar considerablemente inhibida cuando comienzan a formarse las quinonas, por su capacidad para desactivar al $O_2(^1\Delta_g)$ y porque la formación de agregados xantenos-quinonas con altas constantes de asociación disminuye la concentración de colorante disponible para generar $O_2(^1\Delta_g)$.

También se estudió la fotooxidación sensibilizada de trihidroxi-bencenos, que pueden encontrarse en medios naturales como consecuencia de distintos procesos. Se observó una alta reactividad de los mismos frente a $O_2(^1\Delta_g)$, descartándose que puedan actuar como generadores de esta especie en medios naturales. La alta reactividad observada para los tres isómeros indica que podrían ser eliminados por un proceso de fotooxidación Tipo II con el $O_2(^1\Delta_g)$ generado por sensibilizadores presentes en medios naturales. Un aspecto a considerar que constituye una extensión de este trabajo sería

el análisis de los productos de esta reacción, ya que los mismos podrían modificar las velocidades de degradación.

La aplicación de compuestos modelo en sistemas ambientales debe considerar factores adicionales, tales como la diferente escala de tiempo y la composición más compleja, ya que por ejemplo los sistemas naturales contienen componentes tales como organismos que pueden biodegradar los contaminantes u otras especies oxidantes como ión superóxido. Sin embargo en la práctica la información obtenida puede ser de utilidad, por esta razón se eligieron compuestos modelo para los cuales la reacción con $O_2(^1\Delta_g)$ había sido previamente caracterizada y se estudió el efecto de la presencia de sales sobre esta interacción.

Se determinó que tanto el tiempo de vida del $O_2(^1\Delta_g)$ como el rendimiento cuántico de generación del mismo son independientes del contenido salino de la solución.

Los resultados obtenidos indican que no es posible establecer un efecto salino general sobre la fotooxidación sensibilizada de contaminantes, pero que el conocimiento de los mecanismos que determinan la interacción entre cada substrato y el $O_2(^1\Delta_g)$ permitiría llegar a predecir ciertas tendencias en la velocidad de degradación de los contaminantes en ambientes naturales.

ESTUDIO DE FABP EN ESPECIES DE LA FAUNA MARINA PATAGÓNICA.

Oswaldo León Córdoba

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Bioquímica. Ciudad Universitaria. Km 4. (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en el Departamento de Química Biológica de la Universidad Nacional de la Buenos Aires, IQUIFYB y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB). Director: Dr José A. Santomé (UBA). Defensa: 20 de agosto de 1999. Número total de páginas de la tesis: 107.

Palabras clave: Hígado, peces, proteínas transportadoras de ácidos grasos, FABP.

Las proteínas transportadoras de ácidos grasos (FABPs) son proteínas citosólicas de 14-16 kDa que tienen la capacidad de unir ácidos grasos, se han identificado diferentes tipos los cuales presentan alta especificidad de órganos y se nombran en base al órgano donde fueron encontradas por primera vez. Se les atribuyen las siguientes funciones:

- a. Unir ácidos grasos de cadena larga, incluyendo su selección, solubilización y compartimentalización.
- b. Proteger las membranas celulares del efecto deletéreo de los ácidos grasos.
- c. Facilitar el ingreso de ácidos grasos al interior celular.
- d. Ser cofactores de reacciones en las que los ácidos grasos son substrato o agentes regulatorios.
- e. Modular la mitosis, crecimiento y diferenciación celular.
- f. Transportar ácidos grasos hacia caminos metabólicos específicos.

Este trabajo de tesis se divide en tres partes:

1. Digestion "in gel" con BrCN para la secuenciación interna de proteínas.

Teniendo en cuenta la presencia de varias FABPs en el hígado de las especies estudiadas y la dificultad de su purificación, se encaró el estudio de un método que permitiera realizar la caracterización estructural de esas proteínas a partir de pequeñas cantidades de material. Este es un problema frecuente en la determinación parcial o total de la secuencia de aminoácidos de una proteína, a lo que hay que sumarle el bajo rendimiento de los procedimientos disponibles. Un problema asociado es el bloqueo del extremo N-terminal de las proteínas, frecuente en las proteínas de origen eucariota.

Una excelente contribución a la solución del problema, lo constituyó el desarrollo de la técnica de

digestión "in gel" con tripsina, pero se obtienen péptidos cortos generalmente de 6 a 10 aminoácidos, que además necesitan de un HPLC de gran sensibilidad para separarlos por estar en muy baja cantidad, lo que obliga a tener un equipo de características poco comunes.

Esto motivó a desarrollar un método de digestión "in gel" con BrCN, el que aprovecha (como el método anterior) la capacidad resolutoria de los geles de poliacrilamida, pero permite la obtención de péptidos de mayor tamaño debido a la escasa cantidad de metioninas, generalmente presentes en las proteínas. Los péptidos resultantes se separan en un segundo gel, con posterior electrotransferencia a una membrana de PVDF para su secuenciación.

2. Purificación y caracterización de las FABPS de hígado de pez elefante (*Callorhynchus callorhynchus*).

El trabajo de Medzihradszky et al. (Eur. J. Biochem. 1992. **203**: 327-339.) llegó a la conclusión que el hígado de tiburón expresa una sola FABP perteneciente al tipo cardíaco. Esto indicó una diferencia con las otras especies estudiadas hasta ese momento, todas de mamíferos, las cuales expresan una FABP característica de ese órgano.

El estudio de hígado de especies pertenecientes a otras clases como aves y reptiles también demostró la expresión de una FABP de tipo hepático, aunque de punto isoeléctrico alto (Lb-FABP).

La expresión de una FABP de tipo cardíaco en el tiburón nodriza se explicaba mediante dos hipótesis: una de ellas lo atribuía a que el hígado del tiburón almacena grasa para utilizarlas en la actividad muscular y la otra suponía que la aparición de la FABP de tipo hepático fue posterior a la aparición del tiburón en la escala evolutiva.

Para comprobar cual de las hipótesis era la verdadera decidimos estudiar la expresión de FABP en un hígado de un pez mas antiguo que el tiburón, se eligió para esto una quimera, el pez elefante (*Callorhynchus callorhynchus*). Los resultados de las secuencias parciales obtenidas a partir de las técnicas de digestión "in gel", permiten establecer que las FABPs denominadas pe FABP₃, pe FABP₄ y pe FABP₅ presentan un mayor porcentaje de identidad con las FABPs de tipo cardíaco (60, 52 y 67 % respectivamente).

La pe FABP₂, dio un mayor porcentaje de identidad con las I-FABP (74 %), lo cual fue un hecho sorprendente, ya que no existía información sobre la expresión de una FABP de tipo intestinal en el hígado de ninguna de las especies estudiadas.

Finalmente la pe FABP₁, mostró un mayor porcentaje de identidad con las Lb-FABP de pollo y bagre, con un 65 % y 66 % respectivamente.

Los anticuerpos anti I-FABP de rata dieron una reacción positiva con la pe-FABP₂, resultado acorde con el alto porcentaje de identidad (74 %). Los anticuerpos anti H-FABP de rata y anti A-FABP de rata dieron positivo con las pe

FABP₃, pe FABP₄ y pe FABP₅, también de acuerdo con los porcentajes de identidad.

De esta manera podemos inferir que:

1) La pe FABP₁, es de tipo básico (Lb-FABP), lo cual está de acuerdo con la cromatografía de intercambio aniónico ya la que por su carácter básico no se unió, eluyó con el frente del buffer. Tiene, además un alto grado de identidad con las Lb-FABPs de otras especies.

2) La pe FABP₂, es de tipo intestinal, esto está demostrado por el alto porcentaje de identidad frente a la I-FABP, muy superior a los valores hallados con respecto a los otros tipos de FABPs analizados, a lo que se suma la reacción positiva frente a los anticuerpos anti I-FABP.

3) Las pe FABP₃, pe FABP₄ y pe FABP₅, presentan una mayor identidad con las FABP de tipo cardíaco y adipocito, en coincidencia con la inmunocaracterización.

3. Purificación y caracterización de las fabps de hígado del tiburón pinta roja (*Halaetunus bivius*).

La multiexpresión de FABPs observada en el pez elefante, incluyendo una de tipo básico de hígado, Lb-FABP, similar a la expresada en el hígado de pollo y de sapo, observada también en nuestro laboratorio en el pez elefante, y el haberse encontrado una sola de tipo cardíaco en el tiburón nodriza nos llevó a re-estudiar la expresión de FABP en el tiburón. La imposibilidad de

conseguir la misma especie de tiburón utilizada en el trabajo de Medzihradsky y col , nos obligó a utilizar otra especie, la elegida fue el tiburón pinta roja.

Se determinó la presencia de tres FABPs, una de las FABPs expresadas pertenece al tipo básico hepático (a la cual se le determinó la estructura primaria completa), las otras dos al tipo cardíaco. Se realizaron estudios de la unión de estas proteínas con los ácidos cis- y transparinámico, y de competencia frente a distintos ligandos, obteniendo marcadas diferencias entre la FABP de tipo básico hepático y las dos FABP de tipo cardíaco.

La concentración relativa de cada FABP en el hígado del tiburón dio un 69 % para la pr FABP₁, 15 % para la pr FABP₂ y 16 % para la pr FABP₃, lo que nos muestra a la pr FABP₁, como la FABP mas abundante.

Los estudios sobre la capacidad de unir ácidos cis- y transparinámico, mostraron que la pr FABP₁, que es de tipo básico, une dos moléculas de ácido cisparinámico con constantes de disociación de 32±1,4 nM y 378±68 nM para el primer y segundo sitio de unión respectivamente y una de ácido trans-parinámico con una constante de unión de 49±1,5 nM en forma similar a lo observado en la Lb-FABP de axolote, mientras que las pr FABP₂ y pr FABP₃ unen una molécula de ácido cisparinámico (constantes de disociación de 1,17±0,02 μM y 1,2±0,08 μM respectivamente) y una de trans-parinámico (constantes de disociación de 427±25 nM y 495±20

nM respectivamente). Estos resultados son similares a los observados por otros autores con la A-FABP frente al ácido cis-parinámico.

Los estudios de competencia entre ácido cis-parinámico y distintos ligandos frente a las FABP del tiburón pinta roja, muestran diferencias en la afinidad frente a distintos ligandos entre la pr FABP₁, y las pr FABP₂ y pr FABP₃, que tienen un comportamiento similar.

La pr FABP₁ tiene una baja afinidad por el ácido palmítico y oleico mientras que posee una mayor afinidad por el ácido linoleico, ácido araquidónico, fosfatidilcolina, sales biliares y ácido retinoico, todos ellos importantes en las funciones hepáticas, mientras que la pr FABP₂ y pr FABP₃, tienen una mayor afinidad por el ácido palmítico y oleico, siendo el ácido palmítico el principal ácido graso movilizado a partir de los depósitos de grasa para su β -oxidación.

Esto nos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

-Las FABP de tipo hepático cardíaco e intestinal se originan antes de la aparición de los peces, hace aproximadamente 450 millones de años.

-En los peces cartilaginosos (pez elefante, tiburón) la FABP predominante en el hígado pertenece al tipo básico hepático descrito en pollo, sapo y más recientemente en bagre.

-La presencia de varios tipos de FABPs en el hígado de los peces sugiere que cada tipo de FABP participa en caminos metabólicos distintos.

-La especificidad particular de

cada FABP del tiburón pinta roja por los ligandos estudiados, constituye una evidencia a favor de la semejanza de la FABP básica y de las de tipo cardíaco con las correspondientes a otras especies.

En el hígado de los mamíferos se expresa un solo tipo de FABP, el llamado tipo hepático (L-FABP). Otros órganos como el corazón y el tejido adiposo expresan también un solo tipo, el tipo cardíaco (H-FABP) y adipocito (A-FABP) respectivamente.

Sin embargo también se han encontrado órganos que expresan más de un tipo como el estómago (L-, I-, H- y II-FABP), riñón (L- y H-FABP) e intestino (I- y L-FABP).

Estas características de expresión sugieren que una FABP en particular, presente en diferentes tejidos, cumple una función similar en todos ellos y cuando un órgano expresa más de un tipo, cada una de ellas participa en un paso metabólico particular.

Las L-FABP unen dos ácidos grasos por molécula, mientras que otras FABPs unen solo uno. Las L-FABPs unen otros ligandos aparte de los ácidos grasos como acil-CoA, lisofosfatidilcolina, ácido L-alfa-lisofosfatídico, hemo, retinol, ácido retinoico, prostaglandinas, proliferadores peroxisomales, colesterol, sales biliares y otros compuestos hidrofóbicos. Otra característica distintiva es que el mecanismo de transferencia de ácidos grasos a membranas de fosfolípidos es por difusión.

Las H-FABP y A-FABP transfieren ácidos grasos fluorescentes a modelos de membrana por colisión, la A-FABP incrementa

la transferencia de oleato y el tráfico de lípidos esterificados.

Las I-FABP transfieren ácidos grasos fluorescentes a membranas por colisión en forma similar a las H-FABP y A-FABP pero con menor velocidad aunque más rápidamente que las L-FABP. Incrementan la transferencia de ácidos grasos pero no estimulan la esterificación de ácidos grasos en esteres de glicerol o colesterol *in vitro*.

Se han reportado algunas diferencias entre las L-FABP y las Lb-FABP, la Lb-FABP de axolote une dos moléculas de ácido cis-parinámico y una de ácido trans-parinámico, mientras que la L-FABP une una sola molécula de cada tipo.

La expresión de H/A-FABPs en el hígado de los peces probablemente se deba al actuar éste como órgano de reserva de grasas, en especial en el caso de los tiburones y quimeras, los cuales al no poseer vejiga natatoria, aprovecha la menor densidad de las grasas para aumentar su flotabilidad, las pr FABP₂ y pr FABP₃ que se caracterizaron como de tipo H/A-FABP muestran una mayor afinidad por el ácido palmítico, el principal ácido graso movilizado de los depósitos de grasa para β -oxidación.

No se detectó la presencia de I-FABP en el hígado de tiburón, como si ocurre en el hígado del pez elefante, pero su probable función no ha podido ser explicada.

Todas las especies estudiadas expresan en el hígado uno de los tipos de FABP hepático, los mamíferos la L-FABP, mientras que las otras especies la Lb-FABP, esto

no fue observado para el tiburón por Bass et al. y Medzihradsky et al., pero un análisis de estos trabajos muestran la posibilidad que el hígado de este tiburón también posea varias FABPs. Estos autores purificaron las proteínas por isoelectroenfocado, de un homogenato de hígado deslipidizado y que con incubación con metiolato [$1-^{14}\text{C}$] se detectaron seis bandas, los autores consideraron únicamente la de mayor actividad y a las otras fracciones como isoformas, se observa una fracción básica de baja afinidad por ácidos grasos, la que presumiblemente sea la Lb-FABP y que no fue estudiada. Las dos especies estudiadas en esta tesis presentan una Lb-FABP. En el tiburón la pr FABP₁ (Lb-FABP) mostró alta afinidad por los ácidos retinoico, sales biliares, ácido linoleico, ácido araquidónico y lisofosfatidilcolina, todos ellos importantes en funciones metabólicas hepáticas.

La expresión de distintos tipos de FABP en el hígado de peces indica que deben cumplir funciones distintas necesarias para el funcionamiento de dicho órgano. Posiblemente esas funciones sean semejantes a las que cada uno de esos tipos cumplen en otros órganos.

Parte de los resultados presentados en esta Tesis Doctoral han dado origen a las siguientes publicaciones:

Córdoba, O. L., Linskens, S., Dacci, E. & Santomé J. A. 1997. "In Gel" Digestion with Cyanogen Bromide for Protein Internal Sequencing. *J Bioch Biophy Methods*, **35**: 1-10.

Córdoba, O. L., Sánchez, E. I., Veerkamp,

O. L. Córdoba: Resumen de Tesis

J.H., Santome, J. A. 1998. Presence of Intestinal, Liver and Heart/Adipocyte Fatty Acid-Binding Protein Types in the Liver of a Chimaera Fish. *Int J Biochem & Cell Biol.* **12**: 1403-1413.
Córdoba, O. L., Sánchez, E. I. & Santome, J.

A. 1999. The main fatty acid acid-binding protein in the liver of the shark (*Halaetunus bivius*) belongs to the liver basic type. Isolation, amino acid sequence determination and characterization. *Eur J Biochem* **265**: 1-8.

FOTOOXIDACIÓN DE HIDROXINAFTALENOS Y COMPUESTOS RELACIONADOS Y SUS PROPIEDADES COMO FOTOSENSIBILIZADORES Y FOTOPROTECTORES.

Marta Mabel Luiz

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Química. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Química realizada y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Director: Dr. Norman Andino García (Universidad Nacional de Río Cuarto). Consejero de Estudios: Dr. Juan José Jurich. Defensa: 28 de noviembre de 2000. Número total de páginas de la tesis: 153.

Palabras clave: Hidroxinaftalenos, fotooxidación sensibilizada, oxígeno singlete, fotoprotectores.

El tema central de este trabajo de tesis consiste en el estudio cinético y mecanístico de procesos fotooxidativos sobre compuestos de interés medio ambiental e industrial.

Los hidrocarburos que contaminan aguas de mar están sometidos permanentemente a la acción de la radiación solar y por ende sufren diversos tipos de reacciones fotoquímicas.

En una descripción general de estos fotoprocesos podemos distinguir inicialmente dos posibilidades: las fotorreacciones por absorción directa de la radiación y las fotorreacciones sensibilizadas, es decir aquellas en que un agente externo es el responsable de absorber la luz e iniciar la reacción fotoquímica. Los hidrocarburos de petróleo, en su mayoría, absorben solamente radiación ultravioleta, de la cual la contribución solar no es especialmente rica. En las reaccio-

nes fotosensibilizadas, la absorción inicial de radiación visible se produce por parte de colorantes naturales presentes en el ambiente. Así, en las reacciones fotoquímicas indirectas que pueden ocurrir solamente a través de reacciones fotosensibilizadas, especies en estado excitado de algunos cromóforos transfieren un electrón o energía a los compuestos en forma directa, o bien mediante interacción con moléculas reactivas en estado fundamental o estados excitados producto de procesos fotoquímicos primarios.

Este último es el caso de las reacciones en las que interviene una especie excitada del oxígeno molecular, denominada oxígeno singlete, $O_2(^1\Delta_g)$, que constituye el principal interés de nuestro estudio.

Hemos abordado en este trabajo, el estudio de substratos representados por diferentes *nafta-*

lenos sustituidos, algunos de ellos compuestos de relevancia ambiental y otros considerados como potenciales fotoprotectores UV.

Los dihidroxinaftalenos y los naftalenos monosustituídos que hemos elegido para su estudio, son constituyentes de diversas fracciones de petróleo (Tjessem y Aaberg, 1973) y se presentan como contaminantes de aguas naturales provenientes de diversas fuentes, como desechos industriales y derrames de petróleo (Sporstol et al., 1983).

Se investigan específicamente en este trabajo fotorreacciones sensibilizadas mediadas por oxígeno molecular singlete $O_2(^1\Delta_g)$ de dihidroxinaftalenos y naftalenos monosustituídos.

En relación a los *Hidroxinaftalenos como fotoprotectores* debemos considerar que los diversos materiales poliméricos expuestos a condiciones medio ambientales con luz solar y oxígeno suelen sufrir deterioros irreversibles que en muchos casos son debidos a procesos fotoquímicos.

Por ello, dichos polímeros son "dopados" con sustancias denominadas fotoprotectoras, cuya función es absorber la radiación y degradar la energía por vías no destructivas. En los últimos años se ha desarrollado un gran número de sustancias fotoprotectoras basadas en diferentes mecanismos de acción (Heller, 1969).

Hemos abordado el estudio de la fotoestabilidad de este tipo de compuestos ante la potencial acción de oxígeno singlete. Pensando en una situación real, una sustancia coloreada en el polímero absorbe la luz solar, genera oxígeno singlete.

El fotoprotector puede actuar como desactivante del $O_2(^1\Delta_g)$ o bien fotooxidarse.

OBJETIVOS

El interés del presente estudio, se basa fundamentalmente en dos aspectos importantes de la química del oxígeno singlete:

a) Determinación de la interacción de los hidroxinaftalenos y compuestos relacionados con $O_2(^1\Delta_g)$, luego de la irradiación indirecta (fotosensibilizada), por métodos estáticos y de fosforescencia resuelta en el tiempo, a fin de evaluar dichos compuestos como desactivadores físicos y químicos de oxígeno singlete.

b) Investigación del rol potencial de estos compuestos como sensibilizadores para la generación de $O_2(^1\Delta_g)$ luego de la irradiación directa del sustrato.

Por otro lado, es importante también para estos compuestos de relevancia ambiental, la determinación de la estructura de los productos de oxidación.

CONCLUSIONES

Los *naftalenos monosustituídos* (NMS) 1- y 2-hidroxinaftalenos, 1- y 2-metoxinaftalenos, 1- y 2-aminonaftalenos actúan como desactivadores físicos y químicos de $O_2(^1\Delta_g)$ con constantes de velocidad y eficiencias cuánticas (ϕ_r) relativamente altas, mientras que 1-metoxinaftaleno, 1-fluoronaftaleno y 1-cianonaftaleno, así como el naftaleno no sustituido, no muestran ninguna interacción con dicha especie. La condición necesaria para la exis-

tencia de interacción es la presencia de un sustituyente dador de electrones. En el caso del 1- y 2-hidroxinaftaleno, la ionización del OH aumenta bastante la eficiencia de dicha interacción.

Evidencias experimentales indican que la interacción procede a través de un complejo de encuentro entre el $O_2(^1\Delta_g)$ y el NMS, con un carácter parcial de transferencia de carga, corroborados por una correlación entre la constante de velocidad total y el cambio global de energía libre. Por otra parte, en los hidroxinaftalenos, la detección de productos derivados de la ruptura del anillo sustituido en la mezcla irradiada, confirma la existencia de reacciones típicas de $O_2(^1\Delta_g)$.

Todos los naftalenos nombrados anteriormente, son buenos generadores de $O_2(^1\Delta_g)$ luego de la irradiación directa en soluciones no acuosas, con rendimientos cuánticos de producción de $O_2(^1\Delta_g)$, Φ_Δ en el rango de 0,11-0,74.

En cuanto a los *dihidroxinaftalenos* (DHN), el fuerte efecto de solvente observado sobre la constante de velocidad total para la interacción de DHN con $O_2(^1\Delta_g)$ se asemeja al comportamiento cinético fotooxidativo de fenoles sustituidos y dihidroxibencenos. La interacción DHN- $O_2(^1\Delta_g)$ parece ser principalmente conducida por un mecanismo de transferencia de carga, pero en este caso en conjunción con factores estructurales.

Los dihidroxinaftalenos producen eficientemente $O_2(^1\Delta_g)$ por irradiación directa en benceno, con rendimientos cuánticos cercanos a 0,25.

Ambos valores de ϕ_r y Φ_Δ indican que los DHN como contaminantes son buenos candidatos para una fotooxidación ambiental mediada por $O_2(^1\Delta_g)$. Los procesos fotodegradativos están favorecidos en el rango alcalino de pH y por solventes con alta polaridad.

Los *fotoestabilizadores* estudiados tienen poca habilidad para generar por irradiación directa, la conocida especie reactiva, $O_2(^1\Delta_g)$, lo cual constituye un hecho a favor de sus propiedades fotoprotectoras de polímeros contra el daño fotooxidativo.

Estos compuestos son pobres desactivadores de $O_2(^1\Delta_g)$ cuando predomina la forma fenólica molecular no ionizada. El proceso de desactivación de $O_2(^1\Delta_g)$ es exclusivamente físico.

En medio alcalino, tanto el 1'-hidroxi-2'-acetonaftona (OH2AN) como el 2'-hidroxi-1'-acetonaftona (2OH1AN) son excelentes desactivadores de $O_2(^1\Delta_g)$. El proceso de desactivación tiene principalmente un componente químico, que produce la fotodegradación de ambos isómeros con eficiencias cuánticas de 0,33 y 0,16 para los derivados 1OH y 2OH, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Heller, H. 1969. J. Eur. Polym. J. Suppl., p.105.
Sporstol, S. Gjos, N. G. Lichtenthaler, R. G. Urdal, K. & Skel, J. O. J. 1983. Environ. Sci. Technol. **17**: 282.
Tjessem, T. & Aaberg, A. 1973. Chemosphere. **12**: 1373.

ESTUDIO DE LOS POLISACÁRIDOS DE LA PARED CELULAR DE *IRIDAEA UNDULOSA* B. CISTOCÁRPICA.

María Luján Flores

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Farmacia. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Farmacia realizada en el Departamento de Química Orgánica (FCEN-UBA) y en el Departamento de Farmacia (UNPSJB) presentada en la Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB. Director: Dr. Carlos Arturo Stortz (UBA). Consejero de Estudios: Dra. Vilma Balzaretto (UNPSJB). Defensa: 14 de diciembre de 2000. Número total de páginas de la tesis: 287.

Palabras clave: *Iridaea undulosa* cistocárpica, pared fibrilar, mananos, celulosa, glucanos, carragenanos, Rhodophytas.

INTRODUCCIÓN

Las costas patagónicas argentinas poseen abundantes cantidades de rodofíceas. *Iridaea undulosa* (= *Sarcothalia crispata*) sintetiza carragenanos como principales polisacáridos matriciales, los que han sido ampliamente estudiados en el laboratorio donde se efectuó gran parte de esta Tesis. Sin embargo los constituyentes de la pared fibrilar no habían sido analizados. Por ello surgió el interés en estudiar en profundidad y desde el punto de vista químico tales componentes fibrilares. Los escasos antecedentes de literatura respecto de este tipo de estudio hicieron aún más atractivo el trabajo.

OBJETIVOS

Analizar la composición química, estructura e interrelación de los

componentes de la pared celular fibrilar y la cutícula de ejemplares cistocárpicos, y finalmente estudiar los componentes matriciales menores que acompañan a los carragenanos y que podrían guardar una relación con la parte fibrilar.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Los componentes matriciales de las frondas secas y molidas de ejemplares cistocárpicos del alga colectadas en la Cueva de los Leones, Puerto Deseado, Santa Cruz, durante el período estival, fueron extraídos con agua a temperatura ambiente y a 90 °C. El residuo fue sometido a disrupción celular para obtener la porción fibrilar de las paredes. A partir de ese material y mediante el uso de distintos solventes (cloroformo-metanol, urea, EDTA, fenol-ácido acético-agua, N,N-dimetilacetamida

y dimetilsulfóxido conteniendo cloruro de litio), se extrajeron y fraccionaron los principales constituyentes. El análisis químico general se efectuó mediante técnicas usuales en el estudio de hidratos de carbono. Algunas requirieron ser modificadas y fueron puestas a punto durante el desarrollo de la Tesis para adaptarlas al tipo de material en estudio (ej. cuantificación de nitrógeno total).

Los estudios estructurales se efectuaron mediante CGL-MS, FT-IR, ¹H-RMN y ¹³C-RMN. Se diseñaron técnicas de análisis combinando tratamientos enzimáticos, electroforesis (SDS-PAGE) y Cromatografía Líquida de alta resolución (HPAEC-PAD). Los estudios se complementaron con Microscopía Óptica (MO) y Electrónica de Transmisión (MET).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se presenta una revisión taxonómica de las algas rojas marinas, particularizada en las Gigartinaceae y en el género *Iridaea*, abarcando hasta los últimos resultados de estudios de biología molecular. Se efectuó una recopilación de los principales antecedentes sobre las paredes celulares vegetales. Respecto de las paredes celulares de algas, se consideraron los modelos de crecimiento y la organización química, con énfasis en la parte fibrilar o esquelética de las paredes, llegando hasta los últimos avances logrados en el conocimiento en la síntesis y secreción de los polisacáridos del esqueleto fibrilar celular;

se incluyeron antecedentes sobre la cutícula. Se presentó un resumen del conocimiento químico de los galactanos de rodofíceas, fundamentalmente de los carragenanos.

Los análisis químicos cuantitativos evidenciaron la compleja composición del material de estudio. Se demostró que contrariamente a lo que ocurre con las paredes celulares de los vegetales superiores, las paredes fibrilares de las macroalgas presentan una cantidad importante de proteínas (62,7 %) y un bajo contenido de hidratos de carbono (13,7 %). La composición monosacáridica es también inusual ya que los monosacáridos mayoritarios son la glucosa, la galactosa y la manosa.

Este último había sido descrito sólo en el orden Bangiales, no en Gigartinales. Los estudios de MO permitieron localizar los principales constituyentes de un corte de talo nativo utilizando distintos colorantes histoquímicos: almidón de florídeas (en las células medulares), polisacáridos aniónicos (en las regiones intercelulares cortical y subcortical), material fibrilar (en las paredes celulares y la cutícula), compuestos con grupos dioles vecinales (en la cutícula y en el material intracelular), y la presencia de fibras orientadas (en la cutícula y células corticales). También se analizó el comportamiento del material correspondiente a la porción fibrilar de la pared celular frente a los distintos colorantes histoquímicos.

Mediante MET se pudo observar en cortes de talos intactos la presencia de capas concéntricas localizadas alrededor de las células, la deposición de

microfibrillas ordenadas espacialmente y en forma concéntrica cerca del plasmalema, y con aspecto de red en la porción más distal.

La separación mecánica de la cutícula y posterior extracción acuosa de los talos raspados y de la cutícula por separado permitieron obtener dos nuevos residuos (RCp y RCc), cuyos análisis generales muestran una composición similar a la de RC (residuo de los talos intactos).

Se diseñó una metodología de extracción y fraccionamiento exhaustivo de los componentes de la pared fibrilar (fundamentalmente polisacáridos y glicoproteínas), la que resulta novedosa considerando los resultados logrados ya que no existen antecedentes de este tipo en el estudio de paredes celulares fibrilares de macroalgas:

1. El análisis de todos los productos procedentes de la extracción secuencial muestra un fraccionamiento de los principales constituyentes de la pared fibrilar. Como puede inferirse de los análisis generales y de la composición monosacáridica, las fracciones enriquecidas en hidratos de carbono contienen celulosa prácticamente como único polisacárido. Los galactanos (carragenanos y agaroides) se encuentran especialmente en los productos extraídos con urea 7 M, EDTA, fenol-ácido acético-agua y la fracción soluble del tratamiento final con cloruro de litio en dimetilsulfóxido. Las fracciones más ricas en proteínas coincidentemente también mostraron mayores porcentajes de aminoazúcares.

2. El estudio de la fracción

lipídica mostró el ácido palmítico como ácido graso mayoritario (88 %) seguido del ácido oleico. Además este producto está constituido de galactosa, prácticamente como único monosacárido. Estos resultados podrían hacer inferir la presencia de galactolípidos en la pared fibrilar.

3. Hasta la aplicación de fenol-ácido acético-agua (PAW), los rendimientos de las extracciones fueron bajos; no obstante se producía una apertura del material fibrilar. A partir de los productos extraídos con PAW se produjo un subfraccionamiento durante la diálisis que derivó en dos nuevas fracciones, una soluble con baja proporción de hidratos de carbono y otra insoluble. Ambas contienen galactosa como principal monosacárido.

4. La aplicación de cloruro de litio en N,N-dimetilacetamida originó un producto inicialmente soluble que al dializarlo se subfraccionó. La fracción finalmente soluble (E-As) está enriquecida en proteínas (77 %), y contiene también gran parte del manano y celulosa. E-Ai y R-A poseen fundamentalmente celulosa. Al utilizar la sal de litio en dimetilsulfóxido se extrajo el galactano remanente de las paredes celulares con restos de celulosa, manano y proteínas. La fracción que se insolubilizó en la diálisis está constituida de celulosa aunque arrastró también restos de manano y galactano. El residuo final, rico en hidratos de carbono (38 %) posee principalmente celulosa.

5. Los estudios de metilación de los residuos finales de la secuencia extractiva (R-A y R-D),

previa solubilización del material en LiCl/dimetilsulfóxido, permiten inferir que tal como surge de los resultados anteriores, las paredes celulares fibrilares de *I. undulosa* cistocárpica están constituidas en su porción más interna por un "núcleo" de celulosa acompañada con un β -(1 \rightarrow 4) manano y rodeado de galactanos que posiblemente contribuyen a darle mayor fuerza mecánica a las paredes. Se demuestra entonces que en las Gigartinales también se halla presente un β -(1 \rightarrow 4) manano, que sólo había sido informado en las Bangiales.

6. El tratamiento con Pronasa E de algunos residuos y productos (RC, R-F, E-Ai y E-Di) mostró nuevos subfraccionamientos en la diálisis. Todos los productos extraídos (y solubles) tras la digestión enzimática contienen cantidades importantes de galactosa, mientras que los correspondientes residuos (o extraídos pero insolubles finalmente) se hallan enriquecidos en glucosa y manosa. Las cantidades de proteínas en los residuos (aún luego de la segunda proteólisis) fueron relevantes. Los residuos de las dos proteólisis de E-Ai y E-Di fueron posteriormente metilados. Los resultados permiten concluir que el tratamiento enzimático solubilizó poco material (el que está constituido por proteínas e hidratos de carbono), lo que permite inferir que los polisacáridos podrían ejercer una "protección" de las regiones proteicas e impedir por lo

tanto la acción proteolítica de la Pronasa E.

7. Se desarrolló una metodología de análisis aplicando sistemáticamente electroforesis vertical en geles de poliacrilamida y cromatografía líquida de alta presión de intercambio iónico (SDS-PAGE/HPAEC-PAD). Los principales resultados demuestran que las paredes fibrilares contienen glicoproteínas en donde los hidratos de carbono poseen una composición variable (dada fundamentalmente por glucosa, galactosa y manosa, en proporciones variables, según la fracción analizada), y las proteínas son de pesos moleculares 40, 30, 25, 24, 22 y 18 kDa.

Los resultados del análisis de los productos obtenidos tras el tratamiento alcalino de los polisacáridos cistocárpicos matriciales, permiten inferir que los componentes minoritarios que se coextraen con los carragenanos son agaroides, mananos y glucanos, fundamentalmente α -(1 \rightarrow 6), además de restos de almidón de florídeas.

Publicaciones logradas durante el desarrollo de la Tesis:

MARIA L. FLORES, CARLOS A. STORTZ, MARIA C. RODRIGUEZ AND ALBERTO S. CEREZO *Botanica Marina*, **40**: 411-419, 1997.

MARIA L. FLORES, CARLOS A. STORTZ AND ALBERTO S. CEREZO. *Int. J. Biol. Macromol.*, **27**: 21-27, 2000.

MARIA L. FLORES, CARLOS A. STORTZ AND ALBERTO S. CEREZO. *Molecules*, **5**: 541-542, 2000.

ECOLOGÍA POBLACIONAL DEL LOBO MARINO DE UN PELO (*Otaria flavescens*) EN EL CENTRO DE PATAGONIA Y SU INTERACCIÓN CON LAS PESQUERÍAS DEL ÁREA.

Laura Marina Reyes

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. Puerto Madryn, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Ciencias Biológicas realizada en el Centro Nacional Patagónico (CONICET), Puerto Madryn y presentada en la Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco. Sede Puerto Madryn. Director: Dr. Enrique Crespo. Defensa: 30 de marzo del 2001. Número total de páginas de la tesis: 200.

Palabras clave: *Otaria flavescens*, Patagonia, distribución y abundancia, tablas de vida, parasitología, craneometría, interacción con pesquerías, mortalidad incidental.

Se estudió la distribución, abundancia, identidad como stock, estructura de edades, patrón de mortalidad, e interacción con las pesquerías, de la población de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) del centro de Patagonia, en el área comprendida entre Isla Escondida en Chubut (43° 43' 18" S, 65° 17' 00" O) y Monte Loayza en Santa Cruz (47° 05' 30" S, 66° 16' 30" O).

La distribución y abundancia de la especie se estudió mediante censos aéreos y terrestres realizados entre Isla Escondida e Isla Quintano (45° 14' 53" S, 66° 42' 01" O) en temporada de cría y fuera de ella, entre 1993 y 1996. Los censos de crías desde fotografías aéreas fueron corregidos mediante una regresión lineal doblemente logaritmizada del número de crías en función del número de machos adultos, obtenidos a partir de los censos terrestres. Como resultado, se

registraron 43 apostaderos a lo largo del año, de los cuales 15 fueron de cría y el resto no reproductivos o con escaso número de nacimientos. El 84% de los apostaderos se localizó en islas, siendo todos los criaderos insulares. El apostadero más numeroso fue Isla Quintano, con 2.578 animales (1.050 crías) en el censo terrestre de enero 1996. El total de lobos marinos censados entre Isla Escondida y Monte Loayza en enero de 1995 fue de 18.024 (3.893 crías), de los cuales 14.887 (3.311 crías) se censaron desde el aire entre Isla Escondida e Isla Quintano en Chubut. El total de crías en el área estimado mediante la regresión fue de 5.489, por lo que el número de animales en tierra se eleva a 19.620. Esto representa un incremento poblacional del orden del 3% anual con respecto al censo aéreo más reciente, en 1989. Aplicando el factor de corrección desar-

rollado para la población de Península Valdés (1,8 × total censado) (Crespo 1988) el tamaño poblacional total en el centro de Patagonia sería de 35.316.

La hipótesis de que los lobos marinos del centro y del norte de Patagonia integran una única unidad poblacional, tanto desde el punto de vista genético como ecológico, se puso a prueba mediante análisis del fenotipo craneométrico y de la fauna parasitaria, respectivamente. Para los análisis craneométricos se colectaron 100 cráneos del área de estudio. Cada cráneo fue sexado y se le determinó la edad mediante conteo de bandas de crecimiento en los caninos. Se tomaron 12 medidas, un carácter no merístico, y se calcularon dos índices morfométricos. Las medidas se compararon con las obtenidas de cráneos del norte de Patagonia. Para los análisis parasitológicos se compararon las comunidades parasitarias de una muestra de lobos marinos del área de estudio (n=12) y de una muestra similar del norte de Patagonia (n=12). A nivel craneométrico no se registraron diferencias significativas entre los dos grupos, no existiendo evidencias contundentes para rechazar la hipótesis de que se trata de un mismo stock genético. A nivel parasitario se detectaron diferencias significativas en la composición de ambas comunidades parasitarias, sugiriendo que los hospedadores provendrían de stocks ecológicos diferentes. Es decir, la mayoría de los lobos marinos tendería a permanecer y alimentarse en determinados parches dentro del área de distribu-

ción, sin que ello implique una restricción del flujo génico.

Para determinar la estructura de edades y patrón de mortalidad, se construyeron tablas de vida para la fracción hembra de la población a partir de una muestra de mayores de un año muertas naturalmente (n=41). Debido a que la población no se encuentra estacionaria, la frecuencia de muertas mayores de un año f_x fue corregida por dos valores de tasa de incremento poblacional r , estimadas a partir de los censos aéreos en el área (1989-1995; $r = 0,029$ y $r = 0,035$). A partir de la serie de muertas f_x se reconstruyó la serie de sobrevivientes l_x desde el primer año de vida, que fue suavizada mediante un modelo de Weibull (Pinder *et al.* 1978). La frecuencia de nacidos l_0 fue estimada a partir de los valores de fecundidad F_x y proporción de hembras maduras por edad del lobo marino *Eumetopias jubatus*, teniendo en cuenta dos posibles edades de madurez sexual (EMS 4 y 5 años). Finalmente se construyeron dos modelos probables de tabla de vida de acuerdo al valor r , cada uno con dos posibles EMS: modelo 1 ($r = 0,029$) con EMS 4 años y EMS 5 años, y modelo 2 ($r = 0,035$), con EMS 4 y EMS 5. Para cada modelo se obtuvo la tasa de supervivencia específica por edades P_x , mortalidad específica por edades q_x y esperanza de vida e_x . Para verificar si los valores de fecundidad adoptados se aproximaban a los reales se proyectó la población en el tiempo mediante un modelo matricial de Leslie (Caswell 1989). La proyección se realizó a 50 años o hasta alcanzar la

distribución estable de edades. Si la serie P_x y los valores de fecundidad considerados son correctos, la trayectoria poblacional que surge de la proyección debe arrojar una tasa finita de incremento poblacional (λ) que se corresponda con las tasas instantáneas r observadas independientemente ($\lambda = e^r = 1,029$ ó bien $\lambda = 1,035$ según el modelo). Dado que esto no ocurrió, los valores de fecundidad se ajustaron levemente hasta lograr las tasas de incremento poblacional esperadas.

Finalmente, el modelo de tabla de vida más probable se seleccionó considerando la mortalidad en el primer año de vida estimada independientemente para la población del norte de Patagonia (Crespo 1988). Como resultado, los modelos más probables consideran una EMS de 4 años, con $r = 0,029$ o $r = 0,035$. Estos arrojan una mortalidad al primer año del 33% y 34,5% respectivamente. Siendo conservadores, debería optarse por el modelo de tabla de vida con $r = 0,029$ y una edad de madurez sexual de 4 años para modelar situaciones de perturbación en la población. Por su parte, las curvas de supervivencia y mortalidad siguen la trayectoria característica de grandes mamíferos con la etapa más crítica en la supervivencia durante el primer año de vida (Caughley 1977).

Para estudiar las interacciones entre los lobos marinos y pesquerías en un contexto histórico se reconstruyó la historia de la actividad en Chubut desde sus inicios (1943), incluyendo volúmenes de desembarco, puertos y artes. Para evaluar el impacto que la mortali-

dad incidental produce actualmente sobre la población, se determinó la composición de la flota caracterizando las modalidades de pesca en temporadas de pesca sin veda (1993-1995) y se estimó el esfuerzo pesquero nominal en el área como días de pesca potencialmente efectivos (DPPE). Bajo distintas consideraciones, se estimaron tres tipos de tasa de captura (tasas general, promedio y máxima de captura) mediante el seguimiento de una muestra de 20 barcos y el registro de animales enmallados por parte de los capitanes de buques. El número de animales capturados en la flota se estimó como el producto de las tasas de captura por el esfuerzo ejercido.

Para evaluar los efectos de la mortalidad incidental sobre la población se proyectó a 200 años la componente hembra mediante un modelo matricial, sometiéndola al máximo nivel de captura estimado. Para ello se adoptó la serie de supervivencia (P_x) del modelo de tabla de vida más conservador ($r = 0,029$, EMS 4).

Observando los cambios en el empleo de artes de pesca, las primeras interacciones involucrando mortalidad incidental se habrían iniciado en los años 50, con el advenimiento de las primeras artes activas. La etapa de la pesquería industrial desde 1970 es la de mayor interacción directa e indirecta, debido al mayor número de barcos y alto esfuerzo pesquero. En 1994 operaban en el área 149 barcos de arrastre, incluyendo 9 modalidades de pesca. El esfuerzo total ejercido era de 39.213 DPPE.

La modalidad que registró el

mayor esfuerzo fueron los tangoneros pertenecientes a la modalidad 5 (congeladores tangoneros dirigidos a langostino, 41% del esfuerzo total anual), seguida por la modalidad 2 (arrastre de fondo diurno, costeros lejanos y congeladores dirigidos a merluza, 26% del esfuerzo total). *O. flavescens* registró mortalidad en las 7 modalidades que pudieron ser evaluadas, con tasas de captura relativamente bajas (<0,02 lobos por DPPE). Las tasas más elevadas correspondieron a la modalidad 8 (red pelágica nocturna para langostino) y a la modalidad 2. En función de las tasas y el esfuerzo, se obtuvo una estimación mínima de 175 y una máxima de 602 individuos capturados en 1994. El 75-80% de los individuos fueron capturados por modalidades diurnas dirigidas a merluza. Considerando el tamaño poblacional estimado (35.316), la mortalidad incidental para 1994 representa entre el 0,5 y 1,72% de la población, dependiendo de la tasa utilizada. Cuando se proyecta la población en las condiciones más críticas, concentrando los niveles máximos de mortalidad en las hembras y distribuyendo el efecto homogéneamente sobre todas las edades (0 a 18 años), la tendencia poblacional continúa siendo positiva a pesar de la extracción. Sólo cuando se concentra la extracción máxima (602 individuos) en alguna de las clases de edad jóvenes a adultas jóvenes (1 a 7 años), la población comienza a declinar. La extinción se alcanza más rápidamente cuando se afectan las

edades 2, 3 y 4, que representan entonces las edades más sensibles en la población. Este comportamiento es consistente con lo esperado para pinnípedos donde la mortalidad en el segmento juvenil repercute seriamente sobre la tendencia poblacional.

Teniendo en cuenta que el lobo marino de un pelo es una especie poligínica, que la población del área se encuentra vinculada a otros grupos dentro del rango de distribución, y que presenta además una clara tendencia de incremento, puede concluirse que esta población no está siendo afectada seriamente por la mortalidad incidental en redes de pesca. No obstante, siendo el lobo marino de un pelo una especie sensible del ecosistema costero, sus principales apostaderos de reproducción merecen ser objeto de un seguimiento permanente, que permita detectar perturbaciones y modelar estrategias responsables para su conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Caswell, H. 1989. Matrix population models. Sinauer Associates Inc. Publishers. 328 pág.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. Wiley and Sons. 134 pág.
- Crespo, E. A. 1988. Dinámica poblacional del lobo marino del sur *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) en el norte del litoral patagónico. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. 298 pág.
- Pinder, J. E., Wiener, J. G. & Smith, M. H. 1978. The Weibull distribution: a new method of summarizing survivorship data. Ecology **59**(1): 175-179.

Naturalia patagónica 1: 161-166 (2002)

BIORREMEDIACION DE SISTEMAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS.

Nelda Lila Olivera

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General. (9120) Puerto Madryn, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Biología realizada en Centro Nacional Patagónico (CENPAT – CONICET) y presentada en Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. Director: Dr. José Luis Esteves, Co-Director: Dr. Hugo Rubén Freije y Asesora de estudios: Lic. Marta Commendatore. Defensa: 19 de Junio de 2001. Número total de páginas de la tesis: 138.

Palabras clave: Biodegradación, residuos de sentina, hidrocarburos, biosurfactantes.

Uno de los problemas ambientales más serios para los ecosistemas es la liberación y acumulación de contaminantes resultantes de actividades humanas. Entre ellos y por su amplia explotación y comercialización, los hidrocarburos derivados del petróleo han dado origen a numerosas situaciones de contaminación ambiental. En el medio terrestre, derrames de hidrocarburos han ocasionado su acumulación en áreas de explotación y almacenamiento, refinerías, aeropuertos y estaciones de abastecimiento de combustibles. Los ambientes marinos y costeros también se han visto expuestos a frecuentes incidentes de contaminación. En estos casos, las principales fuentes incluyen actividades relacionadas con la explotación y transporte de petróleo y sus derivados, actividades portuarias y vertidos de líquidos de

sentinación.

La biodegradación de hidrocarburos es un proceso que ocurre naturalmente debido a la acción de bacterias y otros microorganismos, que poseen la capacidad de utilizarlos como fuente de carbono y energía. La recuperación biológica de sitios contaminados, biorremediación, es una tecnología prometedora para la remoción de hidrocarburos del ambiente. La biorremediación posee las ventajas de ser una estrategia de limpieza relativamente económica y de bajo impacto ambiental en comparación con alternativas físico-químicas.

Un factor limitante de los procesos de biodegradación de hidrocarburos es la baja solubilidad de estos compuestos en la fase acuosa en la que están los microorganismos. Como alternativa ante esta situación se ha propuesto la aplicación de surfactantes

sintéticos, y más recientemente de origen biológico o biosurfactantes. Los surfactantes tienen la propiedad de aumentar el área interfacial y la concentración en la fase acuosa de compuestos de baja solubilidad tornándolos más accesibles para los microorganismos.

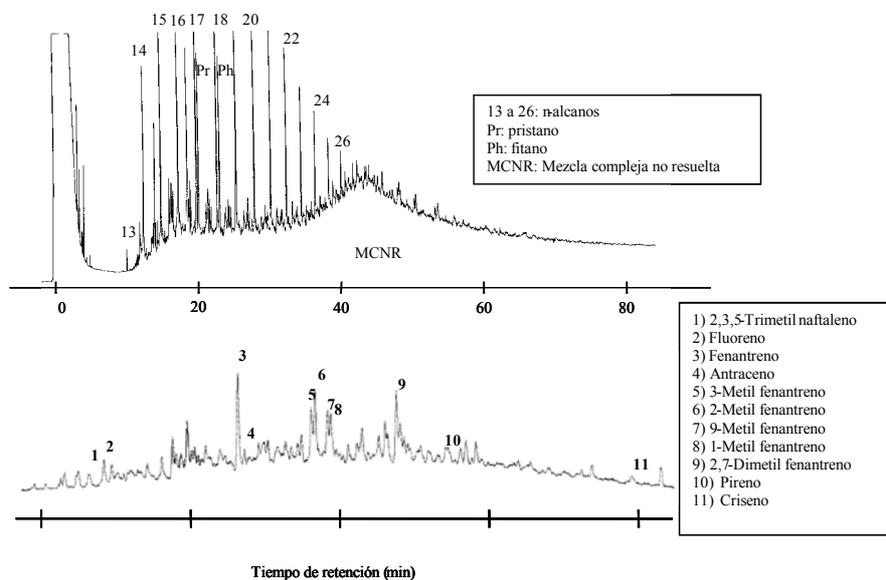
Algunas zonas de la costa patagónica expuestas a actividades antrópicas, relacionadas principalmente con la explotación petrolera y los puertos, han presentado contaminación por hidrocarburos (Commendatore et al., 2000). En el Golfo Nuevo en particular, se desarrolla una intensa actividad portuaria con tráfico permanente de buques de pesca, mercantes y de turismo. Esta zona se encuentra expuesta a riesgos de derrames accidentales de productos derivados del petróleo consistentes principalmente en combustibles livianos y pesados y vertidos de líquidos de sentina. A partir del año 1995, en la ciudad de Puerto Madryn, los líquidos de sentina de buques son recolectados por una embarcación especial y luego ubicados en tierra. Si bien este procedimiento constituye una solución al vertido de estos residuos en el mar, el creciente volumen de residuos y la alta concentración de hidrocarburos que contienen, hacen necesario desarrollar alternativas para su tratamiento. Estudios previos demostraron que los microorganismos autóctonos de los residuos de sentina, en comparación con otros inóculos, poseen una amplia capacidad para

degradar distintos tipos de hidrocarburos presentes en el mismo (Olivera, 1998, Tesis Mg. UNS). El objetivo de esta Tesis fue analizar los procesos de biodegradación de hidrocarburos de residuos de sentina y seleccionar cepas productoras de biosurfactantes con el fin de aplicarlos para optimizar dichos procesos.

Los resultados obtenidos mostraron que los hidrocarburos alifáticos en los residuos de sentina contenían la serie homóloga de n-alcenos con predominio de compuestos de bajo peso molecular ($n-C \leq 20$), los isoprenoides pristano y fitano, y una Mezcla Compleja No Resuelta (MCNR) por la columna cromatográfica. Los residuos también contienen una importante variedad de hidrocarburos aromáticos (Figura 1).

Entre los microorganismos de estos residuos se aislaron principalmente bacilos Gram negativos, la mayor parte pertenecientes a los géneros *Pseudomonas* y *Vibrio*. Estudios moleculares de estos aislamientos mostraron que sólo una cepa, *Pseudomonas stutzeri* 63, poseía los genes *nahA/nahH* y *alkB* integrantes de vías de degradación de naftaleno y alcanos de cadena corta, respectivamente. En otros microorganismos, también del género *Pseudomonas*, se detectaron alternativamente genes *nahA/nahH* ó *alkB*. También se estableció que numerosos aislamientos poseían plásmidos.

Figura 1: Cromatogramas de las fracciones de hidrocarburos alifáticos y aromáticos de residuos



Las cepas *Vibrio harveyi* 80, *Pseudomonas* sp. 85 y el aislamiento 74 mostraron actividad tenso-activa asociada a la célula, mientras que no se detectó producción de biosurfactantes extracelulares por ninguno de los microorganismos aislados de los residuos.

Los biosurfactantes incrementan la velocidad de disolución de los hidrocarburos en agua y de esta forma su disponibilidad para el ataque microbiano. Entre las cepas productoras de biosurfactantes aisladas de sedimentos marinos costeros, se destacó *Bacillus subtilis* O9 productora del biosurfactante surfactina. Este biosurfactante posee las ventajas de recuperarse en forma de un

extracto crudo (Morán et al., 2000), favorecer la solubilización de hidrocarburos, no producir efectos inhibitorios sobre los microorganismos de los residuos y provenir de una cepa no patógena.

El biosurfactante estimuló la biodegradación de los hidrocarburos del residuo y el crecimiento de la microbiota presente, en condiciones de laboratorio. El efecto más marcado se observó sobre los hidrocarburos aromáticos en una experiencia donde sin biosurfactante no se registró disminución de esta fracción, y con 4 CMC (Concentración Micelar Crítica) de biosurfactante la biodegradación alcanzó el 41,2% luego de 6 días de incubación. En experiencias con distintas partidas de residuos, el

potencial biodegradador de los microorganismos varió, indicando que aspectos como la intemperización previa del residuo podrían tener efectos importantes sobre la microflora presente. Aún así, el agregado de biosurfactante siempre estimuló la biodegradación.

En este sentido, en experiencias realizadas en sistemas simulando piletas de tratamiento a la intemperie se observó que con biosurfactante la degradación de hidrocarburos aromáticos y alifáticos fue más rápida que con otras alternativas de tratamiento (Figura 2). A los 10 días de incubación, los porcentajes de hidrocarburos aromáticos remanentes eran del 80,2% para los tratamientos control y 66,9% para los bioaumentados, mientras que con biosurfactante sólo permanecía sin degradar el 7,2 % de la concentración inicial de estos compuestos. De la misma manera, en el caso de los hidrocarburos alifáticos el biosurfactante estimuló la degradación tanto de compuestos resueltos como de MCNR. Luego de 10 días de incubación sólo permanecían no degradados 6,8% de la concentración original de alifáticos, mientras que con los otros tratamientos las concentraciones eran significativamente mayores. Tanto tratamientos control como bioaumentados requirieron de 20 días para alcanzar un nivel de disminución de hidrocarburos comparable. También se observó que el agregado de biosurfactante favoreció la solubilización y dispersión de hidrocarburos en la fase acuosa de estos sistemas.

Este aumento de la biodisponibilidad de hidrocarburos producido por el biosurfactante, estuvo acompañado de una activa degradación en ambas fases (oleosa y acuosa).

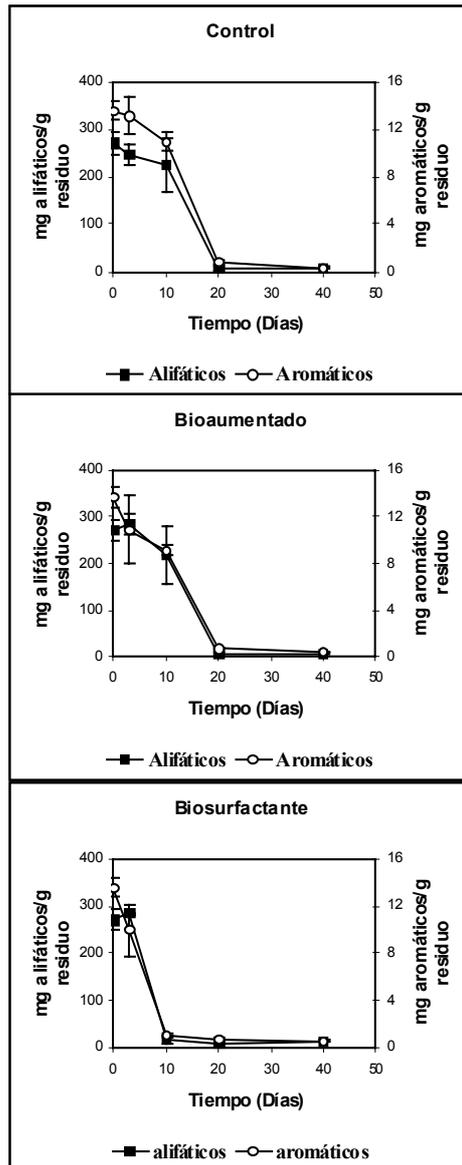
El cultivo en biorreactores tipo tanque agitado permitió aumentar la concentración de residuos a tratar al 5 % (v/v), utilizando el mismo medio de cultivo. La biodegradación de las fracciones de hidrocarburos alifáticos y aromáticos respondió a una cinética de primer orden y los tiempos de vida media calculados para dichas fracciones fueron de 10,3 y 13,5 días, respectivamente. La degradación de hidrocarburos en este sistema de cultivo demostró la factibilidad de una aplicación a mayor escala.

En procesos biotecnológicos relacionados con el tratamiento de hidrocarburos, el biosurfactante surfactina sólo había sido utilizado hasta el presente en tecnologías de recuperación de hidrocarburos, tales como la limpieza de tanques de almacenamiento de petróleo y de distintos sustratos empetrolados (Banat, 1995). La surfactina producida por *Bacillus subtilis* O9 estimuló el crecimiento y la actividad degradadora de hidrocarburos de microorganismos provenientes de residuos de sentina, en experiencias a distintas escalas. En conclusión, la aplicación de este biosurfactante en forma de un extracto crudo (de proceso relativamente simple) constituye una alternativa de especial interés para la optimización del tratamiento biológico de residuos

N. L. Olivera: Resumen de Tesis

hidrocarburos, como los líquidos de sentinas de buques

Figura 2: Evolución temporal de las concentraciones de hidrocarburos alifáticos y aromáticos en experiencias de biodegradación de residuos de sentina de buques.



N. L. Olivera: Resumen de Tesis

REFERENCIAS

- Banat IM. 1995. Biosurfactants production and possible uses in microbial enhanced oil recovery and oil pollution remediation: a review. *Biores Technol* 51: 1-12.
- Commendatore MG, JL Esteves, and JC Colombo. 2000. Hydrocarbons in coastal sediments of Patagonia, Argentina: levels and probable sources. *Mar Poll Bull.* 40: 989-998
- Morán AC, Olivera N, Commendatore M, Esteves JL and Siñeriz F. 2000. Enhancement of hydrocarbon waste biodegradation by the addition of a biosurfactant from *Bacillus subtilis* O9. *Biodegrad.* 11: 65-7

Naturalia patagónica 1: 167-170 (2002)

CAMBIOS PALEOBIOLOGICOS PRÓXIMOS AL LÍMITE JURÁSICO/CRETÁCICO BASADOS EN MICROFÓSILES CALCÁREOS DE PATAGONIA SEPTENTRIONAL

Margarita Simeoni

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Biología realizada en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Director: Dr. Eduardo A. Musacchio (UNPSJB). Co-director: Dra. Adriana García (USW) (Australia). Defensa: 8 de agosto de 2001. Número total de páginas de la tesis: 223. Número de láminas: 65.

Palabras clave: Bioestratigrafía, paleobiología, micropaleontología, Jurásico, Cretácico, Cuenca neuquina.

Dentro del cuadro del tiempo geológico mundial, el límite Jurásico/Cretácico no muestra una definición clara. Esto se debe a que no aparecen cambios faunísticos muy significativos en la base del Berriasio. Además, una regresión de carácter mundial (la "regresión del Purbeck") parece un factor importante en la aparición de faunas endémicas en diversas regiones, lo que dificulta la correlación.

La cuenca del Neuquén es una localidad con interés mundial para el estudio del pasaje J/K ya que la sucesión estratigráfica es continua, muy potente, bien expuesta y muy rica en amonites. Los microfósiles calcáreos (nannofósiles, foraminíferos y ostrácodos) presentes en la Cuenca Neuquina permiten elaborar un ordenamiento bioestratigráfico en el que se pueden marcar biohorizontes. La presencia de discontinuidades bioestratigráficas

(extinciones o bien saltos en la diversidad) permiten instrumentar la segregación de entidades bioestratigráficas, algunas asignables en la escala del tiempo mundial.

Sector argentino de la cuenca Neuquina-Mendocina.

Durante el intervalo del tiempo comprendido entre el Liásico Temprano y el Cretácico Temprano (parte terminal) un engolfamiento del Pacífico cubrió el Centro Oeste de Argentina enmarcando una vasta Cuenca sedimentaria. Los espesores sedimentarios pueden superar localmente los 5.000 m, incluyendo facies marinas y continentales. La sucesión estratigráfica de la entidad coronoestratigráfica denominada "Mendociano" por Groeber, 1946, tiene interés para este tema y, en particular, la sedimentación marina que va del

M. Simeóni: Resumen Tesis

Tithoniano (Jurásico terminal) al Valanginiano (Cretácico Inferior) intervalo comprendido aproximadamente entre los 150 a los 130 M.a.

El grupo Mendoza incluye tres unidades con amplia distribución dentro de la Cuenca. Estas son: Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio.

Localidades estudiadas.

Se han estudiado solamente muestras de afloramientos en cortes estratigráficos dentro de las Provincias del Neuquén y en Mendoza, en un intervalo caloviano-barremiano. Las localidades estudiadas son: Fortín Nogueira/Bajo de Ortiz, El Marucho, Picún Leufú, Portada Covunco, Bajada del Agrio, Mallín Quemado, Trahuncura, Puerta Curaco, Sierra de Cara Cura, Cuesta del Chihuido.

BIOESTRATIGRAFÍA

En este apartado se presentan los principales resultados bioestratigráficos obtenidos a partir de la de la búsqueda de microfósiles en aproximadamente 2.100 muestras. En Argentina este intervalo está representado por las entidades cronoestratigráficas denominadas "Loteniano-Chacayano" y el "Mendociano" (Groeber, 1953). El gráfico de la distribución estratigráfica ha sido confeccionado reuniendo diferentes secciones parciales aflorantes ya que no hay una sola columna aflorante en el campo que permita integrar este intervalo.

La presente zonación introduce la propuesta de algunas Zonas de Asociación, o Assemblage-Zones en el sentido de la International

Stratigraphic Guide Hedberg y Amos, (editores), 1994. En algunos casos, ha parecido adecuado discriminar Subzonas dentro de una entidad unitaria mayor. Se han descrito otras entidades informales: asociaciones, fáunulas y nivel.

CORRELACIONES

Los nannofósiles neuquinos muestran algunas posibilidades para la correlación, en el marco de la escala del tiempo geológico mundial. La presencia de integrantes de la Asociación de *Stephanolithion bigotti bigotti* permite caracterizar y correlacionar los nanno-fósiles de la Formación Lotena con otras similares del Caloviano-Oxfordiano Temprano, con independencia de otros grupos fósiles asociados (cf. Thierstein 1976). Con anterioridad, se destacó la importancia del registro de *Eiffelithus windii* Applegate y Bergen, 1989, para marcar el inicio del Valanginiano en la cuenca Neuquina (ver Simeoni y Musacchio, 1998). La aparición en el registro de nannocónidos del Hauteriviano (por ej. *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955) permite, finalmente, una aproximación cronológica, que es ciertamente más limitada que aquella basada en amonites, pero que puede funcionar con independencia de este grupo.

Los foraminíferos del Jurásico, incluyendo aquellos presentes en las entidades que se asignan al Tithoniano-Berriasiano (Formaciones Vaca Muerta, Picún Leufú, "Falso Mulichinco," Carrín Curá y Ortiz) muestran un acentuado provincialismo. Las mejores com-

paraciones se pueden hacer con La Cuenca Austral argentino-chilena, la Cuenca de Majunga y las cuencas de Europa oriental y central (en Ucrania, Polonia, Alemania del norte) en donde es reconocido el Volgiano. Esto ha permitido sugerir la existencia de bipolaridad en la distribución geográfica de algunas especies.

Los foraminíferos bentónicos del Valanginiano y del Hauteriviano exhiben condiciones cambiantes de pandemismo y localismo. En particular, las faunas del Hauteriviano Temprano se comparan mejor con faunas similares del Hemisferio Norte, permitiendo el uso del cuadro del tiempo mundial (vale aquí mencionar las limitaciones de este uso cuando se compara con el de amonites).

Los ostrácodos poseen una mayor tasa evolutiva y por tal razón se diferencian más rápidamente; para este grupo hay evidencias de un relativamente alto provincialismo faunístico durante Cretácico. Los ostrácodos, finalmente, muestran claras evidencias de afinidades faunísticas gondwánicas durante el Hauteriviano.

Para las correlaciones locales, el esquema bioestratigráfico desarrollado (Lámina 62) parece útil cuando se comparan facies semejantes. Por esta última razón se ha cuidado en reconocer diferencias faunísticas ligadas a la proximidad o lejanía de la costa y a la litología dominante.

CONCLUSIONES

a. Se reconocen 11 diferentes asociaciones faunísticas, dentro del

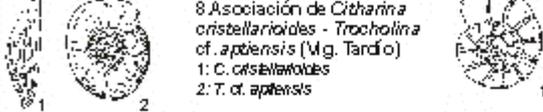
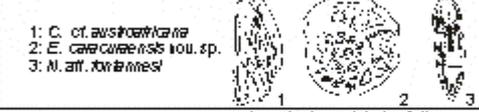
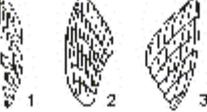
intervalo marino de la antigüedad Calloviano–Barremiano en la Cuenca Neuquina.

b. En los casos de sucesión de faunas, se reconocen cambios más significativos próximos al deslinde Berriasiano/Valanginiano que en aquellos próximos al deslinde Tithoniano/Berriasiano. El deslinde Ber/Val consiste, principalmente, en el reconocimiento de biohorizontes y un aumento en la diversidad taxonómica para la sección sedimentaria que sigue a la última aparición de *Cuyaniceras transgrediens* (amonite marcador del Berriasiano Superior). El registro de microfósiles calcáreos neuquinos está en correspondencia con la clásica propuesta que sugiere colocar el límite Jurásico/Cretácico entre los pisos Berriasiano/Valanginiano

c. Algunas asociaciones incluyen una alta proporción de taxa con amplia distribución geográfica. Son los casos de las faunas del Calloviano a Eoxfordiano y del Hauteriviano Inferior. En otras asociaciones se detectan claras afinidades gondwánicas. Entre estos taxa previamente conocidos para la región gondwánica, una importante proporción de los mismos está presente también en la región boreal-transicional, antes que en la mediterránea mostrando así una distribución bipolar.

Lámina 62

Asociaciones foraminiféricas del Juarásico Superior y el Cretácico Inferior en la Cuenca Neuquina

CRETÁCICO	Bar	 <p>Asociación de <i>Hergottella</i></p> <p>Asociación de <i>Epistomina</i> spp. y "Conorboides" sp.</p>	Mórbida no
	Hau	 <p>Asociación de <i>P. crepidularis</i> - <i>L. colligoni</i></p>	
	Vig Tardío	 <p>8. Asociación de <i>Citharina cristallarioides</i> - <i>Trocholina</i> cf. <i>aptensis</i> (Vg. Tardío)</p> <p>1: <i>C. cristallarioides</i> 2: <i>T. cf. aptensis</i></p> <p>7. Nivel con <i>Epistomina chihuidoensis</i> nov. sp. - <i>Aracajua colchesterensis</i> (Vg. Tardío).</p>	
	Vig Temprano	 <p>1: <i>C. cf. austroafricana</i> 2: <i>E. caracuraensis</i> nov. sp. 3: <i>M. aff. xanthomesi</i></p> <p>6. Asociación de <i>Epistomina caracuraensis</i> nov. sp. - <i>Citharina d. austroafricana</i> (Vg. Temprano)</p>	
	Importante cambio faunístico		
JURÁSICO	Bar	 <p>4. Asociación de <i>Marginulinopsis prumleufuensis</i> - <i>Paracytheridea</i> sp. (Tth. Tardío, Ber. Temprano)</p> <p>5. Asociación de <i>Epistomina vaccaensis</i> nov. sp. (Berriasiense)</p> <p>2: <i>E. vaccaensis</i> str. 1: <i>E. vaccaensis</i> var. 63</p>	Mórbida no
	Tardío	 <p><i>M. prumleufuensis</i></p>	
	Tth Med	 <p>1: <i>E. covuncoensis</i> nov. sp. 2: <i>P. covuncoensis</i> nov. sp.</p> <p>3. Asociación de <i>Epistomina covuncoensis</i> nov. sp. - "<i>Pseudocyclammina</i>" <i>covuncoensis</i> nov. sp. (Tithoniano Medio)</p>	
	Tempr.		
	Kim	Hiato faunístico	
CRETÁCICO	Oxf	 <p>2. Fauna de <i>Citharina</i> CCó nov. sp. (Oxfordiano)</p>	Loteñiano - Chacabayo
	Olv	 <p>1: <i>V. rabelloides</i> 2: <i>C. epta</i> 3: <i>C. heteroptera</i></p> <p>1. Asociación de <i>Citharina lepida</i> - <i>Citharina heteroptera</i> - <i>Vaginulina rabelloides</i> (Caloviano - Oxf. Temprano?)</p>	
		BIO FACIES PROXIMALES	BIO FACIES ALEJADAS DE LA COSTA

MACROINVERTEBRADOS DE RÍOS ANDINO-PATAGÓNICOS

María Laura Miserendino

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Esquel. Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Ciencias Biológicas realizada en la Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. Bariloche. Rio Negro. Argentina. Director: Dra. María Del Carmen Corigliano. Defensa: 8 de agosto de 2001. Número total de páginas de la tesis: 206.

Palabras clave: Macroinvertebrados, riqueza, densidad, paisaje, ríos, arroyos, características fisicoquímicas, Patagonia.

Se analizaron las comunidades macrobénticas de sitios ubicados en 36 arroyos y ríos de montaña y de la meseta Patagónica. Se tomaron muestras de macroinvertebrados provenientes de seis cuencas fluviales ubicadas en 6 biozonas diferentes de la Eco región Patagónica (42° S hasta 50° S). Se consignaron las principales características ambientales de cada sitio estudiado. Se tomaron datos de conductividad, sustrato, velocidad del agua, jerarquía del río, ancho, temperatura del aire y del agua, y altura. Se ponderó la cobertura de plantas acuáticas y se cuantificó la cantidad de materia orgánica particulada gruesa y fina en cada sitio.

Los sustratos dominantes en cada ambiente variaron entre el sedimento arenoso en ríos de la estepa y la composición mixta de bloque y guijón en los de cordillera.

La velocidad de la corriente fue desde 0 cm seg⁻¹ hasta una máxima de 250 cm seg⁻¹. Los registros

de temperaturas más bajas del aire y del agua se dieron en el sitio de muestreo de mayor altura: el arroyo La Hoya (3 °C y 4 °C respectivamente) y un río de características continentales: río Chico (6 °C y 5 °C respectivamente). En el río Frío se registró 20 °C en el aire y 14 °C en el agua.

La conductividad del agua en el conjunto de ríos estudiados, estuvo comprendida entre 20 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en el río Diablo y máximos de 545 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en el emisario de la Laguna Willimanco y 309 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en el río Pinturas. Otros ríos con menor conductividad fueron el río Senguer 25,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$, Arroyo La Hoya con 28 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y con mayor conductividad: río Mayo 236 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y Tecka con 173 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Las cantidades de materia orgánica particulada en sus fracciones fina (250-1000 μm) y gruesa (>1000 μm), sólo pudieron determinarse para 25 de los 36

ríos. Los máximos de material leñoso se observaron en los ríos: Rañinto ($20,08 \text{ gm}^{-2}$), Cascada ($17,71 \text{ gm}^{-2}$), A del puesto ($15,71 \text{ gm}^{-2}$) y Centinela ($12,62 \text{ gm}^{-2}$). El ítem hojas enteras, presentó máximos en los ríos: Mitre ($7,61 \text{ gm}^{-2}$), Baguilit ($3,96 \text{ gm}^{-2}$) y Cascada ($3,80 \text{ gm}^{-2}$).

Se identificaron 104 taxa de macroinvertebrados. Los arroyos de montaña mostraron dominancia de Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Diptera, mientras que los ríos de la meseta estuvieron principalmente caracterizados por Diptera, *Naididae* (Oligochaeta), *Hyalellidae* (Amphipoda) y especies de Mollusca. Los Diptera exhibieron la mayor riqueza específica con un total de 30 especies, la familia de dípteros con mayor cantidad de representantes fue Chironomidae. En siguiente lugar los Trichoptera con 22 especies y Plecoptera con 16 especies. La abundancia total de invertebrados fue de 7 a 12,249, aunque la gran mayoría de los sitios muestreados presentaron una densidad inferior a los 1000 ind m^{-2} . Otros ríos con densidades mayores a 1000 ind m^{-2} fueron el río Pinturas con 5633 ind m^{-2} , el río Cherke con 4118 ind m^{-2} y el río Frío con 3942 ind m^{-2} . Con el objeto de estimar la biomasa seca se elaboraron ecuaciones de regresión largo-peso para 36 taxa de macroinvertebrados. Los modelos obtenidos explicaron una alta proporción de la variación de la variable dependiente Peso según los coeficientes de determinación ($r^2 = 0,54-0,99$; $p < 0,001$). La biomasa seca total de macroinvertebrados estuvo comprendida entre $11552,149 \text{ mg m}^{-2}$ en el verde y $3,2$

mg m^{-2} en el río Fénix Grande, otros ríos que presentaron un alto valor de biomasa fueron: el Arroyo Golondrinas ($7498,85 \text{ mg m}^{-2}$), el río Frío ($3593,43 \text{ mg m}^{-2}$), el río Cherque (3368 mg m^{-2}). La diversidad específica calculada según el índice Shannon-Wiener varió entre 0,49 y 3,75 bits. La diversidad específica mínima registrada en el conjunto de sitios estudiados, correspondió al Arroyo Verde y la mayor al río Tecka, en este último también se registró la mayor riqueza específica. Otros ríos que exhibieron una alta diversidad fueron; el río Baguilit con 2,93 bits, río Frío con 2,93 bits y río Fontana con 2,87 bits.

Las especies de insectos más abundantes fueron: Elmidae (Coleoptera), *Paratrichocladius* sp. 2, sp. de *Chironomus* sp. (Diptera: Chironomidae), *Smicridea* aff *annulicornis* (Trichoptera: Hydropsychidae), *Parasericostoma ovale* (Trichoptera: Sericostomatidae) y *Meridialaris laminata*. (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Nais communis* (Oligochaeta: Naididae) y *Hyalella curvispina* (Amphipoda: Hyalellidae) fueron las especies más importantes de no insectos.

Se confeccionaron mapas de distribución geográfica de especies de Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera y se amplió la distribución geográfica conocida para varias especies.

Se examinaron las relaciones especie ambiente utilizando un Análisis de Correspondencias Canónicas. La velocidad del agua, conductividad, tamaño de los componentes del sustrato y abundancia de plantas acuáticas,

se identificaron como las variables que mayormente estructuraron las asociaciones faunísticas.

Se observó que los sitios con riqueza mayor a 20 especies disminuyeron hacia el sur de la Provincia de Santa Cruz. Los análisis de regresión revelaron que la riqueza específica se correlacionó negativamente con latitud, y que estuvo afectada por la cobertura de vegetación acuática, la profundidad

del río, y la cantidad de MOPF.

La abundancia de bentos aumentó con la conductividad, altitud y la temperatura de agua. Estos resultados sugieren que la heterogeneidad del hábitat fue el predictor más fuerte de las asociaciones de macroinvertebrados, y que podría predecirse la riqueza específica en una escala del paisaje utilizando las características topográficas y climáticas.

ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE DERIVADOS NAFTOQUINONICOS

Mónica Raquel Casarosa

Tesis para el grado de Doctor en Farmacia realizada en el Dpto. de Farmacia (FCQ-UNC) y en el Dpto. de Farmacia (UNPSJB). Presentada en la Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB. Director: Dra. María Martínez de Bertorello (UNC). Consejero de estudios: Dra. Vilma T. Balzaretti (UNPSJB). Defensa: 11 de Octubre de 2001. Número total de páginas de la tesis: 140.

Palabras claves: estabilidad, naftoquinonas, espectrofotometría de derivadas, dsc, dta, tg.

OBJETIVOS

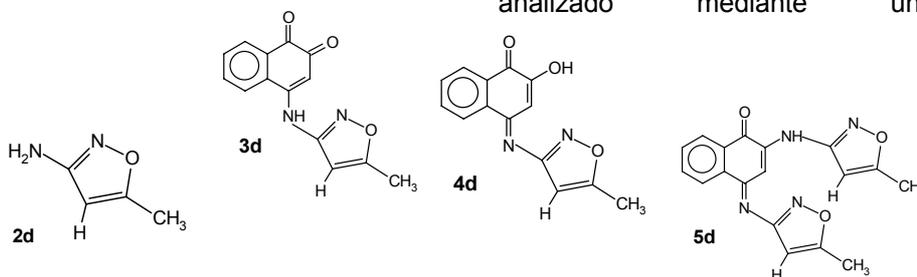
El objetivo del trabajo de Tesis Doctoral fue investigar la estabilidad en solución acuosa y en estado sólido, de nuevos análogos nitrogenados de naftoquinonas con reconocidas e interesantes propiedades biológicas.

Estos derivados contienen como sustituyente al 3-amino-5-metilisoxazolil (**2d**) y son el N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,2-naftoquinona-4-amina (**3d**); 2-Hidroxi-N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,4-naftoquinona-4-imina (**4d**) y 2-(5-metil-3-isoxazolilamino)-N-(5-metil-3-

isoxazolil)-1,4-naftoquinona-4-imina (**5d**).

Los estudios de estabilidad en solución acuosa fueron diseñados de forma tal que permitieran conocer los principales factores que afectan la estabilidad, identificar los productos y las probables vías de degradación, predecir el tiempo de vida útil y establecer las condiciones óptimas de almacenamiento.

Los ensayos de estabilidad en estado sólido fueron proyectados para caracterizar a los compuestos por métodos térmicos y para estudiar su reactividad frente a la temperatura, proceso que será analizado mediante una



M. R. Casarosa: Resumen de Tesis

combinación de métodos térmicos, cromatográficos y espectroscopía en la región infrarroja del espectro electromagnético.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo de Tesis Doctoral se estudió la estabilidad en soluciones acuosas de dos nuevos derivados naftoquinónicos, con el 3-amino-5-metilisoxazol (**2d**) como sustituyente en la posición 4 del anillo naftoquinónico, que guardan entre si una relación de tautómeros cetó-enólicos. Se caracterizaron sus formas cristalinas mediante técnicas termoanalíticas y se realizaron estudios cualitativos de estabilidad en estado sólido utilizando, para el análisis de datos, una combinación de métodos térmicos, cromatográficos y espectroscópicos.

La cinética de degradación de N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,2-naftoquinona-4-amina (**3d**), en solución acuosa, fue investigada a 70 °C y a una fuerza iónica constante ($\square = 0,5$), en un rango de pH de 0,67 a 12,94. La velocidad de degradación fue determinada por espectrofotometría UV-visible de derivadas (**Fig. 1**).

Los productos de degradación, tanto en medio ácido como alcalino, fueron el 3-amino-5-metilisoxazol (**2d**), y la 2-hidroxi-1,4-naftoquinona (**6**). Las velocidades de degradación siguen una cinética de pseudo primer orden en todos los casos. El perfil pH-velocidad en soluciones tampones se describe adecuadamente mediante la

ecuación:

$$k_{\text{obs}} = k_{\text{H}^+} [\text{H}^+] + k_0 + \frac{K_a}{[\text{H}^+] + K_a} (k_{\text{OH}^-} + k_{\text{OH}_2})$$

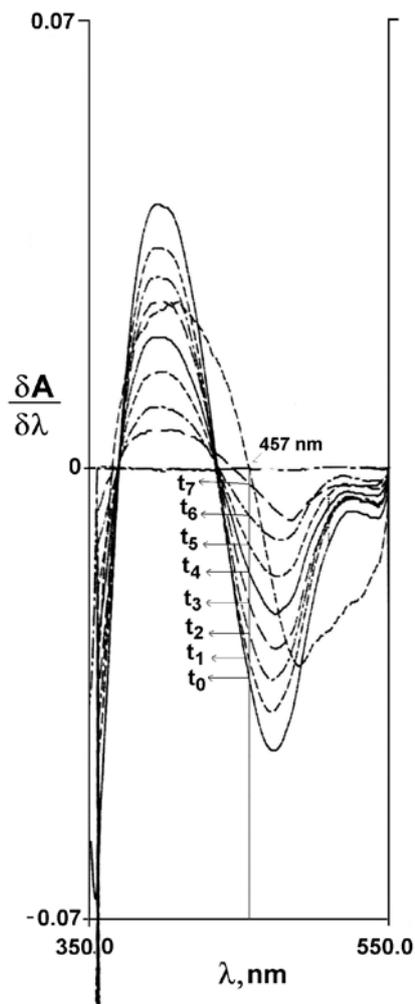


Fig. 1. Cambios de absorción (derivada de primer orden) de **3d** a distintos tiempos de reacción ($t_0 = 0$ hs, $t_1 = 4$ hs, $t_2 = 8$ hs, $t_3 = 12$ hs, $t_4 = 16$ hs, $t_5 = 20$ hs, $t_6 = 24$ hs y $t_7 = 28$ hs) a 70 °C, pH 10,26 y $\square = 0,5$.

M. R. Casarosa: Resumen de Tesis

El perfil obtenido indica catálisis ácida y básica específicas con una región de máxima estabilidad entre pH 3,86 y 7,50.

La estabilidad de 2-hidroxi-N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,4-naftoquinona-4-imina (**4d**), en solución acuosa fue estudiada a 70 °C y una fuerza iónica constante ($\mu = 0,5$), en un rango de pH de 1,63 a 4,68. La velocidad de degradación fue determinada por espectrofotometría UV-visible. Los productos de descomposición fueron analizados por HPLC, e identificados como 3-amino-5-metilisoxazol (**2d**) y 2-hidroxi-1,4-naftoquinona (**6**) por comparación con muestras auténticas. (Fig. 2).

Los resultados obtenidos señalan que N-(5-metil-3-isoxazolil)-4-amino-1,2-naftoquinona (**3d**) y 2-hidroxi-N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,4-naftoquinona-4-imina (**4d**) se degradan en soluciones acuosas, a través de reacciones catalizadas por ácidos y bases, dando 3-amino-5-metilisoxazol (**2d**) y 2-hidroxi-1,4-naftoquinona (**6**) como únicos productos detectables por HPLC en las condiciones experimentales utilizadas.

La velocidad de degradación sigue una cinética de pseudo primer orden a pH, temperatura y fuerza iónica constante.

El perfil pH-velocidad indica una catálisis ácida específica a valores de pH inferiores a 4 y se describe adecuadamente mediante la ecuación:

$$\log k_{\text{obs}} = \log k_{\text{H}^+} - \text{pH}$$

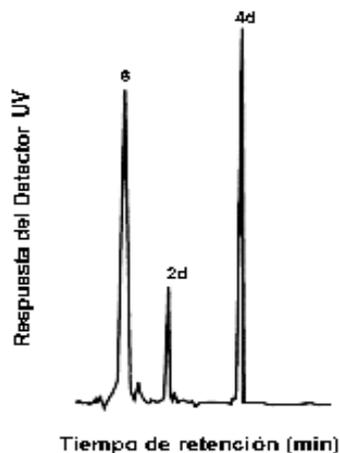


Tabla I

Compuesto	t_R (min)
4d	3,95
2d	2,16
6	1,29

Fig. 2. Tiempos de retención de **4d** y de sus productos de degradación **2d** y **6** en pH ácido (Tabla I).

No se observa descomposición a valores de pH superiores al pKa ($5,89 \pm 0,17$).

La caracterización de las formas cristalinas de **3d** y **4d** y del derivado disustituído 2-(5-metil-3-isoxazolilamino)-N-(5-metil-3-isoxazolil)-1,4-naftoquinona-4-imina (**5d**) se llevó a cabo por DSC y análisis simultáneo DTA-TG-DTG. Los compuestos **3d** (Fig. 3) y **5d**, calentados en aire o atmósfera de nitrógeno, se caracterizan por

M. R. Casarosa: Resumen de Tesis

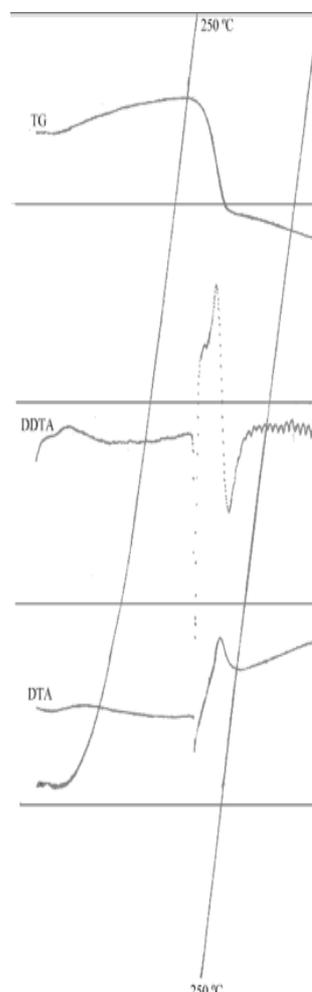
presentar una endoterma de fusión a 227 y 241 °C respectivamente y una exoterma de descomposición centrada a 304 y 297 °C (DDTA) respectivamente. Las exotermas de descomposición van acompañadas de pérdida de peso, como pudo constatarse por TG)

Fig. 3. Curvas TG-DTA-DDTA de N-(5-metil-3-isoxazolil)-4-amino-1,2-naftoquinona (**3d**).

El compuesto **4d**, en condiciones similares, presenta solamente una exoterma de descomposición, centrada a 302 °C (DDTA), acompañada de pérdida de peso (TG). Los datos térmicos obtenidos (energía de transición por DSC y temperaturas de iniciación y finalización de los procesos por DSC y DTA), sirven de base para la identificación y caracterización de **3d**, **4d** y **5d**.

La estabilidad térmica de **3d** fue estudiada, en forma cualitativa, sometiendo sendas muestras a la acción de la temperatura en distintos dispositivos de calentamiento.

Los productos de degradación fueron analizados por DTA-TG, HPLC y espectroscopía IR.



De los resultados obtenidos se desprende que **3d** se transforma parcialmente en su tautómero **4d** por efecto de la temperatura, en el rango comprendido entre la fusión y 40°C por arriba de dicho proceso. A temperaturas superiores, el proceso de descomposición se hace evidente, dando lugar a otros productos de transformación, que se ponen de manifiesto en la complejidad de los espectros IR, en

M. R. Casarosa: Resumen de Tesis

la variación de la relación de intensidades de las principales bandas de absorción y en los cromatogramas obtenidos por HPLC.

A temperaturas inferiores al punto de fusión los productos se mantienen inalterados.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, A. E.; Bertorello, M. M. de; Manzo, R. H. (1982) *An. Asoc. Quim. Argent.* **70**, 49.
- Narayanan, V. I. (1996) *Comunicación Personal*, Instituto Nacional del Cáncer de U.S.A.
- Guidelines for submitting documentation for the stability of human drugs and biologics. (1987) Center for Drugs and Biologics, Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services, Rockville, Maryland 20857, USA.
- Stability tests on active ingredients and finished products (July 1988). Rules governing medicinal products in the European Community, Vol. III, Guidelines on the quality, safety and efficacy of medicinal products for human use. (1989). Office for Official Publications of the European Communities, L-29885 Luxembourg.
- Carstensen, J. T. (1990) *Drug Stability. Principles and Practices*, 1° Ed., Marcel Dekker, Inc.
- Schirmer, R. E., (1991) *Modern Methods of Pharmaceutical Analysis*, 2nd Ed., Vol. 1, CRC Press Inc., Florida.
- Owen, T. (1996) *Fundamentals of UV-Visible Spectroscopy*, A Primer, Hewlett Packard Company, Germany.
- Miller, J. C.; Miller, J. N. (1988) *Statistic for Analytical Chemistry*, Ellis Horwood, Chichester.
- Byrn, S. R.; Pfeiffer, R. R.; Stowell, J. G., (1999) *Solid-State Chemistry of Drug*, 2nd Ed.; SSCI, Inc. USA.

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO Y TECTÓNICO DE LA PRIMERA INGRESIÓN ATLÁNTICA EN LA ALTA CORDILLERA DE MENDOZA

Maísa Andrea Tunik

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Geología. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Geología realizada en el Laboratorio de Tectónica Andina, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Director: Dr. Victor Alberto Ramos. Co-director: Dr. Ricardo Manuel Palma. Defensa: 22 de Octubre de 2001. Número total de páginas de la tesis: 257.

Palabras clave: Formación Saldeño, Paleoambientes sedimentarios, ingresión marina maastrichtiana, Alta Cordillera de Mendoza.

La Alta Cordillera de Mendoza tiene importantes afloramientos de rocas carbonáticas y silicoclásticas que pertenecen a la primera ingresión marina procedente del Atlántico. Estos afloramientos están localizados a más de 3.800 m de altura y ya fueron descritos a finales del siglo XIX por Darwin (1846). Luego fueron estudiados y mapeados por Polanski (1957), quien les dio el nombre de Formación Saldeño. Los estudios realizados por Polanski (1957 y 1964) y otros investigadores no pudieron determinar con precisión las correlaciones de esta unidad con la cuenca Neuquina ya que la falta de fósiles les impedía conocer en forma confiable su origen y su edad. Asimismo, la existencia de sedimentitas calcáreas a ambos lados de la Cordillera de los Andes, llevó durante más de 30 años a

pensar en una posible conexión entre los océanos Atlántico y Pacífico durante el Cretácico tardío.

Los estudios de análisis de cuenca realizados, que incluyen estudios sedimentológicos, paleontológicos y petrográficos contribuyeron a determinar el ambiente de sedimentación de la Formación Saldeño, sus relaciones estratigráficas con las unidades infra y suprayacentes y las correlaciones con las unidades de la cuenca Neuquina y con los afloramientos calcáreos de Chile central.

Los relevamientos de nueve secciones estratigráficas de detalle y los análisis de facies realizados indicaron que la Formación Saldeño está compuesta por tres secciones. La inferior o conglomerádica basal alcanza los 50 metros de potencia, está formada por conglomerados y sabulitas de origen continental. En

esta sección se han identificado cuatro litofacies y dos asociaciones de facies que permitieron determinar el ambiente de sedimentación de la misma. Este ambiente corresponde a abanicos aluviales proximales y medios relacionados con el borde de cuenca y que carecen de relación genética con la ingresión marina maastrichtiana. La sección intermedia tiene cerca de 100 metros de potencia y está compuesta por limolitas, areniscas y tobas retrabajadas con baja participación de sedimentos carbonáticos.

Los bancos carbonáticos se hacen más frecuentes hacia el techo de la unidad, factor que marca el inicio de la sección superior o calcárea. La sección superior o calcárea alcanza los 150 metros de potencia y está formada por *mudstones*, *wackestones*, *packstones*, *grainstones*, areniscas calcáreas y areniscas tobáceas.

En las secciones media y superior de la Formación Saldeño se determinaron dos asociaciones de facies: asociación de facies A y asociación de facies B. La asociación de facies A está formada por la alternancia de las litofacies limolitas y arcillitas masivas o laminadas, litofacies areniscas masivas y laminadas y en forma subordinada aparecen las litofacies areniscas tobáceas y areniscas calcáreas; hacia el techo aparecen asociadas las litofacies *mudstones* macizos y *wackestones* laminados. Los bancos que conforman estas litofacies son marcadamente tabulares, siendo algunos bancos de la litofacies arenosa levemente lenticulares. La presencia de sedimentos finos macizos revela condiciones de de-

positación de baja energía en un ambiente de planicie carbonática fangosa, probablemente asociada a sedimentación por decantación en cuerpos lagunares someros o *ponds* con condiciones reductoras.

La alternancia de las pelitas masivas con bancos laminados o con laminación ondulítica sugieren que los períodos de decantación estaban alternados con facies típicas de corrientes tractivas asociadas a condiciones de muy bajo gradiente depositacional. La eventual presencia de bancos con grietas de desecación y/o marcas de raíces indican períodos de exposición subaérea. La intercalación de delgados bancos de areniscas tobáceas puede ser interpretada como producto de la acción de canales fluviales efímeros. La presencia de *mudstones* macizos que comienzan a intercalarse hacia el techo de la sucesión sedimentaria indica los primeros contactos con la ingresión marina. La aparición de *mudstones* masivos y laminados se hace cada vez más frecuente hacia el techo de la sección pelítica e indica el inicio de la sección calcárea. La sección superior calcárea de la Formación Saldeño está caracterizada por la asociación de facies B. Dicha asociación de facies está formada por la alternancia de litofacies *mudstones* laminados y *mudstones* macizos; litofacies *mudstones* macizos; litofacies *wackestones* laminados; litofacies *wackestones* y *packstones* oolíticos; litofacies *grainstones* oolíticos con gasterópodos y litofacies estromatolitos. Las litofacies de estromatolitos, *wackestones* y *packstones* oolíticos y *grainstones* oolíticos se

encuentran en forma subordinada y aparecen por lo general en el tope de las secuencias estudiadas.

Mientras que la presencia de la litofacies areniscas masivas y laminadas y litofacies areniscas tobáceas es saltuaria a lo largo de la secuencia y en algunos perfiles se encuentran más representadas que en otros. La asociación de facies B caracteriza un ambiente depositacional de planicies de marea con características restringidas.

En los perfiles analizados a lo largo de la sección superior calcárea de la Formación Saldeño se han reconocido sedimentos correspondientes a depósitos submareales, intermareales y supramareales. El predominio de sedimentos de tamaño de grano fino, la escasez de estructuras sedimentarias de corriente y de oscilación, la presencia de bioturbación abundante y la baja diversidad faunística son todos rasgos que caracterizan planicies de mareas de baja energía con rango de mareas también bajo y con circulación restringida.

Los análisis de facies realizados permitieron entonces, identificar que las secciones media y superior de la Formación Saldeño se desarrollaron en un ambiente de planicie carbonática fangosa que hacia el techo recibe la influencia marina y pasa en transición hacia un ambiente de planicie de marea.

Las características paleoambientales obtenidas a partir de los análisis de facies y de los estudios petrográficos hallados indican que el ambiente en el que se depositaron estas secciones tenía características restringidas.

Las asociaciones faunísticas de pelecípodos, ostrácodos y bivalvos hallados, junto con la presencia de bioturbación de tipo *Thalassinoides* isp y *Trypanites* isp sustentan las características someras y restringidas del ambiente.

La edad de la Formación Saldeño era desconocida hasta el presente estudio. El hallazgo de palinoflora y nanofósiles calcáreos en la sección superior de la Formación Saldeño permitió determinar con precisión la edad de la unidad. En la sección superior de la Formación Saldeño se han identificado escasos palinomorfos con un pobre estado de conservación, las formas determinadas son: *Equisetosporites notensis* (Cookson) Romero 1977, *Microachrydites antarcticus* Cookson ex Couper 1953, *Periporopollenites* sp. cf. *P. polyoratus* (Harris) Stover en Stover y Partridge 1973, *Podocarpidites marwickii* Couper 1953, *Proteacidites* sp., *Retitricolpites* sp., *Tricolpites* sp., Chlorococcales, *Pediastrum* sp. Esta asociación le confiere a la Formación Saldeño una edad mínima Mastrichtiana. Los nanofósiles calcáreos con valor cronoestratigráfico corresponden a una asociación de nanofósiles escasa y poco diversa conformada por: *Braarudosphaera bigelowi* (Berriasiano–Oligoceno), *Watznaueria barnesae* (Berriasiano–Maastrichtiano), *Watznaueria biporta* (Oxfordiano–Maastrichtiano) y *Ellipsagelosphaera britannica* (Oxfordiano–Maastrichtiano), *Micula decussata* (Coniaciano–Maastrichtiano), *Eiffellithus turriseiffelii* (Aptiano–Maastrichtiano), *Braarudosphaera discula* (Berriasiano–Maastrichtiano), *Ellipsagelosphaera*

britannica (Oxfordiano-Maastrichtiano) y *Arkhangelskiella cymbiformis* (Campaniano-Maastrichtiano).

Esta asociación restringe la edad de la Formación Saldeño al Campaniano-Maastrichtiano. Los datos obtenidos con la palinoflora y los nanofósiles calcáreos acotan sin lugar a dudas la edad de la unidad al Maastrichtiano.

El análisis de las secuencias de la Formación Saldeño permitió correlacionar a la misma con la sección superior de la Formación Loncoche y en forma completa con la Formación Roca. Asimismo, estudios realizados en la cuenca Neuquina, indicaron que durante la ingresión del Cretácico tardío, se registraron varios pulsos de diferente intensidad y que el pulso de mayor alcance se produjo durante el Maastrichtiano. Estos datos son consistentes con la edad hallada para la Formación Saldeño.

El análisis de la curva de subsidencia y el patrón de sedimentación de la Formación Saldeño sugieren que la misma se depositó en un ambiente de cuenca de antepaís desarrollada durante el Cretácico tardío. Esta cuenca de antepaís se podría haber iniciado con la depositación de la Formación Diamante y luego fue colmatada con los depósitos de la Formación Saldeño. El desarrollo de esta cuenca de antepaís sugiere que el levantamiento de la Cordillera de los Andes se inició durante el Cretácico tardío. Este levantamiento fue el que actuó como barrera para que los mares procedentes del atlántico y del Pacífico no pudieran unirse.

Otro objetivo del presente

estudio fue establecer o descartar una unión entre los océanos Atlántico y Pacífico a la latitud del área de estudio. Los estudios de facies, petrográficos y paleontológicos realizados en la zona de Chile central, en sedimentos calcáreos pertenecientes a la Formación Las Chilcas y asignados erróneamente al Cretácico tardío, permitieron caracterizar esa unidad como depositada en un ambiente de rampa carbonática durante el Cretácico inferior. La edad de la misma fue establecida por el hallazgo de palinoflora perteneciente a la zona de *Cyclusphaera psilata* que caracteriza los depósitos del Cretácico inferior tanto en la cuenca Neuquina como en la cuenca Austral. De esta manera, hasta el presente estudio no se puede afirmar que los océanos Atlántico y Pacífico hallan estado unidos y menos aún establecer una correlación entre la Formación Las Chilcas y la Formación Saldeño.

Sobre la base de lo expuesto se puede concluir que la proveniencia de la primera ingresión marina desde el Atlántico fue favorecida por el desarrollo de una cuenca de antepaís del Cretácico tardío. La subsidencia flexural asociada a este levantamiento modificó la pendiente regional del área. Este evento de deformación sumado a un aumento global del mar durante el Maastrichtiano cambió la paleogeografía de la región permitiendo el desarrollo de ambientes marinos marginales. Posteriormente, la deformación andina produjo el levantamiento de los depósitos de la Formación Saldeño a más de 3.800m de altura donde hoy se

M. A. Tunik: Resumen de Tesis

encuentran ubicados.

BIBLIOGRAFÍA

- Darwin, C. R. 1846. Geological observations in South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, during the year 1832 to 1836, under the command of Capt. Fitz Roy, 279 pp., R.N. Smith, Elder and Co., London.
- Polanski, J. 1957. Prolegómeno a la estratigrafía y tectónica del Terciario de la Depresión Intermontana del Alto Tunuyán. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Físicas y Naturales, Contribuciones científicas, Serie Geología, 95-139, Buenos Aires.
- Polanski, J. 1964. Descripción geológica de la Hoja Geológica 25a Volcán de San José, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín **101**: 1-92, Buenos Aires.

Naturalia patagónica 1: 184-189 (2002)

**LAS VETAS CUARZO AURÍFERAS DEL DISTRITO MINERO
CERRO VANGUARDIA, SANTA CRUZ, ARGENTINA.
MICROESTRUCTURAS, ASOCIACIONES PARAGENÉTICAS
E INCLUSIONES FLUIDAS**

Adriana M. Nillni

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Geología. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Doctor en Geología realizada en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Directores: Dr. Bernhard Stöckhert (Universidad del Ruhr, Alemania) y Dr. Raul Giacosa (UNPSJB). Defensa: 22 de noviembre de 2001. Número total de páginas de la tesis: 239.

Palabras clave: Patagonia argentina, Jurásico, yacimientos epitermales, cuarzo aurífero.

OBJETIVOS. METODOLOGÍA

El Distrito Minero Cerro Vanguardia es un depósito epitermal vinculado a volcanitas de edad jurásica, localizado en el centroeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina (fig. 1). Fue descubierto por personal de la Secretaría de Minería de la Nación, donde se realizaron los primeros estudios (Genini, 1985). Para poder recons-

truir su historia hidrotermal en términos de presión, temperatura y composición de los fluidos, se analizaron en este trabajo estructura, alteración, mineralogía e inclusiones fluidas en cuarzo. Para entender el proceso de cristalización y las condiciones de formación del depósito se estudió detalladamente cuarzo, a través de sus microestructuras, contenido de agua en la estructura y elementos traza (Al).

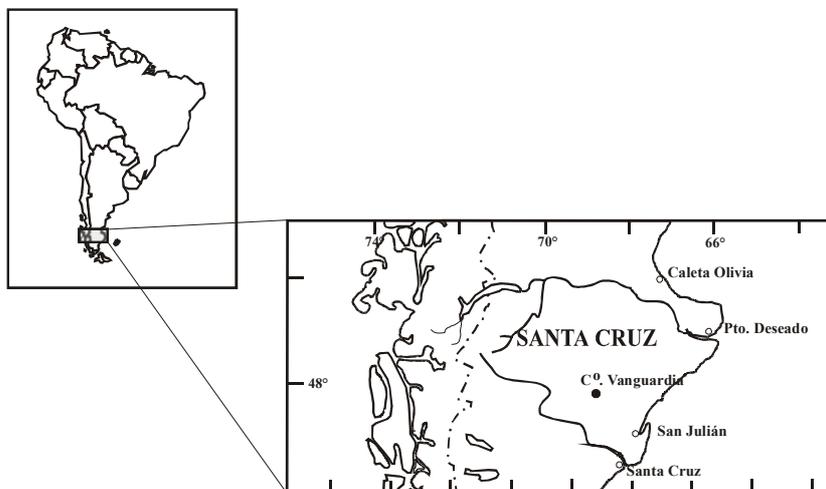


Figura 1: Mapa de ubicación del Distrito minero Cerro Vanguardia, provincia de Santa Cruz, Argentina.

El estudio de inclusiones fluidas se realizó por microtermometría (P,T,V,X) y por espectrometría de masa cuatripolar (CO_2 , CH_4 y N_2) en inclusiones individuales. El estudio de las microestructuras de cuarzo se realizó por medio de petrografía-catodoluminiscencia.

Para obtener el tipo y contenido de agua en la estructura se utilizó espectroscopia infrarroja (FTIR) y para el contenido de Al, análisis por microsonda electrónica.

La mineralización, controlada estructuralmente (vetas subverticales), consiste de oro, plata, Etec., argenticita y pocos sulfuros, principalmente en ganga de cuarzo, con cantidades muy subordinadas de calcita, baritina, adularia, sericita, piritita, piroxenoide de Ca-Mn-Fe y fluorita. En función de esta mineralogía y de las microestruc-

turas de cuarzo se identificaron seis estadios cuarzosos (fig. 2), que mesoscópicamente se reconocen como bandas costrificadas. La alteración hipogénica de la roca huésped consiste básicamente en una intensa silicificación, acompañada por adularia \pm sericita \pm piritita \pm calcita en forma minoritaria. Esta alteración es importante junto a la veta; con la distancia a la misma y en pocos metros pasa a ser de carácter propilítico, no encontrándose una zona de argilitización marcada entre ambas alteraciones mencionadas. Caolinita se encuentra tanto en la veta como en la roca huésped, en gran medida como el producto de la acidificación progresiva, al observarse la alteración de adularia en sericita y esta a su vez en caolinita.

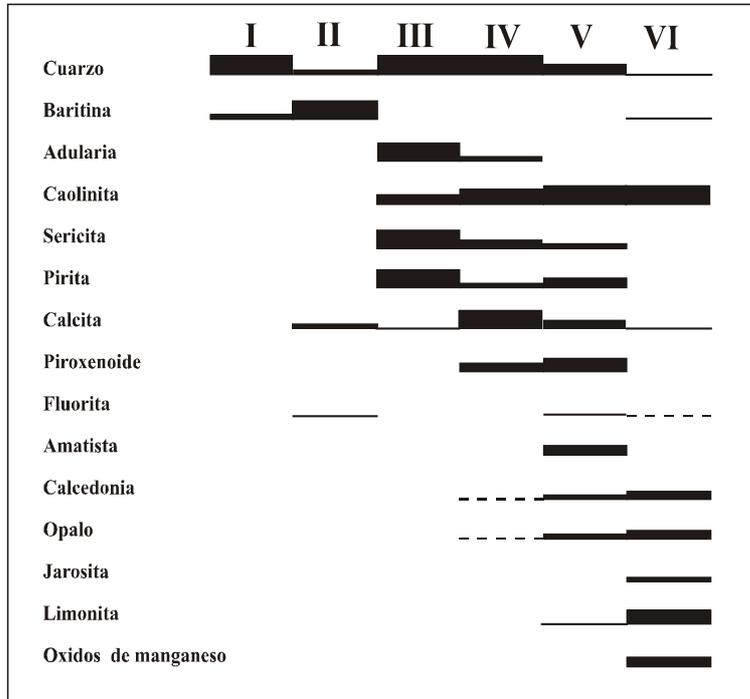


Figura 2: Cuadro paragenético simplificado para el yacimiento Cerro Vanguardia. En números romanos, los seis estadios de cuarzo identificados.

RESULTADOS

Se observó que los tipos microestructurales de cuarzo poseen colores de catodoluminiscencia distintos, ellos son: a) Cristales con zonación concéntrica de colores amarillo y azul, poco permanentes frente a la radiación electrónica; b) Cristales con zonación concéntrica y además sectorial, intrasectorial y maclas, muy común como relleno de cavidades, de color amarillo permanente; c) Cuarzos con texturas plumosa-flamboyante (Dong et al., 1995) y microcuarzo con evidencias de haberse depositado como variedades micro o no cristalinas de color castaño-ocre y

d) Cristales sin zonaciones, que crecen en cavidades o intersticialmente de colores rojizos y violáceos.

Se analizaron por espectroscopía infrarroja (IR) aquellos cristales idiomorfos con zonaciones y maclas, incluyendo la variedad amatista. El H en estos cristales se encuentra como H₂O (microinclusiones fluidas), cuyo espectro consiste en una banda ancha alrededor de 3400 cm⁻¹ ó 3200 cm⁻¹ a bajas temperaturas y como H asociado a defectos puntuales en la estructura, generando un espectro formado por bandas agudas entre 3000 y 3800 cm⁻¹. En cuarzos color amarillo y azul (CL) existe una aso-

ciación de átomos de H con álcalis (Kats, 1962). Las bandas 3391, 3429, 3472, 3505 y 3510 cm^{-1} han sido asignadas al catión Li^+ asociado a un protón y las frecuencias 3305 y 3366 cm^{-1} a un protón unido a un átomo de O, que compensa la carga generada debido al reemplazo de Al^{3+} por Si^{4+} . Estas últimas son más intensas en el cuarzo amarillo (CL); la banda 3472 cm^{-1} es más intensa en el cuarzo azul. Cuarzos de color castaño (CL), poseen espectros con bandas anchas (3200 cm^{-1}) muy intensas. Amatista con zonación concéntrica y maclas, de color amarillo (CL), presenta una banda en 3366 cm^{-1} de mayor intensidad que las bandas 3305 cm^{-1} y 3391 cm^{-1} .

La concentración de $\text{H}/10^6\text{Si}$ aumenta en forma gradual desde la zona amarilla de un cristal hacia la zona azul del mismo. El color (CL) cambia de forma neta a un valor que corresponde aproximadamente a 2000 $\text{H}/10^6\text{Si}$. En el borde de los cristales la concentración aumenta considerablemente, tal vez por la existencia de mayor número de inclusiones fluidas submicroscópicas. Los individuos de cuarzo ocre (CL) tienen concentraciones mayores, con valores que van desde 2000 hasta 16000 $\text{H}/10^6\text{Si}$, conforme aumentan las imperfecciones cristalinas. El contenido en amatista es menor a 100 $\text{H}/10^6\text{Si}$.

Las concentraciones mayores de Al corresponden al color azul (CL), con valores promedio de 4000 a 5000 ppm aproximadamente. En las capas de color amarillo las concentraciones son más bajas, de 200 a 500 ppm. Se descarta la temperatura como factor que

controle la variación del contenido de Al en no más de un orden de magnitud, ya que inclusiones fluidas muestran temperaturas de homogeneización que no varían en más de 20 o 30 °C a lo largo de un cristal. Se infiere por lo tanto, en forma preliminar, que el factor de control es la velocidad de crecimiento y/o la concentración de H^+ en el medio (pH), lo que ha variado más durante el crecimiento de la zona azul (CL) del cristal, la cual posee zonas amarillas delgadas en su interior con bajos contenidos de Al.

La mayor concentración de inclusiones fluidas hacia los bordes del cristal implica un aumento en la velocidad de crecimiento y probablemente en la incorporación de más impurezas (Al, Li, Na). Estos cristales se han formado en un medio neutro a ligeramente alcalino con soluciones más o menos diluidas, lo cual tenderá a la incorporación del Al coordinado tetraédricamente en reemplazo de Si (Merino et al., 1989) y H^+ , Li^+ y/o Na^+ para balancear la carga eléctrica de la estructura.

Las inclusiones fluidas (IF) son normalmente bifásicas de dos tipos, $L > V$ y $V > L$, son pocas las inclusiones de una única fase gaseosa, una líquida metastable o con cristales que en general son de dawsonita. La presencia de disímiles porcentajes de volumen de burbuja entre las inclusiones, se constituye en una evidencia de que el sistema fluido ha estado en ebullición al momento del entrapamiento. La salinidad representativa del sistema hidrotermal es del 1,5 al 2 % en peso de NaCl equivalente. Existen

salinidades mayores que van de 2 a 10 % en peso NaCl equiv. Gran parte de las inclusiones poseen sólo agua en su composición y una minoría posee pequeñas proporciones de CH₄, CO₂ y N₂, que en promedio no supera el 3-4 mol%. En pocas inclusiones, se encontraron valores mayores, e inclusive algunas tienen casi un 100 % de estos gases. Este pequeño porcentaje de inclusiones debe corresponder a parte de las inclusiones dominadas por vapor. Las inclusiones ricas en gases son interpretadas como el producto de la separación de fases (ebullición). Las temperaturas de homogeneización (T_m) en los estadios I, III y IV, se ubican entre 220 a 320°C. En los estadios V y VI bajan a valores de 200 ± 20°C. Las diferencias mayores de T_m se registran entre cuarzos idiomorfos y cuarzos finos o plumosos color ocre (CL).

CONCLUSIONES

1. Se reconocieron en el depósito seis asociaciones paragenéticas en función de la mineralogía de la ganga y de las microestructuras de cuarzo.

2. Los colores de catodoluminiscencia se correlacionan con las microestructuras, las que dependen de las condiciones de cristalización.

3. Cuarzos idiomorfos amarillo y azul (CL) tienen mayor contenido de H asociado a defectos puntuales mientras que cuarzos ocre poseen mayor concentración de agua como inclusiones fluidas submicroscópicas. En el tipo azul es más intensa la banda que correspondería a un defecto Li⁺ asociado a H⁺

(Kats, 1962).

4. Los mayores contenidos de Al corresponden al color azul (CL). La zona azul de un cristal habría crecido bajo una mayor cantidad de cambios en el pH y/o velocidad de cristalización y al mismo tiempo a mayor velocidad, incorporando más impurezas, tendiendo al reemplazo de Si⁺⁴ por Al⁺³ y H⁺, Li⁺ y Na⁺ para balancear la carga en la estructura.

5. Los fluidos mineralizantes han sido esencialmente acuosos, con una salinidad casi constante de 1,5 a 2% y con menos de un 3 a 4 mol % de gases disueltos.

6. Los mecanismos principales de depositación han sido la ebullición y la mezcla de fluidos. La ebullición fue pulsatoria, representada por cuarzos finos color ocre (CL).

8. El yacimiento Cerro Vanguardia se ha formado como un sistema epitermal de baja sulfuración (White and Hedenquist, 1995), entre 200 y 300°C. El nivel de ebullición fue de 250 a 500 m por debajo del nivel freático, quizás hasta de 1 km, por encima del cual se depositó el oro (Haas, 1971). La zonación en profundidad responde con bastante aproximación al modelo de Buchanan (1981), al cual hay que sumar los estadios identificados con la evolución del depósito.

BIBLIOGRAFÍA

- Buchanan, L. J. 1981. Precious metal deposits associated with volcanic environments in the southwest. In Dickinson, W. R. and Payne, W. D. (Eds.), Relations of Tectonics to Ore Deposits in the Southern Cordillera. Arizona Geological Society Digest XIV, 237-262.

A. M. Nillni: Resumen de Tesis

- Dong, G., Morrison, G. & Jaireth, S. 1995. Quartz textures in epithermal veins, Queensland-Classification, origin, and implication. *Economic Geology* **90**: 1841-1856.
- Haas, J. L. 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrostatic thermal system at hydrostatic pressure. *Economic Geology* **66**: 940-946.
- Kats, A. 1962. Hydrogen in alpha-quartz. *Philips Res. Repts* **17**: 133-279.
- Merino, E., Harvey, C. & Murray, H. 1989. Aqueous-chemical control of the tetrahedral-aluminum content of quartz, halloysite, and other low-temperature silicates. *Clays and Clay Minerals* **37**: 135-142.
- White, N. C. & Hedenquist, J. W. 1995. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics and exploration. *Society of Economic Geology Newsletter* 23.

**TESIS DE MAESTRIA DE DOCENTES E INVESTIGADORES
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN
BOSCO
1992 - 2001**

Naturalia patagónica 1: 191-196 (2002)

IMPACTOS ACUMULATIVOS Y ANÁLISIS GEOGRÁFICO TEMPORAL EN EL PLANEAMIENTO DEL USO DE LA TIERRA. CASO DE ESTUDIO: CUENCA DE RIBEIRÃO CLARO (SP) BRASIL

Miguel Angel Bertolami

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Magíster en Geociencias y Medio Ambiente realizada y presentada en la Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita filho", Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro (São Paulo, Brasil). Director: Dr. Gilberto José García. Defensa: 5 de diciembre de 1997. Número total de páginas de la tesis: 106.

Palabras clave: Teledetección, sistemas de información geográfica, análisis multitemporal, uso de la tierra, uso sustentable, impacto ambiental, ecuación universal de pérdida de suelos.

INTRODUCCIÓN

La microcuenca del Ribeirão Claro está situada en el sector medio de la denominada "Depresión Media Paulista" (Almeida, 1973), siendo sus límites las coordenadas 22° 10' a 22° 30' latitud sur y 47° 25' a 47° 35' longitud oeste, con una superficie de 28375 hectáreas, dentro de los municipios de Corumbatai, Rio Claro y Santa Gertrudes del estado de São Paulo, Brasil.

El clima de la región es caracterizado como "Clima tropical alternadamente seco y húmedo, controlado por masas de aire tropicales y ecuatoriales que predominan en más de la mitad del año.

El período seco se extiende de marzo a septiembre con menos del 20% de las precipitaciones y el período húmedo, octubre a febrero, posee el 80 % de las precipitaciones con una media anual de 1100 mm (Troppmair, 1985).

Esta microcuenca es una unidad natural que pertenece a la cuenca del Río Paraná, con una gran diversidad geológica y edafológica, donde la actividad humana igualmente diversificada se fundamenta en actividades agro-silvo-pastoriles.

En el interior de esta unidad, son observados diversos impactos sobre los recursos naturales, consecuencia de las diversas actividades antrópicas del pasado y del

presente, afectando suelos y al recurso agua, sin que se hayan tomado en cuenta hasta el presente medidas eficientes que permitan un uso sustentable de la misma.

El objetivo del proyecto desarrollado, es la caracterización del uso de la tierra en la micro-cuenca del Ribeirão Claro durante el período 1962-1996, mediante la utilización de fotografías aéreas e imágenes satelitales, a los efectos de evaluar la expectativa de pérdida de suelos teórica en cada año, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelos (Wishmeier & Smith, 1978) y consecuencia de ella realizar sugerencias de cambios en el uso de la tierra donde el mismo resultara excesivo, como también de modificaciones tecnológicas para conservar el tipo de utilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio fue utilizada la cartografía topográfica disponible en el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE) a escala 1:50.000 y de suelos 1:100.000 (Koffler, 1992), como también fotografías aéreas de los años 1962 (escala 1:25.000), 1972 (escala 1:25.000) y 1992 (escala 1:35.000). Las imágenes satelitales de que se dispuso fueron obtenidas del satélite LAND-SAT V TM del año 1990 y 1996, tanto en su versión digital como sobre papel.

Inicialmente la totalidad de las unidades del paisaje fueron subdivididas mediante el cruzamiento de los tipos de suelos y pendientes en unidades de mapeo, en las que se

desarrollaría el análisis.

Los resultados de la fotointerpretación de los diferentes años analizados fueron trasladados al Sistema de Información Geográfica IDRISI 2.0 (Eastman, 1997), para lo cual el material fotográfico luego de su interpretación por los métodos convencionales en fotogrametría, fue transferido a una grilla de puntos de 6,25 hectáreas de resolución sobre la base topográfica existente, de acuerdo a códigos establecidos para los principales usos de la región observados: Cultivos anuales, cultivos perennes, caña de azúcar, pastizales, silvicultura, selvas en galería, vegetación del cerrado, uso urbano y otros usos de menor importancia en la superficie de la microcuenca.

Las imágenes satelitales disponibles fueron clasificadas para determinar el uso presente en cada caso mediante una clasificación automática en 9 tipos de respuesta a partir de la imagen falso color compuesta obtenida a partir de las bandas 2, 3 y 4 en versión digital y numerosos controles de campo. Esto último tuvo el objetivo de interpretar el tipo de utilización que se estaba haciendo de las diversas parcelas independientemente de los estados fenológicos que se observaron y que en ciertos casos complicaban la interpretación.

Finalmente fueron incorporados al SIG los diversos planos que son incluidos en el cálculo de expectativa de pérdida de suelos por erosión hídrica laminar, según la ecuación que se detalla:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

M. A. Bertolami: Resumen de Tesis

Donde A, es la expectativa de pérdida de suelos (t.ha/a); R, factor erosividad de las lluvias (mj/ha.mm/ha); K, factor erodibilidad del suelo (mj.mm/ha); L, factor de extensión de vertientes (m); S, factor por el grado de pendiente (%); C, factor uso y manejo y P, factor prácticas conservacionistas.

Dentro de la ecuación existen factores relacionados al clima (R), al suelo (K), a la topografía (L) y (S) y otros al tipo de uso y manejo (C) y (P). La mayoría de los coeficientes utilizados fueron obtenidos a partir de observaciones del Instituto Agronómico de Campinas (Bertoni & Lombardi Neto, 1985), a excepción de los indicados como topográficos los que fueron determinados a través del modelo numérico de terreno obtenido en el sistema de información geográfico.

El cálculo de la expectativa de pérdida de suelo teórica permitió

calcular, mediante la utilización de tablas disponibles, la pérdida tolerable para cada una de las unidades definidas en cada año y la observación de la adaptación del uso que estaba siendo realizado para efectuar las recomendaciones conservacionistas pertinentes a nivel de cada unidad de mapeo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La integración de los diversos planos de información en el SIG, comenzó por la realización de la carta de pendientes, realizada a partir de la cartografía digitalizada, mediante la elaboración de un modelo numérico de terreno, lo que permitió determinar los valores de inclinación a cada porción del espacio, los porcentajes por cada clase de pendiente en la microcuenca (Tabla I).

Tabla I: Clases de pendiente de la microcuenca del Ribeirão Claro.

Clases de pendiente	Área (ha)	Área (%)
1 (0-2%)	4851,25	16,15
2 (2-5%)	5506,25	19,41
3 (5-10)	11650,00	41,06
4 (10-20%)	6325,00	22,29
5 (20-45%)	312,50	1,10

Un segundo plano de información fue obtenido mediante la digitalización del mapa de suelos a partir de la información recopilada

por Koffler (1992), los porcentajes de recubrimiento por cada tipo de suelos (Clasificación Brasileña) son detallados en la tabla II.

Tabla II: Clases de suelos de la microcuenca del Ribeirão Claro.

Clase de Suelos	Área (ha)	Área (%)
Latossolo Roxo Unidade Ribeirão Preto (LRe)	475,00	1,67
Latossolo Roxo Unidade Barão Geraldo (LRd)	106,25	0,37
Latossolo Vermelho Escuro Unidade Limeira (LE1)	862,50	3,04
Latossolo Vermelho Amarelo Unidade Camarginho (LV5)	62,50	0,22
Podzólico Vermelho Amarelo Unidade Serrinha (PV2)	2925,00	10,31
Podzólico Vermelho Amarelo Unidade Loaria (PV4)	3243,75	11,43
Areias Quartzosas (AQ)	518,75	1,83
Litólico Substrato Diabásio (Li2)	181,25	0,64
Mosaico (LRd) + (LRe)	7831,25	27,60
Mosaico (LE1) + (LRd)	25,00	0,09
Mosaico (LV2) + Lat. Ver. Am. Unid. Laranja Azeda (LV3)	5568,75	19,63
Mosaico Pod. Ver Am. Unid. Santa Cruz (PV1) + PV4	1875,00	6,61
Mosaico (PV4) + (PV1)	3212,50	11,32
Mosaico (PV1) + (LRe) + Terra Roxa Estaturada (TE1)	1468,75	5,18
Mosaico Litólico Sedimento Grupo Passa Dois (Li4) + PV1	18,75	0,07

Los tipos de utilización del suelo detectados en la microcuenca, fueron determinados para cada uno de los años considerados, de acuerdo a la metodología descripta y son los detallados en la tabla III.

Como resultado del análisis histórico del uso de la cuenca y la utilización de la ecuación universal de pérdida de suelos, se determinó en cada año los valores estimados de pérdidas de suelos para la totalidad del área, como también la

contribución de los diferentes usos a la misma (Tabla IV).

Los porcentajes de áreas susceptibles a la aceleración de la erosión (áreas susceptibles) y aquellas con uso adecuado (áreas no susceptibles) a los valores determinados como tolerables son indicados en la Tabla V, donde puede observarse los valores crecientes de las primeras durante el transcurso del período analizado.

Tabla III: Uso de la tierra durante el período 1962-1996 en la cuenca del R. Claro.

Usos	Área (ha)				
	1962	1972	1978	1990	1996
Cultivos anuales	1956,25	2025,00	1400,00	137,50	331,25
Cultivos perennes	793,75	1093,75	2025,00	2375,00	2143,75
Caña de azúcar	5393,75	7275,00	10631,00	12775,00	14750,00
Pastizales	9981,25	9300,00	7500,00	5481,25	4350,00
Silvicultura	4593,75	4643,75	3868,75	4087,50	3456,25
Selvas	3871,25	3056,25	1975,00	1031,25	843,75
Cerrado	1375,00	231,25	31,25	0,00	0,00
Área urbana	375,00	493,75	725,00	1887,50	2100,00
Otros	225,00	256,00	218,75	600,00	400,00

Tabla IV: Pérdidas de suelo total o por tipo de uso en la cuenca del Ribeirão Claro (t/año).

Usos	Pérdidas de suelo (t/año)				
	1962	1972	1978	1990	1996
Cultivos anuales	4029,40	4036,03	2905,08	390,90	481,65
Cultivos perennes	734,08	1205,62	1645,85	2044,30	1650,03
Caña de azúcar	5899,78	8018,30	12278,57	14183,82	16910,94
Pastizales	530,78	502,69	417,85	381,71	285,88
Silvicultura	2215,40	2359,62	2130,12	2167,57	2207,63
Selvas	20,20	15,75	10,44	5,08	4,24
Cerrado	139,72	37,03	2,24	0,00	0,00
Área urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	13569,36	16175,03	19390,16	19173,39	21540,37

Tabla V: Susceptibilidad a la erosión 1962-1996 en la cuenca del Ribeirão Claro.

Año	Áreas susceptibles		Áreas no susceptibles	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1962	9137,50	32,20	19327,50	67,80
1972	10731,25	37,82	17643,75	62,18
1978	12856,25	45,31	15518,75	54,69
1990	13237,50	46,65	15137,50	53,35
1996	14818,75	52,22	13556,25	47,78

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran el incremento de la superficie de las áreas con erosión acelerada consecuencia del uso excesivo de las mismas, si bien los resultados no constituyen una medida cuantitativa de las pérdidas reales de suelos en la cuenca, muestran una tendencia a su incremento en el nivel tecnológico que se utiliza en la actualidad, es decir con pocas prácticas conservacionistas de suelos y en particular debido al incremento del cultivo de caña de azúcar y la disminución progresiva de las áreas de pastoreo, práctica más adecuada a la potencialidad de utilización de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, F. F. M. de. 1974. Fundamentos geológicos do relevo Paulista. USP, Serie Teses e Monografias, 14. São Paulo.
- Bertoni J. & Lombardi Neto, F. 1985. Conservação do Solo. Livrocetes: iracicaba, 355 pp.
- Eastman, J. R. 1997. IDRISI - User's Guide. lark University, Worcester.

Koffler, N. F., Machado, M. L. A. & Daros, E. 1992. Mapa de solos da bacia do Rio Corumbatai - SP. Escala 1:500000, UNESP/IGCE: Rio Claro.

Troppmair, H. A. 1985. Geografia física e a análise ambiental. Boletim de Geografia Teorética. Simposio de Geografia Física Aplicada **15** (29-30): 63-69.

Wishmeier, W. H. & Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning agriculture. Handbook 537 USDA, Washington 58 pp.

ECOLOGÍA DEL BENTOS DEL SISTEMA HÍDRICO ESQUEL-PERCY

María Laura Miserendino

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Esquel. Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Magister en Ecología Acuática Continental realizada en la Universidad Nacional del Litoral. Facultad de formación docente En Ciencias. Santa Fe. Argentina. Director: Dra. María Del Carmen Corigliano. Codirector: Prof. Inés Ezcurra de Drago. Defensa: agosto de 1998. Número total de páginas de la tesis: 202.

Palabras clave: Macroinvertebrados, altitudinal, gradiente, ríos, arroyos, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Patagonia.

Los estudios de zonación altitudinal de las comunidades macrobénticas en ríos han sido realizados en su mayoría en ambientes del Hemisferio Norte; para ambientes de América del Sur y específicamente para la Argentina los trabajos son escasos. Este es el primer trabajo de zonación altitudinal de comunidades macrobénticas para un sistema de cordillera ubicada en la Patagonia.

Se analizaron los patrones de distribución de las poblaciones durante un ciclo anual completo, interpretando las variaciones cuali y cuantitativas del bentos en función de las variables abióticas y bióticas registradas. Además se identificaron las principales asociaciones de especies en los sitios monitoreados y se realizó una categorización funcional de los taxa.

Las hipótesis que se plantearon fueron:

- El diferente régimen hidrosedimentológico en el tramo longitudinal del sistema fluvial Esquel-Percy influye en la distribución de las poblaciones del bentos.

- El cambio altitudinal del sistema determina patrones de distribución de las comunidades de invertebrados bentónicos.

- Se cumplen las predicciones del concepto de continuo en ríos.

Para llevar a cabo el estudio se seleccionaron sobre el sistema Esquel-Percy 14 estaciones de muestreo, en un gradiente altitudinal de 1000 m. En el tramo medio del sistema se encuentra la ciudad de Esquel que vierte al arroyo Esquel efluentes cloacales sin tratamiento.

De los resultados obtenidos se evidenció que, exceptuando las estaciones del tramo medio alteradas por perturbaciones antropogénicas, la comunidad macrobéntica

hallada a lo largo del sistema Esquel-Percy es rica y diversificada. Existen similitudes de composición específica, densidad y de estructura de la comunidad con ambientes de características semejantes de Australia y Nueva Zelanda.

Los organismos más abundantes en el sistema fueron los efemerópteros y los dípteros, seguidos de tricópteros y plecópteros. Mientras que los organismos de mayor biomasa fresca fueron los plecópteros seguidos de dípteros, efemerópteros y tricópteros.

Las especies de cabecera fueron: *Klapopteryx kuscheli*, *Notoperla archiplatae*, *Senzilloides panguipulli*, *Metamonius* sp., *Das-yoma* sp., *Edwardsina* (*Edwardsina*) sp., *Meridialaris chiloeensis* y *Cura* sp. Estas especies son marcadamente estenotérmicas pudiendo vivir en ambientes que sufren congelamiento.

Las especies del tramo medio del sistema fueron: *Limnoperla jaffueli*, *Potamoperla myrmidon*, *Notoperlopsis femina*, *Antarctoperla michaelsoni*, *Meridialaris diguillina*, *Smicridea* sp., *Simuliidae* spp. *Elmidae* sp., *Austrelmis* sp., *Girardia* sp., *Chilina patagonica*, *Diplodon chilensis*, *Glossiphoniidae*, *Hayella curvispina*, *Eiseniella tetraedra*, y *Hudsonema flamini*.

Los tramos bajos del sistema presentaron asociación de: *Limnoperla jaffueli*, *Notoperlopsis femina*, *Potamoperla myrmidon*, *Antarctoperla michaelsoni*, *Antarctoperla* sp., *Baetis* sp., *Meridialaris laminata*, *Smicridea* sp., *Parasericotoma ovale*, *Hexatoma* sp., *Tropisternus setiger*, *Elmidae* sp. y

Austrelmis sp.

Las principales taxa indicadores de mala calidad del agua en el sistema fueron tubificidos y glosifónidos, mientras que las especies de los órdenes plecópteros, efemerópteros y tricópteros fueron las más sensibles al incremento de materia orgánica.

La mayor variación de la densidad total de los organismos de la comunidad macrobéntica del sistema estuvo determinada por el porcentaje de saturación de oxígeno y la precipitación pluvial, mientras que la diversidad específica estuvo determinada por el porcentaje de saturación de oxígeno, la precipitación nival, la conductividad y la demanda bioquímica de oxígeno.

Los organismos del grupo trófico desmenuzadores aumentaron numéricamente desde las cabeceras hacia abajo pero disminuyeron en biomasa. Los colectores aumentaron y los predadores disminuyeron. No se cumplieron las relaciones de predominio sugeridas por el modelo de continuo en ríos.

El sistema Esquel-Percy presentó características propias que determinaron un funcionamiento distinto en la estructura trófica.

La variación estacional de los grupos de efemerópteros, plecópteros y tricópteros en el sistema evidenció sincronización de los ciclos de vida, explotación de diferentes recursos tróficos y de hábitats, lo que disminuyó la competencia interespecífica y se reveló en una alta diversidad específica.

Las diferencias de composición específica, diversidad y densidad estuvieron determinadas por la

M. L. Miserendino: Resumen de Tesis

existencia de un gradiente topográfico, por factores geoquímicos naturales, factores antropogénicos

y factores debidos a la estacionalidad del sistema.

Naturalia patagónica 1: 200-205 (2002)

FLUJO DE NUTRIENTES E IONES PRINCIPALES EN LA CUENCA DEL LAGO PUELO (Argentina)

Lino Arturo Pizzolon

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Laboratorio de Ecología Acuática. Esquel. Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Magister en Ecología Acuática Continental realizada en el Laboratorio de Ecología Acuática de Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel y presentada en la Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias, Santa Fe. Director: Dr. Rosario Mosello (CNR-Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Pallanza, Italia). Codirector: Dr. Víctor Conzonno (UBA). Defensa: 12 de febrero de 1999. Número total de páginas de la tesis: 196.

Palabras clave: limnología, hidroquímica, hidrología, nutrientes limitantes, estado trófico, saturación de nitrógeno, modelo PEG, meteorización.

INTRODUCCIÓN

La hidroquímica de lagos y ríos de la región andino-patagónica ha sido descripta en líneas generales (Quirós, 1988; Pedrozo et al. 1993; Pizzolon et al. 1995; Drago & Quirós 1996, entre otros), pero la identificación de la variabilidad a escalas geográficas menores y sobre todo de sus mecanismos explicativos sólo presenta algunos trabajos aislados (Pizzolon et al. 1994, Chilrud et al. 1994, Pedrozo & Chilrud 1998). Desde los trabajos de Schindler en los setenta, se afirmó el papel del fósforo como principal nutriente limitante de la productividad primaria del fitoplancton en los lagos templados del mundo. Como resultado de Programa Biológico Internacional en lagos patagónicos de Argentina, se plan-

teó por el contrario el papel del nitrógeno como principal nutriente limitante a escala regional (Margalef, 1983). Desde entonces el problema ha recibido una atención creciente, con resultados a veces contradictorios (Soto et al. 1994; Diaz & Pedrozo 1996, entre otros) que no han sido aún suficientemente explicados. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de cuantificar las cargas de nutrientes e iones principales en la cuenca del lago Puelo e identificar el/los nutriente/s limitante/s de la productividad primaria del fitoplancton. Se hipotetizó que la heterogeneidad espacial (en rocas, suelos, uso del suelo, presión antrópica) en cada una de las subcuencas principales, Azul, Epuén y Turbio (fig. 1.b), induce una heterogeneidad espacial en los respectivos extremos del lago colector,

evidenciable en la transparencia y en la hidroquímica. Parte de esta tesis ha sido publicada en Pizzolon & Arias (2000). Este trabajo fue financiado en parte por el PI-CIUNPAT Nro. 156/93.

Sitio de Estudio

La cuenca del lago Puelo (3040 km²) está ubicada en la vertiente oriental de los Andes y desagua en el Océano Pacífico a través del río Puelo (fig. 1.a). Las alturas máxi-

mas oscilan alrededor de 2200 m. Más del 50 % de la cuenca se encuentra cubierto por bosques nativos, siendo el 70 % la cobertura en la subcuenca del Turbio. Las subcuencas de los ríos Azul y Turbio presentan glaciares permanentes. La densidad poblacional es de 20, 4,01 y 0,07 habitantes/km² en las subcuencas de los ríos Azul, EpuYén y Turbio, respectivamente y la carga animal presenta un gradiente similar.

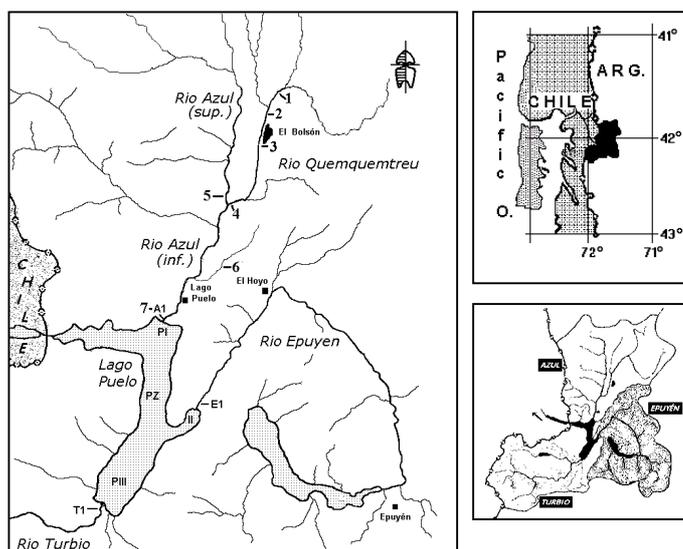


Figura 1: a. Ubicación geográfica de la cuenca del lago Puelo. b. principales subcuencas que la integran. c. ubicación de las estaciones de muestreo.

METODOLOGÍA

Se realizaron muestreos estacionales integrados y estratificados en el lago Puelo (fig. 1c) en 1994, muestreos bimensuales en el sistema Azul-Quemquemtreu en 1995 y 50 muestreos semanales en la desembocadura del río Azul en

1996. Las variables determinadas pH, conductividad (K20), alcalinidad (TA), iones principales, sílice (SiR) y nutrientes: nitritos + nitratos (DIN), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total (TN) y fósforo total (TP), respectivamente) fueron sometidas a diferentes controles de calidad, incluyendo tres ejercicios

de intercalibración internacional (Proyecto de la Unión Europea AQUACON-Med Bas) con diferencias <5%. Debido a la ausencia de correlación entre caudal y concentración las cargas anuales se estimaron mediante estimadores promedio (Mosello & De Giuli 1982) con datos de caudal diarios facilitados gentilmente por EVARSA S.A., Trelew.

120 $\mu\text{S cm}^{-1}$) y de tipo bicarbonato cálcico (70–80 % en equivalentes), resultado concordante con los de estudios previos en la región. La correlación entre sílice y cationes (fig. 2) y otras relaciones iónicas (Tabla I, factor 1), señalan que la meteorización de los silicatos fue la principal fuente de cationes disueltos. Sin embargo, la relación $\text{Ca}/(\text{Mg}+\text{Na}+\text{K}) > 80\%$ sugeriría la meteorización de rocas carbonáticas, hipótesis difícil de aceptar, puesto que los suelos y rocas de la cuenca están constituidos principalmente por minerales mesosilícicos-ácidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Espectro iónico y procesos de meteorización.

Todas las aguas analizadas fueron de baja conductividad (30-

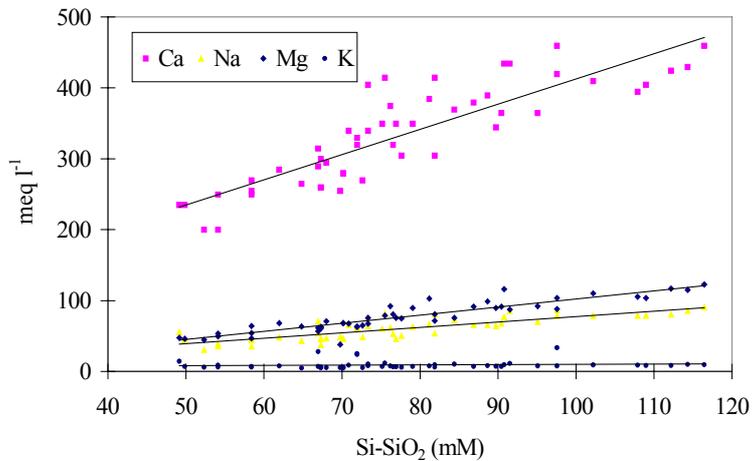


Figura 2: Correlación entre sílice y cationes.

Tabla I: Coeficiente de correlación entre las variables originales y los factores extraídos mediante componentes principales y rotación de ejes varimax, sobre datos estandarizados del R. Azul.

	Factor	Factor	Factor	Factor
	1	2	3	4
[H]	-0,115	-0,038	0,820	0,017
K20	0,944	-0,155	-0,075	0,205
TA	0,907	-0,173	-0,246	0,123
SO ₄	0,227	0,105	-0,143	0,781
Cl	0,597	0,081	0,410	0,308
Ca	0,928	-0,176	-0,083	0,242
Mg	0,912	-0,132	-0,109	-0,159
Na	0,919	0,011	0,017	0,340
K	0,278	0,117	-0,205	0,517
SiR	0,942	-0,186	0,088	-0,119
DIN	0,685	0,009	0,375	-0,233
PRS	-0,155	0,575	-0,211	-0,375
NT	0,484	0,518	-0,123	0,326
PT	-0,167	0,939	0,014	0,029
Q _{AZ}	-0,248	0,701	0,289	0,362
QAC%	0,128	0,271	0,208	0,807
PPAdD	-0,290	0,851	0,140	0,209
PPAd5	-0,138	0,467	0,722	0,021
Var. Expl.	6,57	3,16	1,86	2,37
Prop. Total	0,36	0,18	0,10	0,13

Esta aparente paradoja, verificada también en otras regiones de rocas félsicas, ha sido explicada por Williams et al. (1993), por la presencia de pequeñas cantidades de carbonatos formados secundariamente como producto de la meteorización de granitos. Estos están bien representados en la cuenca del Azul y son dominantes en la del Turbio. El factor 3 del análisis PCA (Tabla I) separa el pH y las precipitaciones durante los cinco días anteriores al muestreo (PPAd5) y sugiere la existencia de infiltración y flujos subsuperficiales como principal factor de control del pH sobre las aguas superficiales. Por el contrario, el factor 2 (Tabla I), que separa TP, caudal del Azul (Q_{AZ}) y las precipitaciones diarias (PPAdD), señala una respuesta inmediata del TP a las precipi-

taciones, por lavado de suelos. Es probable que las tasas de meteorización estén controladas por diversos factores ambientales, tal como la temperatura, a través de cambios en el pH del suelo.

2. Nutrientes

Los nutrientes se encontraron en concentración extremadamente bajas. Las cargas de PRS y TP correlacionaron con el caudal ($r^2 = 0,83$ y $0,78$; linear y polinomial de segundo grado, respectivamente). Se obtuvieron diferencias de un orden de magnitud entre el coeficiente de exportación areal de PRS estimado (a partir de la carga animal, densidad de habitantes y uso del suelo) y el observado. Esta diferencia se explicó por la alta capacidad de retención de fosfato de los suelos volcánicos, que

cubren el 75 % de la cuenca. El DIN y TN del río Azul fueron indetectables durante la estación de crecimiento (fig. 3). Según el concepto saturación de nitrógeno (Stoddard, 1994) la cuenca se encuentra en el estadio 0/4, que caracteriza a aquellas cuencas en que la mayor parte del nitrógeno de la precipitaciones es absorbido por el bosque. Los valores máximos de NT y PT se encontraron aguas abajo de El Bolsón, e indicaron

niveles de polución bajos. Sin embargo, los pulsos de NT y PT durante las crecientes de fin de verano, pueden relacionarse con el turismo y modos de uso del suelo en el área de la cuenca, en especial aquellos que aumentan los procesos de erosión (deforestación, incendios, sobrepastoreo, cultivos, corte de taludes para construcción de caminos, rectificación de cauces, pisoteo de riberas por el ganado, etc.).

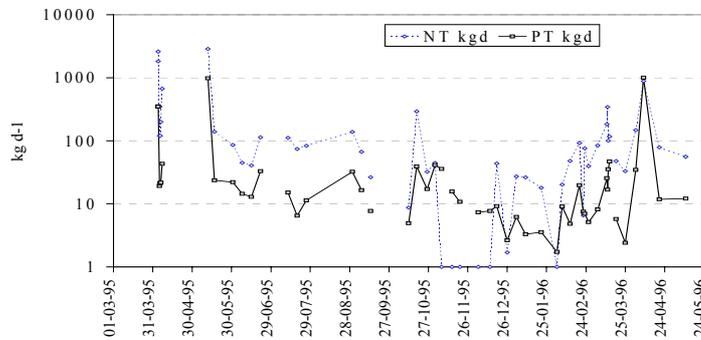


Figura 3: Cargas de TN y TP en el río Azul

Según el esquema de Vollenweider y Kerekes (1981) el lago Puelo se clasificó como ultraligotrófico. No obstante la heterogeneidad hidroquímica de sus tres afluentes principales, las fuerzas de mezcla horizontal del lago homogeneizaron sus aportes. Sin embargo, hubo indicios de una concentración de PRS más alta en el extremo norte del lago (test T, $p < 0,70$), debido a la influencia del río Azul, la subcuenca con mayor densidad poblacional. La relación N/P tuvo una estacionalidad muy marcada, pero durante la estación de crecimiento la limitación por nitrógeno fue bien definida. Los perfiles verticales de DIN en primavera mostraron clara-

mente el agotamiento del DIN en los estratos superiores (0-50 m). Ahora bien, la reserva invernal de nitrógeno no disminuyó en primavera (en el epilimnion) solamente por su utilización por el fitoplancton, como se había supuesto en estudios previos en lagos similares (Pizzolon et al. 1995), o por efecto de ciertas interacciones tróficas (Modenutti et al. 1998 y otros), sino también (y probablemente, principalmente) por el efecto de dilución, producido por la entrada de un gran volumen de agua cuyo nitrógeno fue previamente consumido por el bosque. El inicio de la sucesión estacional con severa restricción de nitrógeno en lugar de fósforo, hace

que este tipo de lago (profundos, estratificados y con rápido recambio del agua, $T_w \cong 1$) se aparte notoriamente de las generalizaciones del modelo PEG (Sommer, 1989). La carencia/escasez de nitrógeno en estos ecosistemas acuáticos como consecuencia de su pobreza/ agotamiento en los ecosistemas terrestres, puede considerarse como una característica distintiva de la región Andino-Patagónica.

BIBLIOGRAFÍA

- Chilrud, S. N., Pedrozo, F. L. Temporetti, P. F. & Planas, H.F. 1994. Chemical weathering of phosphate and germanium in glacial melt-water streams: effects of subglacial pyrite oxidation. *Limnol. Oceanogr.* **39**: 1130-1140.
- Diaz, M.M. & Pedrozo, F.L. 1996. Nutrient limitation in Andean-Patagonian lakes at latitude 40-41°S. *Arch. Hydrobiol.* **138**: 123-143.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona. 1010 pp.
- Modenutti, B. E., Balseiro, E. G., Queimaliños, C. P., Añon Suarez, D.A, Dieguez, M. C. & Albariño, R.J. 1998. Structure and dynamics of food webs in Andean Lakes. *Lakes & Reservoirs, Res. & Managem.* **3**: 179-186.
- Mosello, R. & DeGiuli, E. 1982. Methods of calculation of chemical loads as applied to Lake Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **40**: 55-77.
- Pedrozo, F., Chilrud, S., Temporetti, P. & Diaz, M. 1993. Chemical composition and nutrient limitation in rivers and lakes of northern Patagonian Andes (39.5 S-42 S; 71 W) (Rep. Argentina). *Verh. Inter. Verein. Limnol.* **25**: 207-214.
- Pizzolon, L., Rauddi, B. & Arias, L. 1994. Flujo de iones principales en la cuenca del río Rivadavia (Nor-oeste de Chubut). *Tankay* **1**: 21-23.
- Pizzolon, L., Santinelli, N., Marinone, M. C. & Menu-Marque, S. A. 1995. Plankton and hydrochemistry of Lake Futalaufquen (Patagonia, Argentina) during the growing season. *Hidrobiología.* **316**: 63-73.
- Pizzolon, L. & Arias, L. 2000. Nutrient fluxes in Puelo Lake watershed, Patagonian Andes, Argentina. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **27**: 1310-1314.
- Quirós, R., 1988. Relationship between air, temperature, depth, nutrients and chlorophyll in 103 Argentinian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **23**: 647-658.
- Sommer, U. 1989. *Plankton ecology. Succession in Plankton communities*. Springer. Preface, 1-8.
- Soto, D., Campos, H., Steffen, W., Agüero, G., Parra, O. & Zúñiga, L. 1994. The Torres del Paine lake district (Chilean Patagonia): a case of potentially N-limited lakes and ponds. *Arch. Hydrobiol. (Supp.)* **99**: 181-197.
- Stoddard, J. L. 1994. Long-term changes in watershed retention of nitrogen. Its causes and aquatic consequences. In: *Environmental chemistry of lakes and reservoirs*. ACS Advances in chemistry series Nro. 237. American Chemical Society.
- Williams, M. B., Brown, A. D. & Melack, J. L. 1993. Geochemical and hydrological control on the composition of the surface water in a high elevation basin, Sierra Nevada, California. *Limnol. Oceanogr.* **38**: 775-797.
- Vollenweider, R. A. & Kerekes, J. 1981. Background and summary results of the OECD Coop. Progr. on Eutrophication. En: *Restoration of lakes and inland waters*. Portland, Maine, EPS, Washington, D.C. EPA. 440/5-81-100. p. 25-36.

CULTIVO *IN VITRO* COMO ESTRATEGIA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS DE *Rubus idaeus*

Ana María Berastegui

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología. Ciudad Universitaria. Km 4. (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut y Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Microbiología Industrial y Biotecnología. Directora: Dra Ana María Giulietti Fecha de Defensa: 09/09/1999 (UBA) Número total de páginas de la Tesis: 91.

Palabras clave: cultivo de tejidos, micropropagación, citoquininas, auxinas, rizogénesis.

INTRODUCCIÓN

Dentro del campo de la fruticultura en la región Patagónica, (Chubut - Río Negro), las frutas finas, ocupan un lugar innegable en relación a los ingresos del lugar. Entre los frutos finos de interés comercial, se destaca la frambuesa (*Rubus idaeus*). Fue introducida en el sur argentino en la zona de Bolsón y Lago Puelo por inmigrantes europeos que arribaron en la segunda post-guerra. Los lugares citados son centros reconocidos de producción de frutas finas, de alta calidad, pero de limitada cantidad. Hoy los mercados internacionales especialmente los europeos al demandar el producto, crean la necesidad de incrementar la producción en la región.

A fin de concretar emprendimientos comerciales, la propagación asexual de *Rubus* presenta dificultades (McPheeters *et al.*, 1988), por lo que la

micropropagación se presenta como una alternativa de interés.

El objetivo general de este trabajo fue estudiar las condiciones óptimas de regeneración de plantas completas de *Rubus idaeus* a través de la micropropagación *in vitro* con material vegetal de interés regional.

MATERIALES Y METODOS

Los cultivos se iniciaron a partir de material adulto de campo. Se aislaron yemas dormidas de los cultivares Glen Clova -Willamette - Heritage y Meeker. Previo a la siembra se desinfectaron con etanol al 80% durante 5' y con solución de hipoclorito de sodio al 2 y 0.5 % durante 10', luego fueron lavados con agua destilada estéril (Bennett *et al.*, 1994).

El medio Murashige & Skoog (MS, 1962) se utilizó como medio base enriquecido con 0,56 mM de inositol, 0,8 µM de tiamina HCL, 2.5 µM piridoxina, 4.0 µM ácido

nicotínico, 0.02 mM glicina, al cual se le añadió 87.6 mM sacarosa más 0,7% de agar bacteriológico. Previo ajuste del pH a 5.6. Se realizaron tres repeticiones (15 yemas por repetición de cada cultivar). En la etapa de micropropagación, los explantos establecidos se escindieron en microtallos de 10 mm de longitud y fueron sembrados en MS con 4.5 μ M de bencilaminopurina (BAP) y 0.5 y 5.0 μ M de ácido indol-3-butírico (AIB). Los repiques se realizaron cada 25 días con tres repeticiones (N=15). La tasa de multiplicación se obtuvo por cultivar y tratamiento hormonal (microtallos obtenidos /explanto). Luego los microtallos fueron sometidos a inducción de raíces en condiciones *in vitro* y *extra vitro*. La rizogénesis *in vitro* en medio MS completo se llevó a cabo con AIB (15.0 μ M) en oscuridad por cuatro días. Posteriormente se transfirieron a medio MS sin reguladores, completo y diluido a $\frac{1}{2}$ de la concentración de sales con fotoperíodo 16 hs. La inducción *extra vitro*, se realizó con AIB (5.0mM), como tratamiento previo a la siembra en turba:perlita (3:1). Las respuestas de enraizamiento registradas fueron evaluadas luego de 50 días de cultivo *in vitro* (%). Se sembraron 20 microtallos por cultivar, en cada ensayo. Los cultivos de establecimiento, micropropagación y enraizamiento se mantuvieron con un fotoperíodo de 16hs y una intensidad lumínica de 120 mEcm⁻² s⁻¹a 21 \pm 1°C. Las plántulas obtenidas *in vitro* (microtallos enraizados) fueron transferidos a macetas con una

mezcla de turba:perlita (3:1); se los cultivó en cámara, 80% de humedad relativa y con fotoperíodo de 16 horas. Se evaluó la supervivencia luego de 25 días (%). La validez estadística de los resultados se realizó, en el establecimiento de explantos y en los tratamientos de rizogénesis mediante una prueba de G ajustada por corrección de Williams. En la multiplicación los datos se sometieron al análisis de la varianza y para la comparación de medias se usó la prueba de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de los datos sobre la frecuencia de explantos establecidos de los cvs Glen Clova -Willamette - Heritage y Meeker en respuesta a los ensayos de asepsia realizados, no registraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Los mayores porcentajes obtenidos entre el 54 y 65% de yemas establecidas se observaron en el tratamiento de asepsia con una concentración del 2% de hipoclorito de sodio. Estos son valores esperables tratándose de material adulto de campo, que suele presentar dificultades en la etapa de aislamiento, debido entre otras causas a la contaminación exógena y a la característica exudación de compuestos fenólicos en cultivo. En los tres primeros subcultivos no se registró multiplicación. Esta respuesta se observó a partir del 4° subcultivo en coincidencia con lo expresado por Hoepfnerdt (1991) en otras variedades de *Rubus*. Los resultados de la tasa de multiplicación son promedio de seis

A. M. Berastegui: Resumen de Tesis

subcultivos de 25 días cada uno, se muestran en la figura 1 que se presenta a continuación:

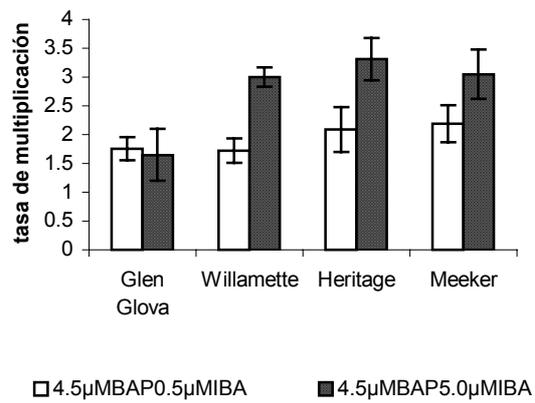


Fig. 1. *R. idaeus*. Efecto de BAP y AIB, en la tasa de multiplicación de los microtallos cultivados en medio MS completo con fotoperíodo de 16 horas.



Fig. 2. Plántulas de *R. idaeus*, cv Glen Glova luego de 50 días de cultivo, en el proceso de rizogénesis.

Los datos obtenidos en la micropropagación fueron tratados mediante un análisis de la varianza factorial donde la variable dependiente fue la tasa de multiplicación y las variables independientes fueron los cultivares y los tratamientos hormonales BAP:AIB (4.5 μ M: 0.5 y 5.0 μ M).

Los resultados obtenidos indicaron que existe una interacción significativa ($p > 0.05$) entre los cultivares y los tratamientos hormonales. Las diferencias entre tratamientos hormonales y entre cultivares fueron altamente significativas. En general las mayores tasas de multiplicación se obtuvieron con BAP:IBA (4.5 μ M:5.0 μ M), en los cvs Meeker, Willamette y Heritage (con un Tukey-Kramer). Esto concordaría con lo expresado por Lowe *et al.*, (1996) al decir que un balance adecuado de auxinas y citoquininas en el medio de cultivo estimula la micropropagación. En contraste, el cv. Glen Glova registra una tasa semejante con los dos tratamientos hormonales ensayados y significativamente menor a los otros cvs ensayados. Estos registros coinciden con lo informado por Swartz *et al.*, (1990), cuando trabajó con distintos cvs. de *Rubus*.

Por otra parte, estos resultados muestran la conveniencia de ajustar las concentraciones hormonales a los requerimientos de cada cultivar (Fig. 1).

Paralelamente a los resultados de proliferación descritos, se evidenció la inhibición del sistema radicular en los microtallos multiplicados. Esto coincide con lo informado por Skirvin *et al.*, (1981) en otros cultivares de *Rubus*. En la inducción rizogénica *extra vitro* la proporción de plantas enraizadas no superó el 5%, relación que se mantuvo en la etapa de aclimatación. El enraizamiento *in vitro* de los microtallos, se ensayó sin pre-tratamiento, cultivados en medio MS reducido a la mitad, sin reguladores y con fotoperíodo de 16 horas. En estas condiciones el porcentaje de plantas enraizadas para los distintos cultivares fue entre el 20 al 27% después de 50 días. El ensayo con previo tratamiento (15.0 μ M de AIB) durante cuatro días en oscuridad y transferencia a posterior cultivo en las mismas condiciones anteriores registró una respuesta rizogénica entre 81-91 % (Fig. 2). Los resultados obtenidos del análisis de los datos sobre la frecuencia de microtallos enraizados en respuesta a la concentración de sales del medio, no registraron diferencias significativas ($p > 0.05$). La mayor respuesta rizogénica se observó en el cv Glen Glova con un promedio de raíces por microtallo de 5.75 ± 1.25 . La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos del proceso completo de regeneración de plantas, a partir de meristemas preexistentes de los cuatro cultivares de *R. idaeus*.

A. M. Berastegui: Resumen de Tesis

Tabla 1: *R. idaeus*. Resultados de la micropropagación *in vitro* de los diferentes cultivares desde el establecimiento de meristemas hasta la transferencia de las plantas al suelo.

Cvs	% DE YEMAS DESARROLLADAS	TASA DE MICROT. MULTIPLICADOS	% DE MICROT. ENRAIZADOS	% DE SUPERVIV. DE PLÁNTULAS
Glen Clova	54,10	1,76±0.20	91,70	90
Meeker	56,70	3,05±0.43	82,30	96
Heritage	63,30	3,31±0.37	81,20	98
Willamette	65,00	3,0±0.17	81,50	92

Rizogénesis a los 50 días, en MS reducido a la mitad de la concentración de sales con pretratamiento(AIB 15 μ M). microtallos (microt.). Los valores son el resultado del promedio de 15 repeticiones por cv.

La supervivencia luego de la transferencia a condiciones de invernadero es considerada una etapa crítica (Díaz *et al.*, 1995). En esta experiencia el porcentaje de plantas aclimatadas fue óptimo, como se puede observar en el ítem correspondiente de la tabla anterior.

BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, Y. J., McCOMB, J. A., TONKIN, C. M., McDAVID, D. (1994). Alternating Cytokinins in multiplication media stimulate *in vitro* shoot growth and rooting of *Eucalytus globulus* Labill. *Annals of Botany* 74: 53-58.
- DIAZ-PEREZ, J.C., SHACKEL, K. A., SUTTER, E. (1995). Effects of *in vitro*-formed roots and acclimatization on water status and gas exchange of tissue-cultured apple shoots. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(3):435-440.
- HOEPFNER, A. S. and NESTBY, R. (1991). Micropropagation of two Red Raspberry Clones: Effect of Medium Composition in Multiplication, Microshoot Size and Rooting. *Acta Agric. Scand.* 41: 285- 293.
- LOWE, K C., DAVEY, M.R., POWER, J.B. (1996). *Plant Tissue Culture and Biotechnology*. Vol. 2(4): 175-186.
- McPHEETERS, K.D., SKIRVIN, R.M. and HALL, H. K. (1988). *Brambles (Rubus sp.). Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Vol.6. Crops II.(Y.P.S.Bajaj ed.). Springer-Berlin Heidelberg.
- MURASHIGE, T. and SKOOG F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiología Plantarum*, 15:473-497.
- SLIVINSKI, J. H. (1982). The tissue culture of blackberries (*Rubus* spp.). MS Thesis Southern Ill Univ, Carbondale.
- SKIRVIN, R. M., M.C. CHU y GOMEZ E. (1981). *In vitro* propagation of thornless trailing blackberries. *Hort. Science* 16:310-311.
- SWARTZ, H. J., BORS, R., MOHAMED, F., NAESS, S.K. (1990). The effect on *in vitro* pretreatments on subsequent organogenesis from excised *Rubus* and *Malus* leaves- *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 21: 179-184.

EXTRACCIÓN DE ACEITE DE ROSA MOSQUETA CON GASES DENSOS

Alicia Beatriz Marchiaro

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Química. Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.

Tesis para el grado de Tesis de Magister en Ingeniería Química realizada en IPLAPIQUI, Universidad Nacional del Sur. Director: Dra. Susana Bottini (UNS). Co-directora: Dra. Vilma Balzaretto (UNPSJB). Defensa: 13 de octubre de 2000. Número total de páginas de la tesis: 115.

Palabras clave: Gases densos, fluidos supercríticos, aceite de rosa mosqueta.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de fluidos supercríticos en la extracción de diversos productos naturales ha atraído fuertemente la atención de investigadores e industriales durante los últimos años. El principal factor que justifica el interés en este campo es el movimiento hacia tecnologías de separación "limpias" desde el punto de vista ambiental y de bajo consumo energético. En esta tesis se estudió la extracción del aceite de rosa mosqueta (ARM) con solventes cuasi-críticos y se midió la solubilidad del ARM en CO₂ supercrítico. El trabajo se dividió en tres partes:

1. Medición experimental de la solubilidad del ARM en CO₂ supercrítico y realización de ensayos de extracción a alta y baja presión.
2. Análisis químico de las muestras obtenidas.
3. Modelado termodinámico en base a un modelo de contribución

grupal.

Los objetivos que se plantearon en este trabajo de tesis pueden resumirse en los siguientes puntos:

Obtener información sobre solubilidad y capacidad solvente de fluidos cuasi-críticos para la extracción de aceite de rosa mosqueta.

Analizar cuali y cuantitativamente los extractos obtenidos en los ensayos de extracción en distintas condiciones y con distintos solventes.

Efectuar el modelado termodinámico de la solubilidad del aceite de rosa mosqueta en fluidos supercríticos a través de la ecuación de estado a contribución grupal (GC-EOS).

PARTE EXPERIMENTAL

Se desarrolla el estudio de la solubilidad del aceite de rosa mosqueta, a partir de las semillas de la *Rosa rubiginosa*, en dióxido de

A. B. Marchiaro: Resumen de Tesis

carbono supercrítico para distintas condiciones de presión y temperatura. Además se presentan los procesos de extracción del aceite de rosa mosqueta tanto en condiciones supercríticas como en condiciones ambiente de presión y temperatura, utilizando distintos solventes.

Medición de solubilidad: Los métodos experimentales para determinar las condiciones del equilibrio soluto-fluido supercrítico (FSC) se pueden dividir en dos categorías: dinámicos (de flujo continuo) y estáticos. Si bien estas técnicas difieren en la forma de operar, ambas utilizan el mismo principio: lograr el equilibrio entre las dos fases.

Como parte de este trabajo de tesis se construyó un equipo experimental de tipo dinámico para medir la solubilidad del aceite de rosa mosqueta en FSC, utilizando como solvente CO₂.

Ensayos de extracción: Los ensayos de extracción se realizaron con el objetivo de comparar la calidad del producto obtenido con el proceso tradicional de extracción con un solvente líquido en condiciones ambientales y con un gas licuado a altas presiones (bajo condiciones cuasi-críticas)

A) Extracción con solventes líquidos: La extracción con solventes orgánicos es, actualmente, el principal método de extracción comercial de aceites vegetales y suele completar o reemplazar a los métodos de prensado. El solvente típico de aplicación industrial es el hexano comercial, cuya composición varía según su origen, pero que consiste principalmente en una mezcla de n-hexano, metilpentano

y metilciclopentanos. Para la extracción se utilizó n-hexano.

B) Extracción con gases densos: El equipo para realizar la extracción discontinua con gases densos fue construido en los talleres de PLAPIQUI sobre un diseño basado en la patente de Jennings et al. (1981). El aparato consta básicamente de un equipo Soxhlet estándar de vidrio colocado dentro de un recipiente cilíndrico de acero, el que permite trabajar a elevadas presiones. Los solventes utilizados fueron CO₂ y propano.

ANÁLISIS QUÍMICOS

En esta parte se realiza una amplia descripción de la caracterización de los aceites y los análisis químicos realizados a las muestras obtenidas con los distintos métodos de extracción. También se presentan los análisis realizados con el fin de determinar la presencia del ácido transretinoico en el aceite de rosa mosqueta.

Caracterización fisicoquímica de los aceites: Las propiedades fisicoquímicas de las grasas y aceites tienen una gran importancia práctica. Muchas de sus aplicaciones técnicas y usos dependen de estas propiedades. Los tratamientos térmicos y físicos, con o sin transformación de fases, son auxiliares de los procesos químicos en la manufactura de los productos grasos comerciales. Los ensayos que se realizaron fueron: índice de refracción, índice de acidez, índice de saponificación e índice de peróxido

Separación e identificación de

los ácidos grasos: para proceder a la separación e identificación de los ácidos grasos se realizó una metilación de las muestras obtenidas y luego fueron analizadas por cromatografía gaseosa (CG) y por espectrometría de masa. Con la CG es posible identificar ácidos grasos solo con los tiempos de retención, pero si la CG se usa en combinación con derivatización y degradación química o procedimientos espectroscópicos, especialmente espectrometría de masa es un método poderoso de caracterización.

Determinación de la presencia de ácido transretinoico: en los últimos años se ha estudiado intensamente la composición y aplicación del ARM, atribuyéndole importantes propiedades terapéuticas, lo que genera un potencial mercado de fármacos y cosméticos. Estas propiedades son popularmente atribuidas a la presencia del ácido transretinoico (ATR), tretinoína o vitamina A ácida ($C_{20}H_{28}O_2$) en el aceite. En la búsqueda del ATR en las muestras de aceite se realizaron distintos tipos de análisis: espectrometrías UV y cromatografía en capa delgada usando como estándar ácido transretinoico comercial.

MODELADO TERMODINÁMICO

Los aspectos del modelado termodinámico de la solubilidad a altas presiones se discuten en esta parte. Se presentan las distintas metodologías posibles para su tratamiento y sus limitaciones y se detalla el modelo utilizado en este trabajo.

Las mezclas de aceites o

triglicéridos con solventes tradicionales y con solventes SC se caracterizan por presentar una importante diferencia de tamaño molecular y de volatilidades. Estas asimetrías suelen provocar, en condiciones cercanas a la región crítica del solvente, miscibilidades parciales en la fase líquida, con la consiguiente aparición de tres fases en equilibrio: líquido-líquido-FSC (de la Fuente, 1994).

Se requiere entonces modelar la separación de mezclas complejas, con compuestos de naturaleza química y tamaños disímiles y con comportamientos multifásicos a altas presiones. Asimismo se requiere que los modelos termodinámicos sean capaces de representar la fuerte variación de la densidad del fluido con la temperatura, la presión y la composición.

Los productos naturales, por otra parte, se caracterizan por presentar una gran cantidad de compuestos, lo que hace prácticamente inviable la aplicación de modelos termodinámicos de naturaleza molecular, por la necesidad de obtener información (rara vez accesible en la literatura) sobre propiedades físicas de una gran cantidad de compuestos puros.

Los modelos a contribución grupal para el cálculo de propiedades de equilibrio entre fases resultan particularmente atractivos porque permiten predecir propiedades de mezclas para las cuales no existe información experimental.

Utilizando la metodología de parametrización para los términos repulsivo y atractivo, es posible obtener un conjunto de parámetros característicos de las mezclas de

triglicéridos y aceites naturales con FSC. Con este conjunto de parámetros, la ecuación GC-EOS es capaz de predecir satisfactoriamente las condiciones de equilibrio multifásico que se presenta en estos sistemas.

CONCLUSIONES

El conocimiento del comportamiento de fase de una sustancia es un ítem básico de información para analizar y diseñar en forma adecuada un procedimiento de extracción. En este trabajo de tesis se investigó la solubilidad de ARM en CO₂ denso, en un rango de presiones desde 100 a 400 bar y de temperaturas entre 293 a 323 K. Se obtuvieron datos de solubilidad no existentes en la bibliografía para este producto natural. Los resultados obtenidos muestran que la solubilidad del ARM presenta un comportamiento similar al de otros aceites estudiados en la literatura (Stahl, 1987), en el rango de presiones y temperaturas cubiertos en este trabajo.

Siempre resulta conveniente que los resultados experimentales estén acompañados por un modelo teórico del comportamiento de la materia, a fin de que los datos puedan ser interpolados y/o extrapolados a otras condiciones de proceso. Para reproducir los datos de solubilidad del ARM en CO₂ supercrítico se utilizó la ecuación GC-EOS, que es un modelo capaz de predecir satisfactoriamente las condiciones de equilibrio multifásico que se presenta en los sistemas estudiados.

Se pudo observar que se logra

predecir el entrecruzamiento de las isothermas de solubilidad en la región de presiones correctas y que se logra asimismo una aceptable predicción de las solubilidades hasta los 300 bar, límite máximo de aplicación recomendado (Skjold, 1984).

Otro de los objetivos propuestos en esta tesis fue la comparación entre los métodos tradicionales de extracción del aceite y los métodos de extracción supercrítica.

Se pudo observar que el hexano utilizado en el método de extracción tradicional presenta una mayor capacidad solvente que los gases densos. El propano mostró una capacidad solvente muy superior al CO₂, lo que lo convierte en un solvente muy atractivo para la extracción de ARM. Este solvente es considerado como uno de los solventes adecuados para los procesos de extracción, siempre que se lo aplique bajo correctas condiciones de procesamiento ("good manufacturing practice") (Sanders, 1993). Comparado con el hexano, permite efectuar extracciones a bajas temperaturas y su volatilidad facilita su eliminación del extracto.

No obstante desde el punto de vista de la seguridad del consumidor, el CO₂ sigue siendo el solvente por excelencia, por sus características de ser un compuesto no tóxico, no explosivo, no combustible inodoro, insípido y barato.

Teniendo en cuenta la baja solubilidad del ARM en CO₂ supercrítico, un camino alternativo que vale la pena explorar para la obtención de un producto que cumpla con las crecientes exigencias de

A. B. Marchiaro: Resumen de Tesis

calidad, sería efectuar una extracción tradicional con hexano y purificar el extracto empleando CO₂ supercrítico para eliminar el solvente y los productos residuales.

Al aceite obtenido a través de los métodos de extracción estudiados se le realizaron distintos tipos de análisis fisicoquímicos y se observó que no presentan diferencias apreciables en la composición de ácidos grasos y en las características generales analizadas.

Algunos de los análisis realizados estuvieron destinados a determinar la presencia de ATR en el aceite de rosa mosqueta, ninguno de los cuales arrojó un resultado positivo.

BIBLIOGRAFÍA

- de la Fuente, J., Mabe, G., Brignole E. & Bottini, S. 1994. Fluid Phase Equilibria. **101**: 247-257.
- Jennings, W. G., Wohleb, R. H. & Wohlers, R. H. 1981. High Pressure Soxhlet Extractor U. S. Patent 4,265,860.
- Sanders, N. 1993. Food legislation and the scope for increased use of near-critical fluid extraction operations in the food, flavoring and pharmaceutical industries. En King M.B. y Bott T.R. (eds) Extraction of natural products using near-critical solvents. Chapman & Hall. Glasgow.
- Skjold, J. 1984. Gas solubility calculations II. Application of a new group contribution equation of state. Fluid Phase Equilibria **16**: 317-353.
- Stahl, E., Quirin, K. W. & Gerard, D. 1987. Dense gases for extraction and refining.