

# Naturalia

ISSN 0327-8050  
ISSN 0327-5272

## Patagónica

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

VOLUMEN 6: 2012 – 2013



Dr. Eduardo A. Musacchio†

## **NATURALIA PATAGONICA**

### **Volumen 6 – 2012 – 2013**

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

#### **Director**

Dr. Miguel A. Bertolami<sup>†</sup> / Dr. Osvaldo L. Córdoba

#### **Secretaria de Redacción**

Dra. María Luján Flores

#### **Editor**

Dra. Mónica L. Freile

#### **Tesorero**

Dra. Sandra M. Feijóo

#### **Comité Editor**

Dra. Mónica Casarosa  
Dr. Osvaldo L. Córdoba  
Dra. Adriana M. Nillni  
Lic. María R. Carballo  
Dra. Nerina Iantanos

#### **Evaluadores**

Dr. Lorenzen Sievert  
Dra. Estela Lopretto  
Dra. Marta Collantes  
Dr. Fernando Novas  
Dr. Néstor J. Cazzaniga  
Dra Susana Inés Bezzi  
Dr. Juan Carlos Mallo  
Dr. Carlos Passera  
Dr. Gabriel Oliva  
Dr. Juan Manuel Sayago  
Ing. Agr. Antonio D. Dalmaso  
Dr. Eduardo Vallarino  
Dr. Leonardo Salgado  
Dra. Graciela Ferraro  
Dra. Mirta Arriaga  
Dra. Claudia Anesini  
Dra. Martha Gattuso  
Dra. Susana Gattuso  
Dra. Cristina de Villalobos

Dr. Carlos Arturo Stortz  
Dr. Diego Pol  
Dr. Daniel Delamo  
Dra. Ana María Giuliatti  
Dra. Isabel Moreno Castillo  
Dra. Ana Salazar  
Dra. Laura Beatriz López  
Dra. Mirta E. Valencia  
Dra. Milka Brodtkorb  
Dr. Arturo Tabeada  
Lic. Gabriel M. Martín  
Dr. Marcelo F. Tejedor  
Dra. Alicia Boraso  
Dra. María Cecilia Rodríguez  
Dr. Eduardo A. Musacchio<sup>†</sup>  
Dra. Nilda Weiler  
Dra. Ana M. Srur  
Dr. Raúl A. C. González  
Prof. Fernando Videla

Dra. Julieta Gomez Otero  
Dra. Teresita Montenegro

## EDITORIAL

Con este ejemplar, se realiza la entrega de un nuevo número de nuestra revista *Naturalia Patagónica*, correspondiente al Sexto Volumen desde el relanzamiento realizado en el año 2002. Comprende artículos vinculados a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y a la Institución en su conjunto, destacando resultados de actividades de investigación de impacto regional.

Se ha considerado además como en los volúmenes anteriores, la inclusión de resúmenes expandidos de tesis de postgrados obtenidos por docentes-investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia, que han querido compartir su trabajo mediante esta publicación.

Es de destacar que la presente edición se realiza luego del arbitraje correspondiente de los manuscritos sometidos para su publicación, con la intención de sostener nuestra presencia en forma continua y a la vez calificada por los evaluadores que gentilmente contribuyen en forma desinteresada con nuestra revista, convencidos de la importancia de una revista regional, que constituye uno de los aspectos más destacados para realizar una devolución a la comunidad en la que estamos inmersos.

Agradecemos nuevamente el apoyo económico de la Facultad de Ciencias Naturales, de ADU (Gremio Docente Universitario) y de la Secretaría de Extensión de la UNPSJB.

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 de la región, invitando además a otros autores al envío de su producción para futuras publicaciones que de esa forma contribuyan al crecimiento y consideración general de la revista.

Queremos mencionar también que debido a circunstancias que hicieron humanamente imposible concretar la edición con anterioridad, se ha producido esta vez una demora, por lo vayan nuestras disculpas a quienes confiaron y confían en la Revista y que han sabido comprender y esperar. A todos les decimos gracias y seguiremos adelante, trabajando en la construcción de este recurso valioso y reconocido en el ámbito científico con que cuenta la Facultad de Ciencias Naturales.

*Dedicamos este número como un recordatorio a la memoria de quién dejó una huella en nuestra Institución y entre quienes tuvimos oportunidad de compartir momentos con él, tanto humana como profesionalmente, el Dr. Eduardo Musacchio Q.E.P.D. (1940-2011), Prof. Emérito de la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB), en el tercer año de su partida.*

*Un saludo especial a sus familiares, amigos y colegas.*

Y para él, agregamos simplemente:

*“Ud. fue y seguirá siendo un pequeño muy grande, hasta siempre querido Doctor!”*

*Dedicamos también este número como un recordatorio a la memoria de quién fue el Director de la Revista y trabajó incansablemente con optimismo para que este recurso continuara disponible, el Dr. Miguel Angel Bertolami Q.E.P.D. (1956-2013), Prof. de la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB), en el primer año de su partida.*

*Un saludo especial a sus familiares, amigos y colegas.*

Y para él:

*“Miguel, seguís con nosotros, hasta siempre querido amigo!*

Dirección, Secretaría y Comité Editorial de *Naturalia Patagónica*

## CONTENIDO

### ARTICULO SOLICITADO POR INVITACION.

Musacchio<sup>†</sup>, Eduardo A. La Argumentación en las Geociencias..... 1-19

### ARTICULOS CIENTIFICOS.

Mendos, M.G., Bertolami<sup>†</sup>, M.A. & Prez, H. Caracterización de ambientes halófitos y su respuesta espectral en el SE de Chubut. .... 20-27

Rosa, S. Carstens, M.R., Púrpura, R., Arrúa Day, P., Galvagno, M. A., Vélez, C., Rost, E. Caracterización de traustoquitridios (Labyrinthulomycetes, Heterokonta) de zonas del litoral del Golfo San Jorge sometidas a contaminación por hidrocarburos..... 28-36

Nillni, A. Elementos traza en cuarzo y fluorita de los depósitos epitermales del sector oriental del Macizo del Deseado..... 37-49

Pérez, L.B., Santinelli, N., Sastre, V., Pérez, A.A., Peralta, R., Bergalio, M. Morfología y presencia estacional de *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech en estaciones costeras del Golfo San Jorge (Patagonia, Argentina). .... 50-60

### NOTAS CORTAS.

Perez, C.H.F. Nueva cita de *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* Burkart (Fabaceae: Mimosoideae) en la provincia de Río Negro. .... 61-63

Punta, G. Registro de yuncos magallánicos en aguas costeras del norte del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina, (aves: Pelecanoididae). .... 64-65

### TESIS DE DOCTORADO DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO (2010-2012).

Adrián Javier Acuña. Biodegradación de Hidrocarburos en Modelos con Déficit de Nitrógeno..... 66-67

Marta Susana Díaz. Un estudio cinético y mecanístico sobre la fotooxidación sensibilizada de compuestos de importancia biológica: Hormonas y Drogas Sulfa. .... 68-71

Adelaida Ávila. Preparación de materiales biocompuestos a partir de quitosano. Estudios de aplicación. 72-74

Norma Herminia Santinelli. Fitoplancton de un ambiente costero sometido a perturbación antrópica: Bahía Nueva, provincia de Chubut..... 75-77

### TESIS DE MAESTRIA DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO (2010-2012).

Roberto Carlos Cerda. Estudio de la composición bioquímica e interrelaciones metabólicas durante el ciclo biológico de *Anasterias minuta* (Perrier 1875). .... 78-80

Paula Sánchez Thevenet. Bioética y Ciencias de la Vida: dimensiones y aproximación a la realidad desde Patagonia (Argentina). .... 81-83

Mirtha Adriana González. Dinámica poblacional de *Balanus glandula* en Punta Marqués, Chubut. .... 84-86

## CONTENTS

### REVIEW

Musacchio<sup>†</sup>, Eduardo A. Argumentation in Earth Sciences..... 1-19

### RESEARCH ARTICLES

Mendos, M.G., Bertolami<sup>†</sup>, M.A. & Prez, H. Characterization of halophytes ambient and their spectral answer in the SE of Chubut. .... 20-27

Rosa, S. Carstens, M.R., Púrpura, R., Arrúa Day, P., Galvagno, M. A., Vélez, C., Rost, E. Characterization Of Thraustochytrids (Labyrinthulomycetes, Heterokonta) from San Jorge Gulf Coast Areas Subject to Oil Contamination. .... 28-36

Nillni, A. Trace Elements in Quartz And Fluorite of the Epithermal Deposits, Eastern Sector of Deseado Massif..... 37-49

Pérez, L.B., Santinelli, N., Sastre, V., Pérez, A.A., Peralta, R., Bergalio, M. Morphology and Seasonal Presence of *Alexandrium Tamarense* (Lebour) Balech in Coastal Stations of San Jorge Gulf (Patagonia, Argentina)..... 50-60

### SHORT NOTES

Perez, C.H.F. New record of *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* Burkart (Fabaceae: Mimosoideae) in Río Negro province..... 61-63

Punta, G. Magellanic Diving-Petrels recorded on coastal waters at the north of the San Jorge Gulf, Chubut, Argentina (Aves: Pelecanoididae)..... 64-65

### THESIS (DOCTOR DEGREE) OF RESEARCH OF THE FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO.

Adrián Javier Acuña. Biodegradación de Hidrocarburos en Modelos con Déficit de Nitrógeno..... 66-67

Marta Susana Díaz. Un estudio cinético y mecanístico sobre la fotooxidación sensibilizada de compuestos de importancia biológica: Hormonas y Drogas Sulfa. .... 68-71

Adelaida Ávila. Preparación de materiales biocompuestos a partir de quitosano. Estudios de aplicación. 72-74

Norma Herminia Santinelli. Fitoplancton de un ambiente costero sometido a perturbación antrópica: Bahía Nueva, provincia de Chubut..... 75-77

### THESIS (MASTER DEGREE) OF RESEARCH OF THE FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO.

Roberto Carlos Cerda. Estudio de la composición bioquímica e interrelaciones metabólicas durante el ciclo biológico de *Anasterias minuta* (Perrier 1875)..... 78-80

Paula Sánchez Thevenet. Bioética y Ciencias de la Vida: dimensiones y aproximación a la realidad desde Patagonia (Argentina). .... 81-83

Mirtha Adriana González. Dinámica poblacional de *Balanus glandula* en Punta Marqués, Chubut.....84-86

**Artículo de revisión**

**LA ARGUMENTACIÓN EN LAS GEOCIENCIAS**

**Argumentation in Earth Sciences**

**Eduardo A. Musacchio<sup>†</sup>**

Laboratorio de Bioestratigrafía – FCN - UNPSJB, Ciudad Universitaria, Comodoro Rivadavia (9000), Chubut, Argentina. Email: [emusacchio@yahoo.com](mailto:emusacchio@yahoo.com)

**RESUMEN**

Los razonamientos que permiten sustentar enunciados y regularidades o procurar explicaciones en ciencias fácticas, poseen atributos diferentes de aquellos comúnmente empleados en ciencias formales, jurídicas o sociales. En ciencias naturales, y entre éstas las geociencias, aquellas entidades que participan en las demostraciones (unidades corpóreas, referentes, términos y casos) permiten construir un discurso argumental que debe sostenerse en razonamientos coherentes entre sí. Éstos enlazan premisas y datos con conclusiones, sustanciados por algún tipo de contrastación empírica. Tal modo de argumentar prevalece al acuerdo ocasional obtenido en el marco de una comunidad disciplinaria determinada.

**ABSTRACT**

In factual sciences, arguments substantiating laws and theories, or supporting statements and explanations, have different attributes from those commonly used in the Formal, Juridical and Social Sciences. In Natural Sciences, and Earth Sciences are not excepted, those entities participating in the demonstrations (corporeal units, referents, terms and cases) build up a formal discourse that should be held with a coherent reasoning. The argument linking assumptions and data with conclusions must be substantiated by some kind of empirical control. This way of arguing prevails over any occasionally agreement obtained in the context of a particular disciplinary community.

## I. INTRODUCCIÓN

Para entender cómo los geólogos construyen sus conocimientos, el modo en que explican el significado que albergan rocas, fósiles o paisajes geográficos determinados, y de qué manera sustentan sus convicciones, parece útil contar al menos con tres aportes diferentes para armar un mapa de situación. Estos materiales son proporcionados desde tres miradores o perspectivas diferentes que pueden denominarse “retrospectiva”, “epistemológica” y “sociológica”.

La primera es responsable de un núcleo teórico básico conformado por contribuciones fundacionales para la disciplina. Entre estos referentes históricos se destacan los anticipos de Avicena en el Siglo XI (Al-Rawi, 2003) para elaborar una teoría naturalista sobre la evolución cortical, las tres reglas básicas de la estratigrafía según Steno (cf. Vai, 2006), y las argumentaciones de Hutton, 1795a y 1795b, 1899) que permitieron consolidar la teoría de la evolución cortical como producto de procesos naturales. Este bagaje de principios y nociones básicas, vigente dentro de la disciplina con muy pocos retoques, tiene relevancia cuando se proponen hipótesis, cuando se diseñan estrategias de investigación para ponerlas a prueba y cuando se elaboran “aproximaciones sucesivas” o subsiguientes sobre logros alcanzados.

Los emprendimientos arriba anotados se desenvuelven dentro de un marco epistemológico distintivo que caracteriza las ciencias de la Tierra y que parece también necesario examinar en el presente artículo. Disciplinas tales como la geología histórica, la paleobiología o el análisis de cuencas sedimentarias, procuran argumentos propios, sin optar por reducciones a la física o la química, dando cuenta de la singularidad del proceso evolutivo del planeta Tierra en el marco del denominado tiempo geológico. Con estas peculiaridades se adoptan en las geociencias hábitos de inferencia para ampliar los saberes, siempre en construcción, y estructuras formales de validación para justificar la coherencia interna que exhibe el andamiaje del conocimiento incorporado.

Finalmente, y ahora desde una perspectiva biopolítica, es creciente la necesidad de dar respuestas a la disponibilidad de recursos que permiten sustentar la sociedad del *Homo sapiens* y al mantenimiento de las condiciones del entorno que aseguren su supervivencia. En esta tarea de búsqueda y uso adecuado de recursos para la sociedad humana trabajan geólogos expertos en diferentes especialidades, quienes

deben elaborar y argumentar sus propuestas a la sociedad para mantener, en el tiempo, el equilibrio de la especie y su cultura.

El ensamble resultante entre aspectos históricos, epistemológicos y aplicados no puede presentarse en forma lineal o secuencial pues, como se adelantó, las partes se elucidan recíprocamente conformando interacciones o interdependencias. En el apartado IV se presentan algunos casos de interés general, o bien regional, en los que el lector advertirá la trama mencionada. En dos artículos previos publicados por *Naturalia Patagónica* (Musacchio 2008, 2009), los que con el presente integran un tríptico dedicado a la filosofía de las geociencias, se incluyen algunos casos que introducen argumentaciones con interés para el presente y serán adicionalmente mencionados. Las preguntas sobre lo que ocurrió en la corteza terrestre y los procesos que dan cuenta del fenómeno de cambio permanente que la afecta, han tenido respuestas no siempre compartidas por geólogos pertenecientes a diferentes épocas y escuelas. Aquí surge la problemática que plantea, por un lado, la distinción entre conocimientos coherentes por su correspondencia con los testimonios o referentes externos al geólogo, o bien aquellos otros a los que una comunidad -acotada dentro de su época y el diseño social del que forma parte- le otorga su acreditación. Estas dos narraciones no son, muchas veces, armónicas entre sí.

Al agradecer a la Editorial de *Naturalia Patagónica* la posibilidad de publicar el tríptico arriba mencionado, el autor hace extensivo su reconocimiento a las Dras. Patricia Vallati y Margarita Simeoni (Laboratorio de Bioestratigrafía de la UNPSJB) por la lectura crítica del manuscrito.

## II. MÉTODOS

El presente artículo no trata sobre “lo que hay” en geología sino sobre “lo que los geólogos dicen que hay”. Los materiales que dan forma a nociones aludidas en la Introducción (I) no son entonces entidades corpóreas sino conceptuales. El método seguido en esta contribución, antes que hacer una exposición lineal de tópicos, se parece a la manera según la cual razonan y argumentan los geólogos; modalidad ésta en la que tiene relevancia la elucidación recíproca de las partes que interactúan. Así por ejemplo, la tarea de la correlación estratigráfica es precedida, históricamente, por la adopción de los enunciados básicos que regulan la disciplina Geología Histórica. Por su parte, dicho

componente histórico no puede ser valorado sin tener en cuenta los atributos epistemológicos que permiten comprender la naturaleza de las entidades litológicas y las crono/estratigráficas que substancian las correlaciones. Al mismo tiempo, debe admitirse que las entidades crono-estratigráficas están ligadas a la Escala Estratigráfica Internacional, la que es adoptada convencionalmente sobre la base de “estratos-tipo” por la comunidad geológica.

La relación partes/todo en la exposición de una teoría sobre la evolución de la corteza terrestre a través del tiempo geológico debe mostrar algunas semejanzas metodológicas, en cuanto a las interdependencias entre las partes, con las anotadas por Kant para su obra mayor (*Crítica Kant*, 1887):

*“He aquí un tal plan, plan que sigue a la obra acabada, un plan que puede ser trazado ahora según el método analítico, ya que la obra misma debió ser compuesta enteramente según el modo sintético de exposición, para que la ciencia pusiese a la vista todas sus articulaciones en sus conexiones naturales, como la estructura orgánica de una facultad completa y particular de conocimiento”* (Kant, 1783; *Prolegómenos*: pág. 37).

La aproximación dialéctica entendida como el progreso resultante de una contienda entre oponentes se desvanece como método de trabajo, al menos para la presente nota, al examinar en detalle algunos debates históricos. Tal es el caso de dos supuestas controversias dentro de las geociencias durante el siglo XIX: “catastrofismo” vs. “actualismo” y “evolución biológica discreta” vs. “evolución gradual”. Los cambios evolutivos que documentan los geólogos y paleontólogos son de origen polinómico y aquella oposición no tiene lugar en la naturaleza sino en la mente de algunos de los participantes en la disputa. Por otro lado, la red de acciones que generan nuevos conocimientos deviene en forma imprevisible, sin meta final.

Entre las diferentes acepciones de la hermenéutica (cf. Gadamer, 1975) parece importante en geociencias aquella aproximación que indaga los aspectos culturales que dieron marco, como en nuestro caso, a teorías fundacionales. En particular, para comprender debates históricos acotados en el tiempo como los recién mencionados. Por ejemplo, permitirían comprender por qué Avicena (980 -1037), quien forma parte del sistema político/religioso de su época, debe admitir la presencia de un ser supremo detrás de los procesos naturales (Al-Rawi, 2003), esto último sin correspondencia con el principio naturalista que postula. O bien por

qué la teoría naturalista de Hutton fué denominada por otros como: “actualismo”. El autor mencionado, como también Lyell, admitían la acción de procesos catastróficos durante la evolución cortical (1\* ver: Discusión)

Está fuera del propósito del presente artículo analizar las diferencias entre la denominada “circularidad hermenéutica” (Frodeman, 1995; Miall y Miall, 2004) y la denominada “elucidación recíproca” que resulta del control mutuo que se obtiene contrastando las partes. No obstante, resulta de interés para este tema revisar algunas aproximaciones seguidas en el período fundacional. Por ejemplo, la búsqueda motivada de afloramientos esclarecedores por parte de Hutton (ver abajo) con el propósito de argumentar la teoría “actualista”. Su narración misma parece indicar que su estrategia de campo estaba dirigida a documentar, en forma precisa, aquello que había sido previamente concebido.

Queda finalmente la pregunta de si es posible aplicar en geociencias el método fenomenológico que trae Husserl, para evitar preconceptos o, en sentido más amplio, para escapar de una metafísica que no permite repensar las particularidades. La respuesta parece no solo afirmativa sino que aquella aproximación es necesaria, aunque está fuera del propósito de este artículo el abordaje de sus inevitables limitaciones. Es que la riqueza de los materiales disponibles en las ciencias de la Tierra para alimentar la teoría del conocimiento y metodología, como disciplinas gnoseológicas, merece un tratamiento de gran alcance (cf. Frodeman, 1995 y Miall y Miall, 2004). Cabe solo consignar que en las ciencias de la Tierra se pueden reconocer algunos atributos propios de otras ciencias de índole nomológico-deductivas. A la vez, hay caracteres compartidos con las disciplinas históricas, tales como es la unicidad o la irreversibilidad de procesos. Esta singularidad de su campo de estudio, tiene que ver con la noción propia del denominado tiempo geológico (cf. Cassirer, 1983).

### III. ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS

Al cotejar demostraciones empleadas en disciplinas caracterizadas por contenidos y lenguajes poco compatibles entre sí se advierten diferencias, tanto en las fuentes y la naturaleza de los conocimientos respectivos, como en las argumentaciones empleadas para sustentar sus construcciones, su justificación o su validación. Así, en los campos mayores del conocimiento

propio de las ciencias jurídicas, las formales, las naturales o las sociales, se advierte que las entidades constitutivas de los razonamientos respectivos sustentan arquitecturas diferentes. En las Ciencias Formales, por ej. Matemáticas, donde no es necesaria una fuente ligada a la experiencia externa para la producción de conocimientos, es relevante la concepción axiomática (cf. Cassini, 2006). A partir de principios universales, estos saberes “puros” (siguiendo a Kant, 1787 en su *Estética Transcendental*) resultan ampliados mediante juicios sintéticos *a priori*, de los que resultan conclusiones necesarias, sin el auxilio de la experiencia. En las Ciencias Normativo-Jurídicas parece importante revisar algunos determinantes axiológicos que sobrepujan la normativa (cf. von Wright, 1951, 1970, Alexy, 1983). En las Ciencias Sociales, el acuerdo social parece formar parte del proceso de acreditación de los conocimientos (cf. Perelman y Olbrechts-Tyteca, 1989, Groarke, 1999, van Eemeren y otros, 2006, Toulmin, 2007). En las Ciencias Naturales los saberes son adquiridos en contacto con la experiencia y resultan siempre provisorios. Es que el razonamiento inductivo, que permite construir premisas, no da certezas a los juicios formulados *a posteriori*. Las predicciones deben, inevitablemente, ser contrastadas empíricamente (cf. Hume, 1748; Kant, 1787: 50). En adición, los acuerdos establecidos por las comunidades científicas, y la sociedad en sentido amplio, pierden relevancia en el tiempo. Buenos ejemplos para esta última aseveración son el crédito otorgado por los naturalistas de occidente, renuentes a abandonar los magníficos palacios intelectuales legados por Aristóteles y Platón durante centurias, a teorías como la geocéntrica en física, o la pre-evolucionista en biología y geociencias. Esta última sostenía la permanencia en el tiempo de las “especies” biológicas y de la distribución de áreas continentales y oceánicas. En ciencias naturales, finalmente, los aspectos morales no participan en las concepciones teóricas, aún cuando la ética desempeña un rol relevante en los procedimientos y las aplicaciones sociales de la ciencia.

Las diferentes estrategias de razonamiento en ciencias han dado lugar a teorías lógicas que controlan la consistencia de las demostraciones. Para mejor comprender las diferencias que caracterizan a las disciplinas fácticas, dentro de las denominadas ciencias naturales, parece necesario distinguir entre “lo que hay”, con prescindencia de los científicos, y lo que “la ciencia dice que hay”. Esta distinción se relaciona con marcadores epistémicos a tener en cuenta.

La parte que sigue respeta un orden que trata de conciliar aspectos históricos con epistemológicos. En primer lugar, corresponde abrir con el “diálogo inicial” marcado por la reflexión sobre las premisas o puntos de partida fundacionales que permiten reconocer referentes y otorgarles significado. Luego viene el planteamiento mismo de los casos donde esos testimonios geológicos son descifrados. Las “aproximaciones sucesivas” son respuestas a hipótesis e inferencias que se suceden, sin término. Se trata de poner foco en los instrumentos con los que justifican las argumentaciones que se procuran. Para esta tarea se han escogido algunos ejemplos representativos según se detallan a continuación:

#### IV. MATERIALES

##### Casos de Argumentación:

##### IV.a. El “diálogo inicial”

IV.a.1. El significado de una discordancia angular según Hutton

IV.a.2. El lenguaje gráfico en geología

IV.a.3. El Templo de Serapis y los movimientos relativos del nivel del mar

##### IV.b. Las “aproximaciones sucesivas”

IV.b.1. “Bradisismici” en Campi-Flegrei

IV.b.2. La regresión del Barremiano-Aptiano en la Cuenca Neuquina

IV.b.3. Relaciones estratigráficas del Complejo de la Sierra de Olte

##### IV.a El “diálogo inicial”

Los geólogos disponen de un cuerpo de enunciados básicos que les permite seleccionar y otorgar significados a las experiencias sensibles, como así también reconocer y ordenar referentes; por ejemplo, clasificar una sucesión de rocas estratificadas en entidades lito-estratigráficas y diseñar la arquitectura que las mismas conforman en el espacio. El “actualismo” puede considerarse el principio rector o fundamental para las geociencias al proporcionar los instrumentos conceptuales para las tareas recién anotadas. Consustanciado con estas nociones, el denominado tiempo geológico (o “tiempo profundo” siguiendo a Hutton, 1795a) desempeña un rol esencial para comprender el proceso de cambio cortical.

En el presente apartado se pasará una breve revista a dos ejemplos fundacionales debidos, respectivamente, a Hutton (Edimburgo, 1725-1797) y Lyell (Escocia, 1797-1875). Estos ejemplos muestran cómo se tratan algunos referentes que permiten descifrar el pasado y

cómo se argumenta en el marco de los principios básicos arriba mencionados. Corresponde incluir también dentro del mismo apartado, el aporte proporcionado por dos prácticas de campo, útiles en la formulación de “aproximaciones sucesivas” que facilitan explicaciones avanzadas. Estas son el carteo geológico y el levantamiento a escala de columnas estratigráficas

#### IV.a.1. El significado de una discordancia angular según Hutton.

En el Siglo XI Avicena anticipa conceptos y nociones teóricas que hoy resultan relevantes en geología histórica (cf. Al-Rawi, 2003, y bibliografía allí citada). Junto a la noción de superposición estratigráfica, este pensador reconoce la acción independiente de diferentes factores responsables del ascenso y del tallado de las montañas, en los que la noción de ciclo geológico es asimismo esbozada. Este antecedente relevante no desmerece el aporte de Hutton, 1975a, quien argumentó con claridad la génesis de diferentes procesos. Entre estos, el caso de las discordancias angulares (*unconformities*) documentadas por evidencias contrastables en las exposiciones de Escocia, entre otras.

En Siccar Point (**Figura 1**), las areniscas rojas devónicas de origen fluvial del denominado “*Old Red Sandstone*” se superponen, mediante una superficie algo irregular que forma un cierto ángulo (discordancia angular o *unconformity*) a otros estratos verticales, marinos, del Silúrico Inferior (*Lower Silurian*). Entre ambas entidades o grupos de estratos yacentes con ángulos diferentes entre sí, se interpreta que tuvo lugar un proceso geológico de denudación o tallado del relieve pre-existente de muy larga duración en el tiempo (Hutton hablaba del “tiempo profundo”) durante el cual ocurrieron acciones como las que se listan a continuación:

- Depositación subhorizontal de estratos antiguos (del Silúrico) en un ambiente marino según lo evidencian sus fósiles.
- Deformación tectónica (plegamiento) producida por un proceso formador de una montaña que los colocará en posiciones diferentes (subverticales, en el caso de la ilustración).
- Tallado del relieve que se produce sobre la antigua montaña recientemente levantada.
- Depositación horizontal posterior de las areniscas rojas suprayacentes (del Devónico).
- Nueva inclinación, que registrará el par de formaciones discordantes entre sí, ocasionada por un nuevo tectonismo.

El siguiente es un argumento frecuentemente adoptado para casos similares conocidos:

- Hutton reconoce la importancia que implica la presencia de fragmentos de rocas (fenoclastos) silúricas dentro de las capas rojas suprayacentes (**p**).
- Estos fragmentos son indicadores de la exposición y remoción del sustrato antiguo, los que van a quedar depositados sobre el espacio tallado por erosión (**q**), juntamente con otros detritos, con los que van a constituir la “vieja arenisca roja”.

Este argumento puede ser expuesto del modo siguiente: **p** → **q**.

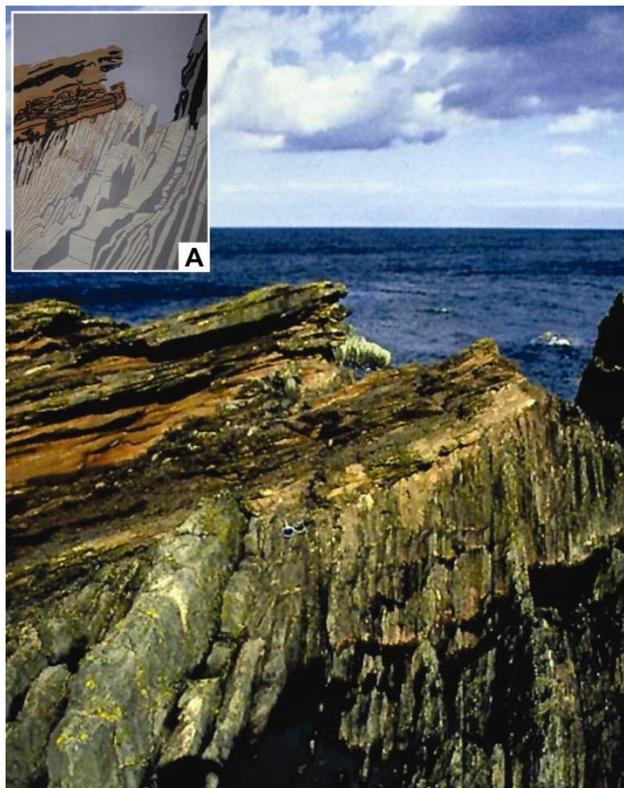
Con una manera semejante de argumentar, Hutton sostiene que los estratos silúricos han sido deformados respecto de su situación de horizontalidad inicial por una orogénesis para luego ser denudados. La superficie de contacto entre las dos formaciones se denomina *unconformity* (o discordancia angular).

En el presente no hay más debate sobre el núcleo estable de la teoría “actualista” de Hutton sobre cómo se forman las montañas mediante procesos naturales a través del “tiempo profundo”. La “pista” conducente a esta última calificación sobre la magnitud del tiempo implícito en el proceso le fue sugerida a Hutton por viejas pictografías en las que no se observaban cambios substanciales del mismo paisaje desplegado a su vista (cf. Figs. XX). De tal modo, y acertadamente, debió admitir una diferencia relevante entre tiempo histórico y el tiempo geológico en términos de su duración.

De este modo se puede decir:

Si el principio del “actualismo” (**p**) fuese falso, entonces las discordancias angulares podrían representar un tiempo substancialmente más breve que aquel denominado por Hutton “tiempo profundo” (**q**). Esta aseveración puede ser también formulada del siguiente modo:

$$\neg p \rightarrow \neg q.$$



**Figura 1.** Discordancia angular en Siccar Point, Escocia. Una localidad clásica en Geología desde Hutton, 1975b. Foto de Jim Talbot WWU e impresión de lino de Jean Slee-Smith (A).

#### IV.a.2. El lenguaje gráfico en geología.

La tradición metodológica dispone de algunas estrategias para la aproximación básica, las que se pueden calificar de “neutrales” de carga teórica, sobre todo en una etapa inicial de la exploración geológica. Entre éstas el carteo geológico (Archambault, 1970) y los perfiles estratigráficos columnares. En geología aplicada más reciente, los registros del subsuelo (*logs*) para conocer la columna estratigráfica (cf. Bigelow, 1987), o la prospección sísmica que revela la arquitectura de las rocas en el subsuelo (Yilmaz, 2000), que aportan información básica para la exploración de una cuenca sedimentaria productiva.

En un trabajo dedicado a la lógica inherente a los mapeos geológicos, Varnes (1974: 3) admite cuatro tipos de atributos acorde con las entidades que figuran en el carteo; estos atributos tiene que ver con el tiempo, con el espacio, con propiedades corpóreas (...*properties of real matters...*) y de relación. Estos atributos no son

co-variantes entre sí y reciben un tratamiento conceptual diferente. Por tal razón, es necesario codificar el significado que se atribuye a las entidades gráficas correspondientes. El mapa geológico del Cerro Rayoso próximo al Paso Huitrín en la Provincia del Neuquén (**Figura 2**) es ilustrativo de lo anterior. La lógica gráfica como instrumento de razonamiento responde entonces a la premisa aceptada sobre el orden de superposición estratigráfica según la Regla de Steno. En el presente caso, la lectura del gráfico conduce al reconocimiento de una estructura anticlinal que pliega estratos de formaciones del Cretácico Inferior depositados en la cuenca mesozoica marina del Neuquén formando un diseño convexo-elipsoidal de los mismos. La codificación gráfica correspondiente a los atributos está reglada por las normas adoptadas en este caso por el Servicio Geológico Nacional (cf. Ramos, 1981: Referencias al mapa geológico adjunto).

Las referencias codificadas corresponden a: tiempo geológico (color), espacio (escala), propiedades corpóreas (entidades litoestratigráficas), relación (símbolos propios para las fallas, pliegues, etc.); en adición el

experto “lee” relaciones en los gráficos tales como: discordancias, que resultan del traslape; pliegues, que resultan del diseño anular; fallas, que son –en muchos casos- exhibidas por supresiones/reapariciones abruptas, etc.).

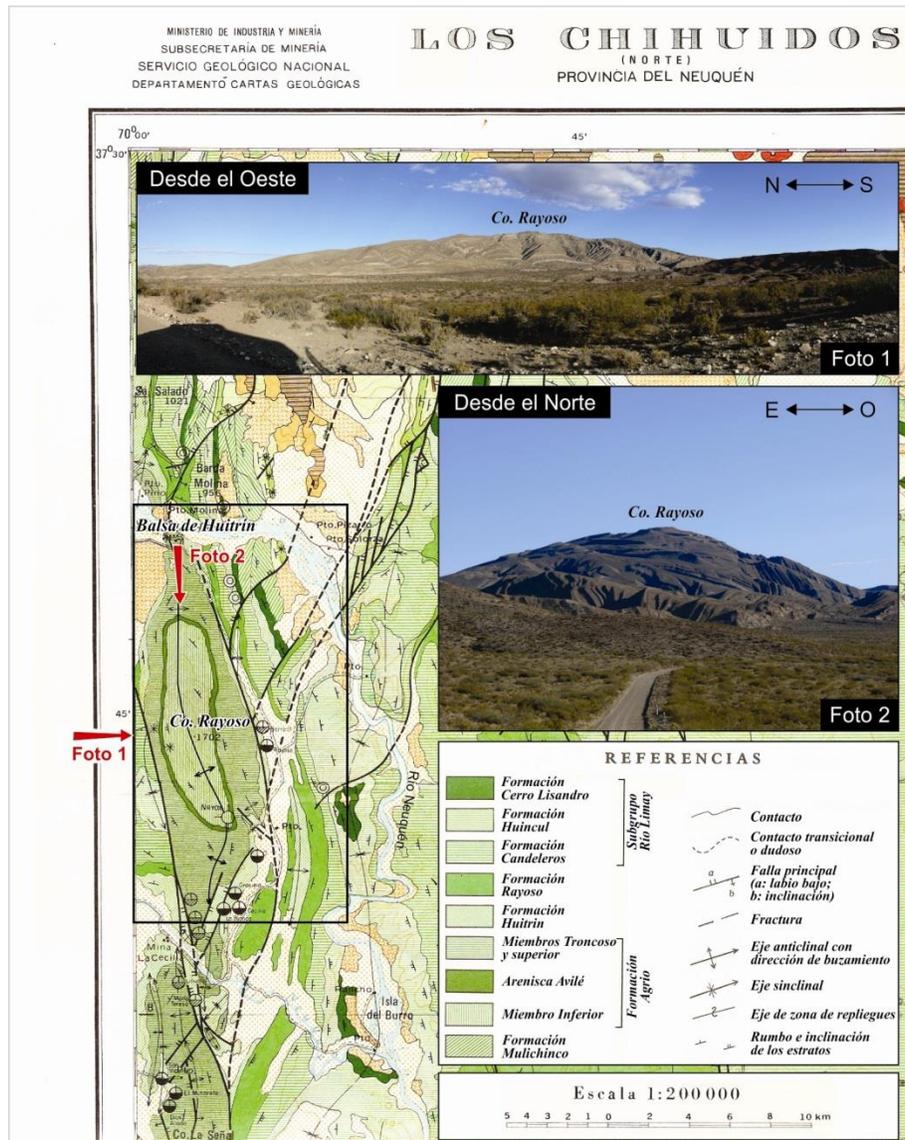


Figura 2. Carteo geológico de la Hoja Geológica 33c en la Provincia del Neuquén (según Ramos, 1981). Adaptación para ilustrar la tríada semiótica según Peirce.

**Semiótica triádica y carteo geológico.** El análisis semiótico que permite la propuesta triádica del signo según Peirce (cf. Marafioti, 2005; ver también bibliografía adicional sobre Peirce en; <http://www.unav.es/gep/>) es fructífero para descifrar el significado que encierran los testimonios pétreos. Los referentes escogidos en las ciencias de la Tierra, sus símbolos y su traducción para quienes están familiarizado con el lenguaje usado en la disciplina, encuentran un lugar apropiado en el marco de esta concepción (cf. Baker, 1999).

Un análisis de la **Figura 2**, ahora en términos de la semiótica triádica, permite comprender la relación procurada entre el término *eje anticlinal*, señalado en las referencias, su *símbolo gráfico*, incorporado por el autor de la Hoja en la figura recuadrada del mapa y el *objeto* corpóreo del Anticlinal C° Rayoso, fotografiado según dos vistas. El símbolo o signo (*representamen*) está para que el lector familiarizado (o *significante*) interprete y traduzca el rol de la estructura anticlinal (*objeto*) en el marco de la geología de la comarca. Esta situación no es de naturaleza diádica (no es sólo un par: símbolo - significante) sino triádica en el sentido de Peirce (signo - objeto - significante). El C° Rayoso es, además, una entidad corpórea, ajena al imaginario de los geólogos.

En el levantamiento de perfiles (*logs*) estratigráficos o en el mapeo geológico, el investigador no tiene cómo anticiparse a los datos y de este modo modificarlos. Una estructura anticlinal, una falla o una discordancia, no percibidas ante la observación directa por la magnitud de su extensión o por la cubierta reciente, surgen sin embargo del carteo cuando se trabaja a escala adecuada. Desde otro mirador disciplinar que el geológico, o desde otra perspectiva que la humana con capacidades semióticas diferentes, estos objetos que los geólogos llaman pliegues, fallas o discordancias, pueden ser descifrados o traducidos de un modo diferente. Lo que las mismas culturas no podrían construir es la entidad corpórea en cuestión, la que seguramente permanecerá en el lugar durante mucho tiempo como testimonio para testar diferentes interpretaciones.

#### **IV.a.3. El Templo de Serapis y los Movimientos relativos del nivel del mar.**

Los cambios relativos del nivel del mar en Pozzuolli, próximo a Nápoles, Italia, impresos en las columnas del templo romano de Serapis, han sido interpretados por Lyell en su obra fundacional *Principles of Geology* (1830-3) en el

marco de la historia sísmico-volcánica del Reciente ocurrida en Campi Flegrei (del griego **Λέγος**, ardiente). La presencia de conchillas fósiles de *Lithodomus lithophagus* (un molusco horadante marino) adheridas a las columnas del templo le permitió deducir a Lyell que, al menos en parte, el templo quedó sumergido debajo del mar circundante en tiempos históricos.

La modalidad invocada por Lyell fue la existencia de hundimientos locales (propios del continente), antes que una oscilación del nivel del mar, no registrada en otros lugares del mediterráneo.

#### **IV.b. Las “aproximaciones sucesivas”**

Las nociones teóricas básicas mencionadas en el “dialogo inicial” pueden aceptarse como un marco de condiciones inherentes a la naturaleza de este campo de estudio. Son previas a la formulación de los casos y necesarias para formular preguntas e hipótesis, fijar objetivos para una investigación, procurar datos informativos, contrastar explicaciones, o adoptar modelos. Estas nociones deberían comportarse con neutralidad en las denominadas “aproximaciones sucesivas” y no influir en las explicaciones que estas procuren.

La disponibilidad de un cuerpo mínimo de premisas aceptadas como válidas posibilita el uso de estrategias de inferencia como la *abducción*, o mejor su variante la *retroducción* en el sentido de Peirce (antol. 1997; pág. 56, tópico 68), la que admite -“...la adopción provisional de una hipótesis, porque toda posible consecuencia de ella es pasible de verificación experimental, de modo que la aplicación perseverante del mismo método puede esperarse que evidencia su discordancia con los hechos, si se da tal discordancia...” . Las posibilidades de la abducción, como estrategia de inferencia que surge al formular, tentativamente, un silogismo incompleto es una tarea habitual de los geólogos (aunque no hayan leído a Peirce) para establecer aquellos nexos. Como el mismo Peirce admite, la inferencia abductiva promete pero no asegura. De este modo se construyen hipótesis de trabajo, las que deberán ser testadas y argumentadas ahora en un lenguaje lógico. Comprobaciones empíricas repetidas de estas argumentaciones permitirán construir una propuesta coherente. Aún así Hume (1784) ha enseñado que la confirmación repetida de experiencias no justifica el nexo causal que el significante cree advertir para el caso.

Las aproximaciones subsiguientes son entonces una consecuencia de enunciados

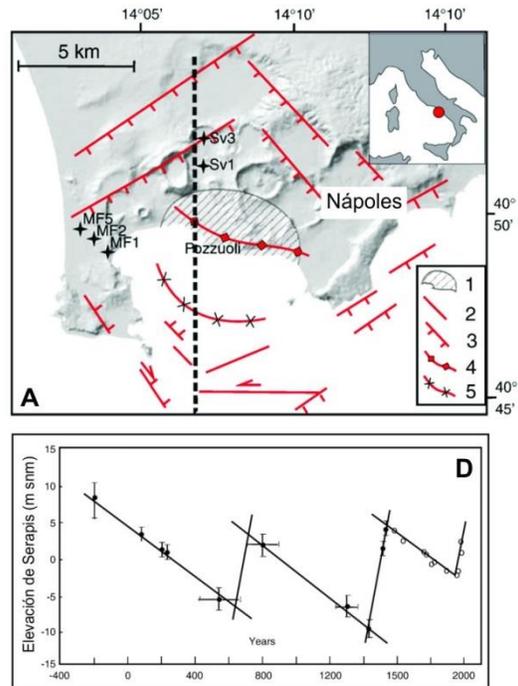
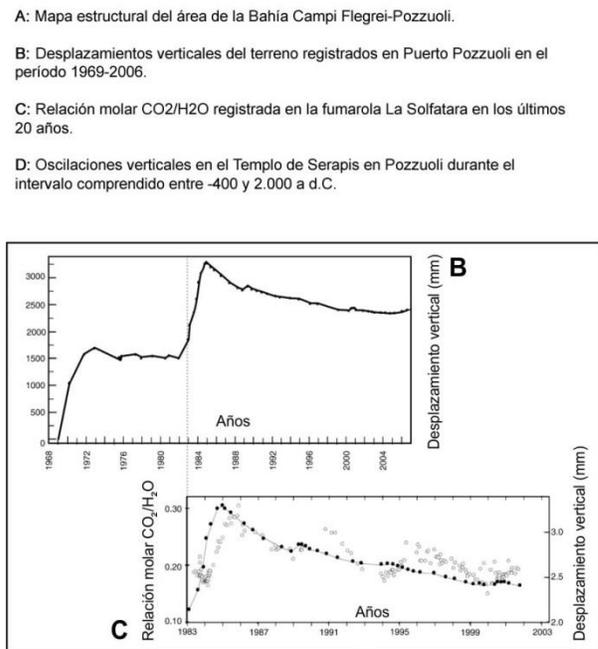
fundacionales mostrando muchas veces un diseño en red de interacciones progresivamente abarcadores (3\*). La disponibilidad de un cuerpo teórico de nociones básicas juntamente con una fuente de datos “neutrales” (o imparciales, en el sentido que no fueron tomados para sustentar o refutar algún enunciado, explicación o teoría) permiten al geólogo examinar un asunto que lo motiva desde diferentes “atalayas”. Referentes cuyos roles han sido erróneamente interpretados dejan lugar a escenarios no previstos que permiten abordar nuevas hipótesis (“depuración” *sensu* Latour, 2005). De ese modo, los objetos/actores se elucidan recíprocamente como partes de un edificio conceptual en crecimiento con diseño no planeado.

El primero de los tres ejemplos presentados en este apartado IV.b está justamente dedicado a la aparición de una red de hipótesis e investigaciones subsiguientes relacionadas con el caso emblemático del templo romano de Serapis. El apartado que le sigue está dedicado a los argumentos que proporcionan los estudios bioestratigráficos en formaciones lito-estratigráficas del Grupo Huitrín-Rayoso (cuenca del Neuquén en el centro-oeste de Argentina), para sostener posibles correlaciones en el tiempo, comprender las implicancias paleoambientales y paleobiogeográficas y contribuir a la geología regional de la cuenca. Finalmente, el tercer caso está dedicado al Complejo volcánico-sedimentario de la Sierra de Olte en Patagonia, una entidad que caracteriza una provincia petrográfica vinculada a la fragmentación (*break-up*) del Gondwana en tiempos del Jurásico. Se desea destacar en este ejemplo las relaciones estratigráficas que resultan de la aplicación de los enunciados básicos de la estratigrafía.

#### **V.b.1. “Bradisismici” en Campi-Flegrei: tectónica y vulcanismo para comprender los altibajos relativos del nivel del mar detectados en el Templo de Serapis.**

La noción de la bradisísmica (*bradisismici = bradyseism*) es propuesta por Pascandola (1947, publicación privada) para caracterizar el proceso cíclico de lento ascenso vertical y subsidencia repentina en la comarca Campi Flegrei (cf. Morhange *et al.*, 1999). El tema ha merecido la atención de numerosos investigadores que proponen diferentes soluciones, las que normalmente involucran una red de interacciones. Así, Milia y Toreente, 2000, basan su argumentación en un análisis sismo-estratigráfico de la región para postular una trama

de interdependencias entre tectónica transtensiva, plegamiento sin-sinemático y vulcanismo dentro de una comarca más amplia que la de Pozzuoli en el mar Tirreno. Morhage *et al.*, 2006, no descuentan la participación de oscilaciones del nivel del mar Mediterráneo, independientes de los fenómenos volcánico-tectónicos locales. Cabe consignar el interés multidisciplinar del tema presente: la efusión de la *Ignimbrita Campaniana* en la presente comarca, durante el Pleistoceno tardío, ha despedido tefra (polvo volcánico), detectada en regiones muy alejadas de los Apeninos (Fisher *et al.*, 1993). En trabajos recientes, algunos antropólogos no descartan posibles implicancias de este vulcanismo en la biogeografía y relaciones entre los homínidos pleistocénicos (Golovanova *et al.*, 2010).



**Figura 3.** Algunos datos para el modelo “Bradisísmico” en Campi Flegrei (Italia): Tectónica y vulcanismo para comprender los altibajos relativos del nivel del mar detectados en el Templo de Serapis (según Lima et al., 2009).

**Un modelo sistémico.** Trabajos pluridisciplinarios sobre el mismo tema de los rejuvenecimientos (*uplift*) y deflaciones (*deflation*) en Campi Flegrei le han permitido a Lima et al., 2009 hacer recientemente un análisis de las interacciones mostradas en la Figura 3. Puede anotarse en primer término, la relación CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O de las emanaciones en la fumarola La Solfatara (ibid. Pág. 49, fig. 4). El tiempo y modo de la ciclicidad advertida de estas emanaciones ha sido correlacionada con las oscilaciones verticales del nivel del mar mostradas en el Templo de Serapis durante el registro histórico entre -400 – 2.000 a d.C. (ibid. Pág. 46, fig. 2.A) y otras -muy recientes- entre los años 1969 – 2006 (ibid. Pág. 46, fig. 2.B). La actividad volcánica coincide con los registros antes anotados (cf. **Figura 3**). De esta actividad resultaría una alternancia episódica de lenta acumulación (*exsolution*) de fluidos magmáticos

con otros concomitantes de rápida expulsión (*expulsion*) de los mismos.

Estos avances dan respuestas a preguntas e hipótesis vinculantes que pueden ser formuladas en términos de: si p → q (aún cuando las mismas no aparecen de tal modo presentadas en los desarrollos respectivos). Lima y otros (ibid., Fig. 5) presentan, finalmente, un modelo conceptual de comportamiento que se ajusta a la lógica anotada.

Hay correspondencia entre:

p: Ciclos de exsolución (lentos) y explosión (repentinos)

q: Ciclos de ascenso costero (lentos) y colapso sísmico de la faja costera

Bradisísmica → (implica) p ∧ q

**V.b.2. La regresión del Barremiano-Aptiano en la Cuenca Neuquina: cronología y correlaciones.**

El Grupo Huitrín-Rayoso *sensu* Loomis, 1940 en Herrero-Ducloux, 1944 (en adelante GH-R) constituye una entidad estratigráfica perteneciente a la cuenca del Neuquén-Mendoza del centro-oeste de Argentina (cf. Uliana y otros, 1975) con el que concluye el ciclo sedimentario de segundo orden denominado Ándico por Groeber, 1973. El GH-R está constituido por depósitos sedimentarios de ambiente no marino, los que en su depocentro superan los 1.000m de espesor. Diferentes asociaciones de palinomorfos y microfósiles calcáreos permiten aproximar la cronología y la correlación de algunos de sus miembros. Se presentan ahora dos modalidades diferentes de correlación estratigráfica respectivamente relacionadas con dos subunidades pertenecientes a Grupo Huitrín Rayoso. El primer caso ( $\alpha$ ) corresponde a una *correlación en el tiempo* y su enunciado adopta la estructura formal de *indiscernibilidad* (cf. Musacchio 2009: III.a.2). El segundo caso ( $\beta$ ) trata una correlación basada en una asociación de palinomorfos fósiles (Vallati, 1995, 2006) y adopta la estructura formal de una *correlación sobre la base de atributos compartidos*. (cf. Musacchio, 2009: III.a.1).

**V.b.2.α.** La Formación La Amarga Parker en el sur de la Provincia del Neuquén incluye depósitos lacustres con utrículos de carófitos asignados a *Atopochara trivolvis triquetra* Grambast 1968 y *Triclypella* aff. *calcitraba* Grambast, 1969 (cf. Musacchio 1971). Estas plantas verdes primitivas son importantes en la cronología y la correlación global de los depósitos cretácicos no marinos. El linaje evolutivo *Perimneste-Atopochara* según Grambast, 1968, permite el reconocimiento de una zona de linaje mostrada en la **Figura 4** (= *Lineage Zone* en: *International Stratigraphic Guide*, 2010). La presencia de *A. trivolvis triquetra* (**Figuras 4 y 5a**), perteneciente a la misma, es considerada de la antigüedad del Barremiano permitiendo aplicar la noción de *indiscernibilidad* de los estratos portadores en todo el registro cretácico global, lo que puede enunciarse como sigue:

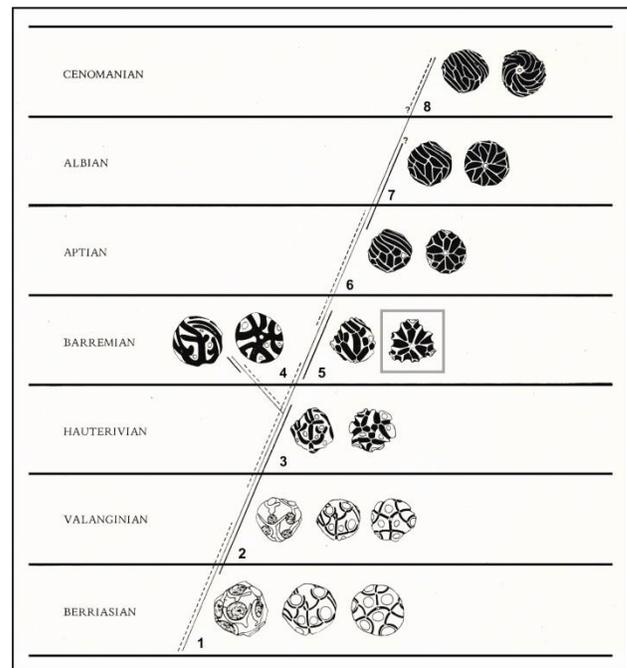
Todo A I en cuanto a la antigüedad del Barremiano.

(Todas las rocas sedimentarias portadores del marcador A: *Atopochara trivolvis triquetra* son indiscernibles entre sí (I) en cuanto al atributo de su edad Barremiano, perteneciente a

la época Cretácico Inferior (aproximadamente 125-130 Ma).

*Nota:* modificaciones posteriores sobre la antigüedad atribuida a estos marcadores por mejoras del registro fósil no invalidan el criterio argumental que se sigue ahora. En tal caso deberían solo ajustarse los biocrones de las especies correspondientes.

Si se adopta la estrategia de la superveniencia para establecer relaciones entre “canastas” de atributos, o caracteres, entonces, una es la “canasta” de atributos corpóreos correspondientes a la secciones estratigráficas marcadas por las especies de carófitos dentro del linaje; la otra es la de entidades cronológicas (intangibles) pertenecientes a la escala del tiempo global.



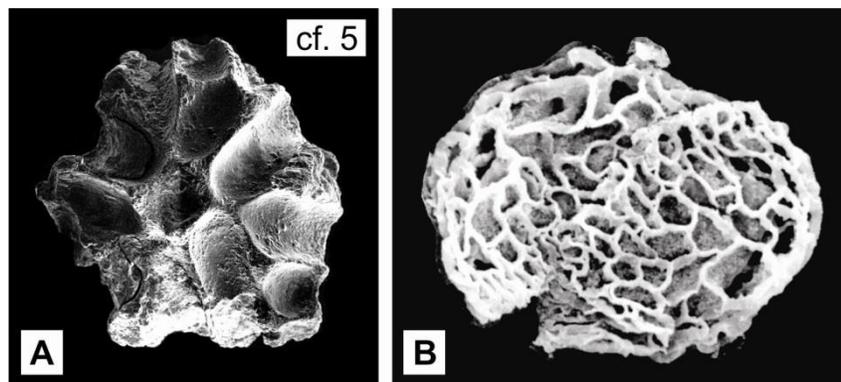
**Figura 4.** El linaje *Perimneste-Atopochara* según Grambast 1974. Sucesión de órgano-géneros de Charophyta del Cretácico, útil como Zona de linaje para la correlación en el tiempo por la amplia distribución espacial de los taxones. Resaltado: *Atopochara trivolvis triquetra* Grambast 1962 (cf. Figura 5a).

**IV.b.2.β.** Un miembro litológico integrante del GH-R constituido por mas de 200 m de sedimentos abigarrados incluyendo numerosos ciclotemas con capas de yeso, bien expuesto en la Bajada del Agrio y otras localidades neuquinas denominado miembro K, por Musacchio & Vallati, 2000: fig.1 = Formación Ranquiles Weaver, 1940, (ver palinología por Vallati, 1995, 1996, 2006) se

correlaciona con el Piso Alagoas, de las cuencas del margen continental brasileño, y este último con los pisos Aptiense-Albiense Inferior de la Escala Estratigráfica Internacional (*International Stratigraphic Chart*). La correlación ha sido fundamentada por la presencia de una asociación de polen de angiospermas fósiles que caracterizan la Zona local de *Afropollis zonatus* Doyle (en: Vallati, 2006), perteneciente a la Provincia Paleoflorística Ecuatorial (sensu Herngreen, 1996, en Vallati, ibid.) y debe considerarse una *correlación basada en atributos compartidos*. La misma reconoce interdependencias necesarias entre las dos “canastas” de propiedades: las de la Zona de asociación de *Afropollis zonatus* (**Figura 5b**) y las zonas homologables que se incluyen en el piso (*Andar*) Alagoas en Brasil para su parte inferior. Este último incluye, en sentido amplio, la contraparte africana de la Bioprovincia ecuatorial (sensu Herngreen 1996 en Vallati ibid.). Una correlación semejante puede enunciarse de un modo general como sigue:

-“Un conjunto de propiedades o hechos M supervienen sobre un conjunto de propiedades o hechos P si, y solamente si, no hay cambios o diferencias en M sin que haya cambios o diferencias en P”.

La anterior es la definición de superveniencia de McLaughlin & Bennett, 2005: 1 (traducción del autor), la cual es próxima a la original de Moore, 1922 (cf. Musacchio, 2009). Para el caso presente, las propiedades o hechos M son los taxones marcadores de la Zona de *A. zonatus* y las propiedades o hechos P son las entidades cronoestratigráficas. Estas últimas están subordinadas al sistema bioestratigráfico regional que pertenece a la Bioprovincia Subecuatorial. Aquí se reconocen diferentes zonas palinológicas del piso Alagoas para el margen continental brasileño, piso con el cual la asociación neuquina se correlaciona mejor: Un conjunto de propiedades (taxones) de la Zona de *Afropollis zonatus* del miembro K superviene a los taxones que caracterizan las asociaciones equivalentes del piso Alagoas, considerado en Brasil de la antigüedad del Aptiano-Eoalbio (al menos en Araripe; cf. Heimhofer & Hochuli, 2010); de modo tal que no hay cambios en la composición de la Zona anotada sin que haya también cambios en la asignación al piso de referencia (\*\*).



**Figure 5:** Marcadores bioestratigráficos usados en las correlaciones del Grupo Huitrín-Rayoso. **Figura 5a:** *Atopochara trivolis triquetra* Grambast 1962 (utrículo en vista basal; diám. 725µm). Charophyta útil en la **correlación en el tiempo** de la Formación La Amarga (Grupo Huitrín-Rayoso; ver texto IV.a.b.α y Figura 4). **Figura 5b:** *Afropollis zonatus* Doyle et al., 1982 (diám. 35µm): **Grano de polen, marcador de la zona homónima**, usado para la **correlación bioestratigráfica** del Grupo Huitrín-Rayoso en la cuenca neuquina (ver texto: IV.a.b.β).

### V.b.3. Las relaciones estratigráficas del Complejo de la Sierra de Olte en Chubut.

En este apartado la documentación paleontológica, la regla de la superposición estratigráfica y las correlaciones de entidades litológicas por continuidad lateral en el marco regional han permitido aportar un diseño de relaciones estratigráficas de las rocas jurásicas de la cuenca de Cañadón Asfalto en Patagonia central (Musacchio, 1995: Fig. 2; 2001: Cuadro II).

En diferentes trabajos sobre la geología del valle medio del río Chubut, en Patagonia Central, Piatnitzky (1945 y bibliografía allí citada) estableció un ordenamiento de las entidades estratigráficas aflorantes en la cuenca de Cañadón Asfalto que no debería ser desestimado. Entre estas entidades incluyó su "Serie Conglomerádica", caracterizada por psefitas con abundantes fragmentos pugilares y

hasta cefalares de andesitas. Posteriormente, Feruglio (1950, I: 74) incluyó esta entidad dentro de su Complejo de la Sierra de Olte (en adelante CSO), reservando el término subordinado "Parte Superior" para una potente sucesión, suprayacente a la anterior, ahora de basaltos, en algunas localidades mostrando intercalaciones pelíticas lacustres bituminosas hacia la parte superior. El nombre arriba anotado de Complejo de la Sierra de Olte parece válido pues Feruglio (ibid. Cap.VII) muestra perfiles y localidades de referencia, comenta la distribución regional del Complejo, y fundamenta o discute adecuadamente las relaciones estratigráficas (Figura 6). El mismo autor destaca la posición discordante de las capas suprayacentes con restos fósiles de pisciformes de la Formación Almada (Piatnitzky), del Jurásico Superior, si bien las denomina con el nombre de Chubutiano (Feruglio, ibíd., pág. 82).

**Figura 6.** El Complejo de la Sierra de Olte, según Feruglio, 1949, en la comarca del Valle Medio del río Chubut (Patagonia argentina).

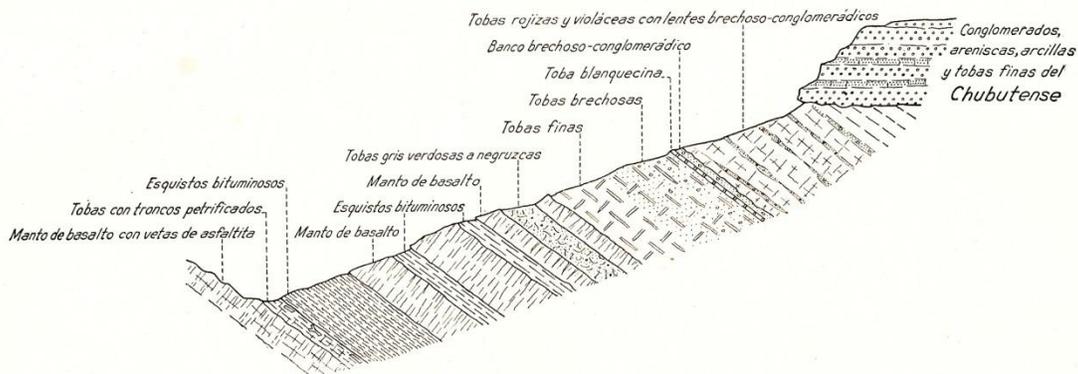


Fig. 9. — Perfil de detalle en el Cañadón del Asfalto. Escala aproximada : 1 : 2.000



Fig. 10. — Corte geológico a través del Complejo de la Sierra de Olte, en el valle del Río Chubut

Al discutir la antigüedad del CSO, dice Feruglio (ibid., pág. 83):

-“ Sin embargo, de aceptarse para todo este Complejo una edad jurásica en sentido estricto, se plantearía el problema de saber por qué en su base no se encuentran sedimentos marinos liásicos”.

La solución para la pregunta de Feruglio sobre la ubicación en el tiempo de la Parte Inferior del Complejo (CSO 1) es procurada en 1946 por Suero (cf. Musacchio y Riccardi, 1971) quien, en cercanías del puesto de Casanova, cerca de Cajón de Ginebra Chico, encontró interdigitados entre las psefitas andesíticas estratos marinos portadoras de una fauna de amonites del Jurásico Inferior. La contemporaneidad entre psefitas andesíticas y tobas bayas, éstas últimas portadores de una significativa fauna de amonites (Musacchio y Riccardi, 1971, Musacchio 1984) exhibida en numerosos afloramientos de la Sierra Pampa de Agnia es incuestionable. Según Riccardi (en Musacchio y Riccardi, ibid.) esta fauna incluye: *Harpoceras* (H.), *Dactylioceras* (D.), *D. (Zugodactylites)*, *Peronoceras*, *Catacoeloceras*, *¿Pseudolioceras* y *Phylloceras*, la cual debe ser asignada a la antigüedad del Toarciano (Jurásico Inferior). Esta asignación cuenta con una justificación indirecta adicional: En el Cañadón El Córdoba, próximo a la laguna de Agnia, la Formación Puntudo Alto (Suero, en Musacchio, 1894), con restos de una flora de *Otozamites* del Eojurásico (Herbst, 1966), infrayace a los aglomerados andesíticos del CSO 1 (Musacchio en Musacchio y Riccardi, ibid., y Musacchio, 1984) (4.\*)

La parte superior del Complejo mencionado (CSO 2) está caracterizada por basaltos. En la comarca C<sup>o</sup> Cóndor–Sierra de los Pichiñanes la exposiciones de basaltos terminan intercalados en una potente sucesión de pelitas lacustres obscuras con conchostracos. En la Sierra de los Pichiñanes, próximo a Cañadón Sauzal, algunos niveles lacustres entre coladas de basaltos incluyen una asociación de ostrácodos exclusivamente constituida por darwinulaceos con el marcador *Darwinula magna* Jiang asignada al Jurásico Medio (Musacchio, 2001) y algunos girogonites muy deformados. La denominación Complejo Cañadón Asfalto (Stipanovic y otros, 1968, 1969) como sinónimo de esta parte superior basáltico/pelítica del CSO 2 es aceptable solo si se desglosa del mismo la suprayacente Formación Almada.

Como se anotó arriba, la Formación Puesto Almada (FPA) es portadora de una fauna de pisciformes con *Luissella inexcusa* Bocchino,

1967, y los ostrácodos *Bisulcocypris barrancalensis* y *Darwinula sarytyrmanensis* (Musacchio y otros, 1990), asignados al Jurásico Superior. La discordancia angular existente entre la FPA y el CSO 2 infrayacente (Musacchio, 1995: Fig.2 , 2001: 300, Musacchio et al., 1990: 356) aparece expuesta en varias localidades del distrito Cerro Cóndor-Mina Santa Brígida Por lo tanto, no parece justificable reunir ambas entidades en una única entidad que debería ser consanguínea en el marco de contexto tectofacial mayor. La FPA carece, además, de depósitos basálticos y pelitas lacustres bituminosas intercaladas entre los basaltos. Esta separación entre el Complejo volcánico y la Formación Almada parece, en cambio, responder a un cambio geotectónico que merece ser explorado si se admite la existencia de diferentes fases entre la ruptura y rifamiento del margen occidental del Gondwana. Está fuera de los propósitos del presente artículo discutir ahora este tema.

Al evitar la proliferación de sinonimias que conducen a una confusión en la literatura se evitan imprecisiones y el conocimiento sobre la historia geológica de la comarca puede avanzar sobre el significado de la evolución de las rocas efusivas en el tiempo. La secuencia: riolitas (Formación Puntudo Alto) → andesitas (CSO parte inferior) → basaltos (CSO parte superior + depósitos lacustres en facies anóxicas) responde a la profundización progresiva de las megafracturas de la ruptura rift durante el Jurásico Inferior-Medio. La fase post rift (en parte Formación Almada del Jurásico Superior) debe ser mejor estudiada por la diversidad de litofacies apenas conocidas hasta el presente.

## V. CONCLUSIONES

- En las ciencias de la Tierra los conocimientos son adquiridos en contacto con la experiencia, mediados por un cuerpo de conceptos teóricos básicos, relativamente estables. Según estos últimos, los eventos ocurridos en el pasado y los rasgos que se describen en la corteza terrestre responden a causas naturales.
- Frente a otros campos disciplinares mayores dentro de las ciencias fácticas, las ciencias de la Tierra muestran rasgos propios en cuanto a las fuentes y la naturaleza de sus conocimientos. Esto se debe al carácter singular de la evolución geológica la que es referida al denominado tiempo Geológico.

- A diferencia de otras disciplinas también históricas, los testimonios geológicos corpóreos son susceptibles de ser re-examinados.
- A partir del núcleo básico de premisas arriba mencionado, el “diálogo inicial” (fundacional) es seguido por “aproximaciones sucesivas” las que pueden proseguir sin término, generando una trama de interacciones imprevisibles.
- La retroducción, entendida como una estrategia de inferencia abductiva para orientar las “aproximaciones sucesivas” es de uso habitual entre los geólogos cuando proponen hipótesis para responder a preguntas de distinta índole, sin respuesta en el momento. Este tipo de inferencia abductiva, promete pero no asegura.
- Cuando una inferencia del tipo recién mencionada predice acertadamente, es posible entonces construir una argumentación que debe ser analizada formalmente. Los geólogos construyen, frecuentemente, estructuras de razonamiento que tienen su lugar dentro de la lógica proposicional. La superveniencia, en el sentido de Moore y Kim, es asimismo útil para sustentar las correlaciones entre objetos corpóreos o bien en el tiempo. Las deducciones correspondientes se basan en premisas provisoriamente aceptadas como válidas.
- Se necesita entonces de justificaciones empíricas reiteradas, o recíprocamente congruentes para sustentar las deducciones anteriores. La confirmación repetida de experiencias no demuestra el cumplimiento irrestricto de una regularidad basada en un número incompleto de casos (inducción incompleta), al menos dentro de las geociencias.
- La capacidad de persuasión de una exposición, prevista para obtener el acuerdo de una comunidad científica o de un grupo social, no supera la estima que merecen explicaciones sustentadas en argumentaciones congruentes.
- Debe ser valorada la condición de coherencia interna entre premisas, datos y resultados finales en los argumentos; en particular, si están en correspondencia con referentes externos (testimonios geológicos).

## VI. DISCUSIÓN

1\*. El término “*Actualismo*” está ligado a la noción según la cual los procesos geológicos evolutivos responsables de la arquitectura del planeta responden a un orden natural. En tiempos recientes es posible advertir, a través del registro histórico humano, que aquel modo de evolución en el tiempo geológico no es uniforme ya que en el planeta coexisten eventos paroxísticos o catastróficos (sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, etc.) con procesos graduales (la meteorización superficial, la depositación sedimentaria en el fondo de una cuenca estable, etc.). Esta disparidad en tiempo y modo de los procesos geológicos fue admitida por Avicena y los fundadores Hutton y Lyell. La tasa del cambio tampoco ha sido regular. Está fuera del objetivo de este trabajo demostrar que el tiempo reciente no incluye los referentes necesarios para modelar la totalidad de casos que pueden presentarse en el pasado. Por ejemplo, no hay testimonios históricos sobre una reversión de los polos magnéticos y sus efectos, o bien de otros factores externos: climas extremos, mega-impactos, cambios en el radio orbital del planeta. En lo interno, faltan referentes actuales para entender eventos y condiciones de anoxia globales, o bien modelos para entender la formación de atributos regionales peculiares; por ejemplo: las terrazas patagónicas y su cubierta de rodados; o bien las peculiaridades de la morfología costera del Reciente, la que no es representativa de las formas costeras del pasado por la contingencia de los fenómenos glaci-eustáticos, propios del Cenozoico tardío. Finalmente, parece oportuno acotar que uso del término *Actualism* acuñado por Wehwell (1794-1866), un crítico de Hutton, nunca fue empleado por este último autor. Por su parte, el término Uniformitarismo (*Uniformitarianism*) de Lyell, ha sido discutido y objetado por autores recientes (cf. Gould, 1965, Baker, 1998). La teoría geológica que Hutton y Lyell propusieron debería, quizás más apropiadamente, ser denominada con el término “naturalismo”.

2\*. Parece importante ampliar lo anotado en IV.b.2.β., separando dos instancias en la argumentación sobre la correlación de la microflora del Miembro K del GH-R. En la primera se comparan las floras de Patagonia con la de Brasil y otras africanas; esto es, se establecen relaciones entre “canastas” de atributos corpóreos que son los objetos fósiles organizados en zonas marcadas por “especies” del Miembro K y aquellos referentes co-

específicos equivalentes, localizados en el estrato tipo del Andar Alagoas. En este procedimiento, la hipotética presencia de marcadores inesperados por su mayor antigüedad, por ejemplo el par *Raistrickia densa* – *Convolutispora muriornata* (marcadores bioestratigráficos del Paleozoico Superior en el centro oeste de Argentina) en el Miembro K exigiría cambios en la asignación cronoestratigráfica (como se anotó arriba: *-cambios en la “canasta” de especies microfósiles exige cambios en la “canasta” de atributos cronoestratigráficos.* En tal caso, esta microflora no podría ser correlacionada con el Andar Alagoas ni con el piso Aptiense. Aquí el razonamiento es del tipo:

*Si p entonces no q:*

p: El par *R. densa*–*C. muriornata* (marcadores del Paleozoico) está presente en el miembro

K del GH-R,

q: El Miembro K se correlaciona con el Andar Alagoas (Cretácico Inferior de Brasil).

La segunda instancia es la de comparar las microfloras no marinas sudamericanas con el estrato tipo del Aptiense en Italia, este último de ambiente marino y además de otro ámbito paleobiogeográfico (cf. ISG). Aquí la correspondencia es entre objetos corpóreos diferentes y la definición de superveniencia dada en el texto permanece válida aquí también aunque la relación será de otro tipo, no la mereológica. Los taxones encontrados por Vallati en Neuquén no aparecen distribuidos en Italia. Es necesario, entonces invocar ahora un argumento adicional para acotar en el tiempo geológico las floras sudamericanas. Para el caso parece relevante la presencia de los dinoflagelados *S. prelucida*, *D. albertii* y *L. cancellatum* del Albiense inferior en el Miembro Romualdo (piso Alagoas superior) en la cuenca de Araripe Brasil. Según Heimhofer y Hochuli (2010: 109) estos taxones, que aparecen allí asociados a *Afropollis* aff. *jardinus* permitirían una correlación en el marco de la escala internacional del tiempo geológico de tiempo mínimo. De este modo podría superarse la necesidad y además ampliarse el uso de los pisos regionales en las asociaciones eocretácicas del NE brasileño y también las eocretácicas neuquinas para los intervalos más modernos del los niveles con amonites criocerátidos de la Formación Agrío. Estos últimos pueden ser correlacionados en el marco de la escala del tiempo mundial con faunas eobarremianas.

**3\***. En Neuquén, la recurrencia de facies dentro del Grupo Huitrín-Rayoso repite secciones estratigráficas indiscernibles entre sí por la litología, no así por sus microfloras. Es que la sedimentación obedece a procesos recurrentes no así los linajes biológicos que son irreversibles. Es posible entonces dar con palinomorfos en estratos análogos por su litología color y naturaleza de la ciclicidad sedimentaria, que recuerdan al “Huitriniano” cuando en realidad se trata del Miembro K (= Formación Ranquiles Weaver) portador de *Clavatipollenites* y *Asteropollis* pertenecientes a la Zona de *Afropollis* estudiada por Vallati, 1995.

**4\*** En la localidad Cerro Bayo-Cañadón Córdoba, próximo a la bajada de la laguna de Agnia (NW de la Sierra Pampa de Agnia), la base del Complejo de la Sierra de Olte (CSO 1) aparece sobrepuesta concordantemente a la Formación Puntudo Alto. Esta evidencia hace inconsistente la atribución de las psefitas del CSO 1 a una antigüedad anterior al Liásico.

Afloramientos con fósiles marinos liásicos intercalados con estas psefitas son numerosos en este distrito. El nombre Formación El Córdoba no puede ser tomado en cuenta para las psefitas mencionadas pues son indiscernibles del CSO 1 (cf. Musacchio, 1985). También son indiscernibles del CSO 1 las Formaciones Cajón de Ginebra y Taquetrén, esta última cerca de Paso del Sapo (cf. Musacchio, 1985: Fig. 2). Las argumentaciones aquí señaladas, basadas en el principio de la superposición estratigráfica, el contenido paleontológico, la indiscernibilidad litológica y la correlación visual de afloramientos equivalentes han prevalecido en el tiempo, a pesar de la aceptación del término Grupo Lonco Trapial, con sus propuestas implícitas, por parte de numerosos autores a fines del siglo pasado.

#### BIBLIOGRAFIA

- Al-Rawi, M. M., 2003. The contribution of Ibn – Sina (Avicenna) to the development of Earth Sciences. Foundation for Science Technology and civilization. Manchester, 12 pp. Disponible en: [http://www.muslimheritage.com/uploads/ibn\\_sina.pdf](http://www.muslimheritage.com/uploads/ibn_sina.pdf)
- Alexy, R., 1978. Teoría de la Argumentación Jurídica. Centro de Estudios Constitucionales, Madrid (traducción del alemán, 1989 por R. Atienza e I. Espejo).
- Archambault, R.M., 1970. Documents et méthode pour le commentaire de cartes, géographie et géologie, Fasc. II: Les relief structuraux. Masson, Paris, 166. pp.

- Aristóteles. Tratados de Lógica (Organon). Categorías - Tópicos - Sobre las refutaciones sofísticas. Gredos 1982, Madrid, 390 pp.
- Baker, V.R., 1998. Catastrophism and Uniformitarianism: logical roots and current relevance in geology. Geol. Soc. Lond. Sp. Public., **143**: 171-182.
- Baker, V.R., 1999. Geosemiosis. GSA Bull., **111** (5): 633-645.
- Bigelow, E.L., 1987. Fundamentals of Diplog Analysis. Western Atlas. Huston, 232 pp.
- Bochino, R.A., 1967. *Luissella inexcitata* gen. et sp. nov. (Piscis, Clupeiformes, Dassumeriidae) del Jurásico Superior de la Provincia del Chubut. Rev. Asoc. Pal. Arg., **5** (2): 91-100.
- Cassini, A., 2006. El juego de los principios. A-Z editora. Buenos Aires, 207 pp.
- Cassirer, E., 1983. Antropología filosófica. Introducción a una Filosofía de la Cultura. Traducción precedente al inglés de: Filosofía de las formas simbólicas (1944) y posterior al castellano. Fondo de Cultura Económica, México, 196 pp.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R. & Henkemans, F.S., 2006. Argumentación: análisis, evaluación, presentación. Biblos (traducción del inglés).
- Feruglio, E., 1949. Descripción Geológica de la Patagonia. Publicación interna de YPF, Tomo I: 334 pp., Buenos Aires.
- Fisher, R.V., Orsi, G., Ort, M. & Heiken, G., 1993. Mobility of a large volume pyroclastic flow - emplacement of the Campanian Ignimbrite, Italy. Journ. Volc. Geoth. Res., **56**: 205-220.
- Frodeman, R., 1995. Geological reasoning; geology as interpretative and historical science. GSA Bull., **107**: 960-968.
- Gadamer, H-G, 1975. Verdad y Método. Ed. Siganme (traducción del alemán), 1997, 337 pp.
- Golovanova, L.V., Doronichev, B, Cleghorn, E.C., Koulikova, M.A., Sapelko, T.V. & Shackley, M., 2010. Significance of Ecological Factors in the Middle to Upper Paleolithic Transition. Curr. Anthr., **51** (5): 655-691.
- Gould, S.J., 1965. Is Uniformitarianism necessary? Am. Journ. Sc., **263**: 223-228.
- Grambast, L., 1974. Phylogeny of the Charophyta. Taxón, **23** (4): 463-481.
- Groarke, L., 1999. Deductivism within Pragm-Dialectics. Argumentation, **13**: 1-16.
- Groeber, P., 1953. Mesozoico. En: Geografía de la República Argentina. **2**, Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA. Buenos Aires. 541 pp.
- Habermas, J., 1987. Teoría de la acción comunicativa, vol. I y vol. II. Madrid, Taurus.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P., 1989. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. En: Wilgus, Ch., et al.: Sea-Level Changes: an integrated approach. Soc. Econ. Pal. Min. Sp. Publ., **42**: 71-108, Tulsa.
- Herbst, R., 1966. La Flora Liásica del Grupo Pampa de Agnia, Chubut, Patagonia. Ameghiniana, **4**: 337-347.
- Heimhofer, U. & Hochuli, P-A., 2010. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araípe Basin, NE Brazil). Rev. Paleob. and Palin., **161**: 105-126.
- Herrero-Ducloux, A., 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. BIP, **23** (266): 245-280. YPF, Buenos Aires.
- Hume, D., 1748. Investigaçãõ acerca do entendimento Humano (traducción al portugués por A. Aiex). Nova Cultural, São Paulo, 352 pp.
- Hutton, J., 1795a. Theory of the Earth with proofs and illustrations. Vol I. En: The Gutenberg Project, 2004: <http://www.gutenberg.org/files/12861/12861-h/12861-h.htm> ISO-8859-1.
- Hutton, J., 1795b. Theory of the Earth with proofs and illustrations. Vol. II: Farther induction facts and observations respecting the geological part of the theory. En: The Gutenberg Project, 2004: <http://www.gutenberg.org/files/14179/14179-h/14179-h.htm> ISO-8859-1.
- Kant, I., 1783. Prolegómenos a toda metafísica futura. Traducción del alemán por Mario Caimi. Edición bilingüe, Istmo 1999. Madrid, 387 pp.
- Kant, I., 1787. Crítica de la Razón Pura. (2da. Edición; Traducción de J. del Perojo). Losada 792 pp., Buenos Aires
- Latour, B., 2005. Re-assembling the social. An introduction to Actor-Network Theory. Oxford University Press (disponible en: <http://www.bruno-latour.fr>).
- Lima, A., De Vivo, B., Spera, F.J., Bodnar, R.J., Milia, A., Nunziata, C., Belkin, H.E. & Cannatelli, C., 2009. Thermodynamic model for uplift and deflation episodes (bradyseism) associated with magmatic-hydrothermal activity at the Campi Flegrei (Italy). Earth-Science Rev., **97** (1-4): 44-58.
- Lyell, Ch., 1830-3. Principles of Geology. The University of Chicago Press, 1990, 511 pp.

- McLaughlin, B. & Bennett, K., 2005. Supervenience. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. En: <http://plato.stanford.edu/entries/supervenience>.
- Miall, A.D., 1992. The Exxon cycle chart: an event for every occasion?. *Geology*, **20**: 787-790.
- Miall, A.D. & Miall, Ch. E., 2001. Sequence stratigraphy as a scientific enterprise: the evolution and persistence of conflicting paradigms. *Earth-Sc. Rev.*, **54**: 321-348.
- Miall, A.D. & Miall, Ch. E., 2004. The Exxon Factor: The roles of Corporate and Academic Science in the emergence and legitimation of a New Global Model of Sequence Stratigraphy. *The Soc. Quat.*, **47** (2): 307-334.
- Miall, A.D., & Miall, Ch.E., 2004. Empiricism and model-building in stratigraphy: Around the hermeneutic circle in the pursuit of stratigraphic correlation. *Stratigraphy*, **1** (1): 27-43.
- Milia, A. & Torrente, M.M., 2000. Fold uplift and synkinematic stratal architectures in a region of active transtensional tectonics and volcanism, eastern Tyrrhenian Sea. *GSA Bulletin*, **112** (10): 1531-1542.
- Mohrage, Ch., Burcier, M., Laborel, J., Giallanella, C., Goiran, J.-P., Crimaco, L. & Vecchi, L., 1999. New data on historical relative sea level movements in Pozzuoli, Philaegrean Fields, Southern Italy. *Phys. Chem. Earth (A)*, **24** (4): 349-354.
- Moore, G. E., 1922. The conception of intrinsic value. *Philosophical Studies*. En: <http://www.ditext.com/moore/intrinsic.html>
- Musacchio, E.A., 1971. Charofitas de la Formación La Amarga (Cretácico Inferior) en la Provincia del Neuquén, Argentina. *Rev. Mus. La Plata (NS), Paleont.*, **6** (37): 19-38.
- Musacchio, E. A., 1981. Estratigrafía de la Sierra Pampa de Agnia en la Región extrandina de la Provincia del Chubut. *Actas del 8° Congr. Geol. Arg.*, **3**: 346-351. San Luis.
- Musacchio, E.A., 1995. Estratigrafía y Micropaleontología del Jurásico y el Cretácico en la comarca del Valle Medio del Río Chubut. *Actas del 6° Congr. Arg. Paleont. y Bioestr.*: 179-187. Trelew.
- Musacchio, E.A., 2001. Relaciones paleobiogeográficas de los ostrácodos del Jurásico y el Cretácico de Patagonia. *Acta Geol. Leop.*, **24** (52/53): 293-310.
- Musacchio, E.A., 2005. The Jurassic volcanic sequence of rhyolitic rocks, andesites and basalts in central Chubut, Argentina: stratigraphical relationships. *Gondwana 12° Symposium (Abstracts: pág. 264)*. Acad. Nac. Cs. Córdoba
- Musacchio, E.A., 2006. El Darwinismo a mediados del Siglo XX y las relaciones entre la Filosofía y la Biología. En: *Ciencias de la Vida: Estudios Filosóficos e Históricos*. (editor: Lorenzano, P. et al). *AFHIC*, **2**: 113-152. Campinas.
- Musacchio, E.A., 2008. Los conocimientos en Geociencias: Parte I: Casos referentes y acreditación. *Nat. Pat.*, **4** (1): 1-23.
- Musacchio, E.A., 2009. Los conocimientos en geociencias: Parte II: Tiempo geológico y correlaciones estratigráficas. *Nat. Pat.*, **4** (2): 1-22.
- Musacchio, E.A., Beros, C. & Pujana, I., 1990. Microfósiles continentales del Jurásico y del Cretácico en Chubut y su contribución a la bioestratigrafía de la Cuenca del Golfo de San Jorge, Argentina. En: *Sistemas Bioestratigráficos Regionales de América del Sur* (W. Volkheimer edit.): 355-384, 6 láms. Mendoza.
- Musacchio, E.A. & Palamarczuk, S.C., 1975. Microfósiles calcáreos de la Formación Ranquiles (Cretácico Inferior) en la Provincia del Neuquén en Argentina. *Rev. Asoc. Pal. Arg.*, **12** (4): 306-314. Buenos Aires.
- Musacchio, E.A. & Riccardi, A.C., 1971. Estratigrafía principalmente del Jurásico en la Sierra de Agnia, Chubut. *República Argentina. Rev. Asoc. Geol. Arg.*, **26**: 272-273.
- Musacchio, E.A. y Vallati, P.S., 2000. La regresión del Barremiano-Aptiano en Bajada del Agrio, Neuquén, Argentina. *9° Congr. Geol. Chileno. Actas*, **2**: 230-234. Puerto Varas.
- Peirce, Ch.S.(antol..1997). En: *Escritos filosóficos*, Traducción del inglés por Vivia Romero, El Colegio de Michoacan, I: 408 pp., Zamora. En: <http://www.google.com.ar>
- Perelman, Ch. & Olbrechts-Tyteca, L., 1989. *Tratado de la Argumentación. La nueva retórica. Introducción y Primera Parte*, pp. 30-116. Madrid, Editorial Gredos.
- Piatnitzky, A., 1946. Relaciones estratigráficas de la Región del Río Chubut. *Bol. Inf. Petrol.*, **23** (259): 1-15. YPF. Buenos Aires.
- Ramos, V., 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte; *Bol.* 182, 103 pp. Serv. Geol. Nac. Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N., Rodrigo, F., Baulies, O.L. y Martinez, C.G., 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo

- Nordpatagónico y regiones adyacentes. Asociación Geológica Argentina Revista, **23** (1): 67-98. Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N. & Rodrigo, F., 1969. Diastrofismo Eo- y Mesocretácico en Argentina y Chile. En: Cuartas Jornadas Geológicas. Argentina. Actas, **2**: 337-352. Buenos Aires.
- Stratigraphic Guide. En: International Commission on Stratigraphy, 2008. Disponible en: <http://www.stratigraphy.org/>
- Toulmin, S., 2007. Los usos de la argumentación, Introducción y Conclusión, pp. 17-28 y 319-326. Ediciones Península, Barcelona.
- Uliana, M.A., Dellapé, D.A. & Pando, G.A., 1975. Estratigrafía de los sedimentos rayosianos del Cretácico Inferior en las provincias de Neuquén y Mendoza. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, **2**: 177-196. Buenos Aires.
- Urtizberea, A.A., 2002. Idénticos, Indiscernibles y Duplicados. 37 pp. <http://www.ehu.es/aarrieta/talks/iid.pdf>
- Vai, G.B., 2007. A history of chronostratigraphy. Stratigraphy, **4**: 83-97.
- Vail, P.R., Mitchum, R.M. (Jr.) & Thompson, S., 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. En: Payton, C.E.(editor). Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration. AAPG. Mem., **26**: 83-99.
- Vallati, P., 1995. Una microflora con Afropollis (Polen de angiosperma) en el Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina. Actas 6° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía: 277-290. Trelew.
- Vallati, P., 1996. Palinología de la "Arenisca Rincón" (Grupo Huitrín-Rayoso), Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina. Actas 13° Congreso Geológico Argentino, **5**: 77-92. Buenos Aires.
- Vallati, P., 2006. Las primeras angiospermas en el Cretácico de la Cuenca Neuquina (centro-oeste de Argentina): aspectos geológicos relacionados. Rev. Bras. Pal., **9** (1): 83-92.
- von Wright, G.H., 1970. Norma y Acción. Technos (trad. del inglés, 1963) 216 pp. Madrid. En particular ver: I. De las normas en general: 21-35.
- von Wright, G.H., 1951. Ensayo de lógica modal. Rueda 130 pp. (traducción del inglés). Buenos Aires.
- Varnes, D.J., 1985. The logic of Geological Maps, with reference to their interpretation and use for Engineering purposes. USGS; Prof. Pap., **837**: 1-48 (third edition).
- Weaver, C., 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina. Mem. Univ. Wash., **1**, 469 pp.
- Yilmaz, Ö., 2000. Seismic Data Analysis (Investigations in Geophysics N° 10). Soc. Expl.Geoph. ISBN: 1560800941, 2 Vols., 2027 pp.

## Artículo Científico

### CARACTERIZACIÓN DE AMBIENTES HALÓFITOS Y SU RESPUESTA ESPECTRAL EN EL SE DE CHUBUT.

#### Characterization of halophytes ambient and their spectral answer in the SE of Chubut.

Mendos, M.G<sup>1</sup>, Bertolami<sup>†</sup>, M. A<sup>2</sup> & Prez, H<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra de Evaluación de Impacto Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria, Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Argentina.

<sup>2</sup>Cátedra de Ecología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria, Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Argentina.

<sup>3</sup>Cátedra de Geología Argentina, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria, Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Argentina.

Email: mendos\_mg@hotmail.com

#### RESUMEN

En el sudeste de la provincia de Chubut se desarrollan ambientes que por su aridez tienen importantes condicionantes para el desarrollo vegetal, por lo que las especies vegetales sobreviven con elevados valores de salinidad y pH variable. El objetivo del presente trabajo es establecer relaciones entre las variables físicas, pH y conductividad, con las biológicas, especies y cobertura vegetal (CV) de las comunidades vegetales halófitas, como así también analizar la relación de la cobertura vegetal y índice de vegetación normal estandarizado (NDVI), para verificar si debido a la particular reflectividad de las plantas halófitas es posible estimar la cobertura vegetal a partir del índice. Fitogeográficamente el área de estudio pertenece a la Provincia Patagónica, Distrito del Golfo San Jorge. Presenta diferentes geoformas, con predominancia de mesetas y valles, que descienden con un arrumbamiento predominante E-W y desaguan en la costa atlántica. Para determinar las variables de cada comunidad se recolectaron 30 muestras de suelo en seis unidades muestrales, donde se realizaron estimaciones de la cobertura vegetal (CV) por el método Point Cuadrat. Se realizó un análisis multivariado de correlación múltiple para determinar relaciones entre las variables físicas (pH y conductividad) y biológicas CV y NDVI. El análisis multivariado verificó una relación altamente significativa entre el NDVI y la CV, lo que permitiría en estos ambientes salinos estimar la CV, a partir de los datos espectrales obtenidos de las imágenes satelitales previamente corregidas. La comunidad que se desarrolla en suelos con mayor conductividad fue la de las especies *Hypochoeris sp* y *Allenrollfea vaginata*, ubicada en la región costera, en ésta, se registraron valores de 12 mmhos/cm y se evidenciaron afloramientos salinos. Las otras comunidades costeras presentaron valores más bajos de conductividad, que rondan entre 0-3 mmhos/cm. En los ambientes con suelos saturados de agua, como los mallines los valores están comprendidos entre 7-8 mmhos/cm. Por lo que se pudo establecer relaciones entre las comunidades y la salinidad. Los valores de pH fluctuaron entre 7-9, ya que este, depende de varios factores. Los mayores valores se presentaron en las comunidades vegetales de mallines.

**Palabras claves:** Índices de vegetación- Cobertura vegetal – pH- Halófitos- Salinidad- Zonas Áridas.

#### ABSTRACT

In the southeast of the Chubut province, arid environments have major constraints for plant development, so plant species survive with high salinity values and variable pH. The aim of this paper is to establish relationships between physical variables, pH and conductivity, and biological variables, vegetation cover (VC) of the halophytic plant communities. As well as to analyze the relationship of vegetation cover and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to verify whether due to the particular reflectivity of halophytic plants is possible to estimate the vegetation cover as from this index. Phytogeographically, the study area belongs to the Patagonian province, District of the San Jorge Gulf. It shows different landforms, with predominance of plateaus and valleys that run with a dominant E-W strike and flow into the Atlantic coast. Thirty samples of soil in six sample units were collected to determine the variables in each

community. Estimates of the vegetation cover (VC) were made by the Point Cuadrat method. We performed a multivariate analysis of multiple correlation to determine relationships between physical (pH and conductivity) and biological (VC and NDVI) variables. The multivariate analysis verified a highly significant relationship between NDVI and vegetation cover. Thereby would allow to estimate the VC in these saline environments as from the spectral data obtained from satellite images previously corrected. The community that develops in soils with higher conductivity corresponds to the *Hypochoeris sp* and *Allenrollfea vaginata* species, located in the coastal region; in this area values of 12 mmhos/cm were recorded and saline outcrops were evidenced. The other coastal communities showed lower values of conductivity, between 0 and 3 mmhos/cm. In environments with water saturated soils such as "mallines", the values fall between 7 and 8 mmhos/cm. Thus it was able to establish relationships between communities and salinity. The pH values ranged from 7 to 9, because it is influenced by several factors. The highest values correspond to the plant communities of "mallines".

**Keywords:** vegetation index - vegetal cover - pH - Halophytes - Salinity - Arid zones.

## INTRODUCCIÓN

La región patagónica condiciona el desarrollo vegetal por una marcada aridez, agravada por los fuertes vientos, elevados valores de salinidad y pH variable. Los fuertes vientos provenientes del sector oeste generan una alta tasa de evapotranspiración, con la consiguiente formación de salinas y salitrales en bajos y depresiones. A ello debe sumarse, las condiciones hidrogeológicas adversas, dadas por la circulación de aguas subterráneas que en muchos casos poseen una salinidad muy elevada (Hirtz et al, 1999).

Entre otras causas que pueden provocar la salinización del suelo, se encuentra la depositación de la sal del océano (Casas de Garibaldi, 1992) o el ascenso capilar y la evaporación continua, que se originan en los mallines, donde la napa freática se encuentra cerca de la superficie.

Los suelos afectados por contenidos salinos ocupan una gran extensión del área relevada debido a una conjunción de factores, como la cercanía al mar, la presión por pastoreo y la alta tasa de evaporación del agua del suelo.

Las principales variables que caracterizan a los suelos y determinan las especies vegetales presentes son, la salinidad y pH, estas variables influyen en la forma, composición y estructura de los mismos. Las sales provocan la formación de una costra salina blanca sobre la superficie del suelo, una estructura polvorienta en los primeros centímetros y la floculación de las arcillas restantes (Casas de Garibaldi, op. cit).

La conductividad eléctrica de suelos básicos es variable y el pH oscila entre 8,5 y 10,5. En estos suelos el exceso de sodio intercambiable causa un efecto perjudicial sobre las propiedades físicas y nutricionales de los suelos, lo que afecta el crecimiento de las plantas.

Los suelos salinos presentan generalmente un pH menor que 8. Este, depende de las

características del suelo, la concentración de dióxido de carbono disuelto y el contenido de humedad, al cual se efectúa la lectura y se encuentra influenciado por la composición de los cationes intercambiables, la naturaleza de los materiales, composición y concentración de las sales solubles y la presencia de yeso y carbonatos de metales alcalinotérreos (Allison et al., 1982).

La distribución de la vegetación natural, aunque está fuertemente influenciada por el suministro de nutrientes y el agua, también lo está por la presencia de ciertos elementos que pueden tener efectos perjudiciales sobre el desarrollo vegetal, por ejemplo Cu, Hg, Cd y otros cationes pesados.

Las sales en altas concentraciones manifiestan un efecto perjudicial sobre el desarrollo vegetal. Diferentes autores evaluaron el efecto de las sales solubles sobre especies cultivadas, en función de la alta variabilidad del comportamiento de las especies silvestres. FAO según Allison (op. cit) ha establecido diferentes categorías de salinidad, en base a la conductividad eléctrica del suelo. Cuando esta, se encuentra comprendida entre 0-2 mmhos/cm, los efectos sobre la vegetación son despreciables, pero cuando se presentan valores mayores a 16 mmhos/cm, solo los cultivos resistentes pueden tener rendimientos satisfactorios.

Therburg (Inédito), ha establecido valores de intervalos de variables físicas y biológicas para diferentes comunidades vegetales en ambientes salinos y Roig y Mendez (2003) especies para determinar comunidades indicadoras de condiciones ambientales en zonas áridas.

Los efectos de la salinidad sobre las comunidades vegetales puede medirse directamente mediante la obtención de la respuesta espectral del suelo desnudo, costras de sal, superficies degradadas por suelos

sódicos, acumulación en la superficie de materia orgánica, o indirectamente por la observación de la vegetación, ya que la concentración de las sales influye sobre las especies vegetales, la superficie cultivada y la calidad y desarrollo del cultivo.

García Rodríguez et al. (2007), considera que NDVI es muy útil para establecer el límite de la vegetación halófito y determinar la localización de suelos salinos, pero toda la información obtenida a partir de las imágenes satelitales debe ser complementada con salidas de campo.

Bertolami et al. (2008) y Paruelo et al. (1993), han analizado la relación entre el NDVI y la CV en diferentes comunidades vegetales de la región norte de Santa Cruz y sur de Chubut a gran

escala, pero no se han realizado a la fecha trabajos de campo en suelos salinos en la región. Por lo que el ajuste de las técnicas de procesamiento y el análisis de las imágenes satelitales se presentan como herramientas valiosas al momento de realizar la gestión de los recursos naturales.

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada al SE de la provincia de Chubut, en el Departamento de Escalante y se encuentra comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas:

45° 45' 10,7'' - 45° 58' 49,21'' Latitud sur  
67° 21' 17,6'' - 68° 13' 32,69'' Longitud oeste

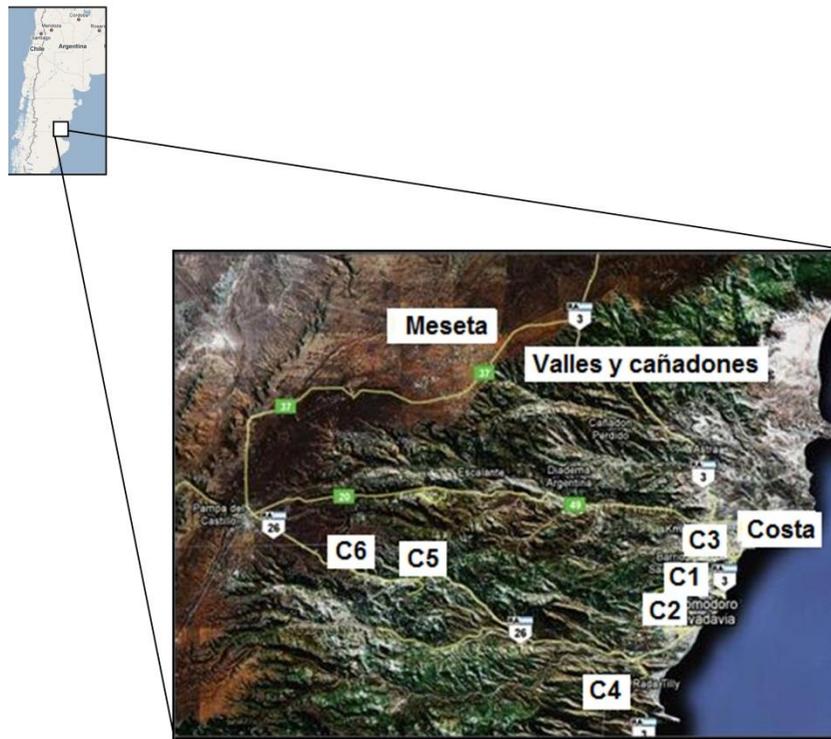


Figura 1. Imagen satelital con la ubicación de las unidades muestrales (C1-C6) y dos unidades geomórficas principales. Al NO de la imagen el área, de meseta y al E, la zona de valles y pedimentos.

Geomorfológicamente el área, presenta, tres unidades principales:

- Área de mesetas:

El sector más representativo se vincula con la denominada Pampa del Castillo, en la región oeste, conformada por una sucesión de terrazas de origen glacifluvial, conformando la citada Pampa, la más antigua y de mayor cota del paisaje y una serie de valles o cañadones que descienden desde la misma a la costa, en la región este.

- Área de valles y cañadones

Se instala inmediatamente al Este de la peneplanicie elevada de Pampa del Castillo como un área de disección por acción de valles fluviales y abundantes remanentes de niveles terrazados más modernos y progresivamente de menor cota, documentando una marcada degradación debida a la acción fluvial. La red de avenamiento se comporta como cuenca con drenaje atlántico con diseño subparalelo de los valles principales.

- Área de geoformas vinculadas con acción marina.

Son sectores de menor representatividad areal, ubicados al Este del área de estudio en la región de contacto océano –continente (Sciutto, 2008).

La vegetación de la zona fue descripta por Soriano (1980) y pertenece al Distrito del Golfo San Jorge, donde predominan las especies *Colliguaja integerrima* y *Trevoa patagonica*.

A los fines de la categorización climática del área de estudio se utilizó el índice de aridez (I.A.), que surge de relacionar la precipitación media anual (P) y la evapotranspiración potencial anual (ETP) (Tabla I), según la siguiente formula:

$$I. A. = P / ETP$$

Donde:

P: Precipitación media anual

ETP: Evapotranspiración potencial anual

De acuerdo a Salazar et al. (1991), el clima del área de estudio correspondiente a la costa, se encuentra en la zona climática del semiárido inferior y el área de meseta, pertenece a la zona climática, árido superior.

En la Tabla I se presentan los rangos de este índice, correspondientes al área de estudio.

Área	Intervalo P/ETP	Categoría
Costa	0.3 - 0.5	Semiárido inferior
Meseta	0.3 - 0.2	Árido superior

Tabla I. Índice de aridez (Salazar et al., 1991).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un relevamiento para identificar in situ la composición de cada comunidad registrándose las especies principales y acompañantes indicadoras de salinidad establecidas por Roig y Mendez (2003) y Therburg (Inédito). En cada ambiente se realizó un muestreo estratificado, donde se tomaron 5 unidades muestrales de suelo con vegetación halófito, las muestras fueron recogidas mediante un barrido de los primeros 20 cm de suelos.

La salinidad se midió en extractos de suelo 1:5, (100 gr de suelo en 500 ml de agua) con un conductímetro y fue expresada en mmhos/cm, a 25 °C, en las 30 muestras. Fueron promediados los valores de las cinco muestras de cada unidad muestral, para obtener un valor representativo.

Para clasificar el grado de salinización fue utilizado el criterio en base a la conductividad

establecidos por FAO (según Allison, op. cit), que consta de cinco categorías, con valores comprendidos entre 0 -16 mmhos/cm.

Se determinó el pH de 30 muestras, sobre extracto saturado 1: 5 (100 gr de suelo en 500 ml de agua), a 25 °C, con peachímetro eléctrico. Los valores fueron promediados para obtener un valor representativo del ambiente.

Para evaluar las comunidades vegetales se utilizó el método no destructivo Point Cuadrat Modificado (Passera et al., 1983), que permite evaluar con facilidad comunidades con diferente estructura. Mediante el mismo, se obtuvo la cobertura vegetal total (CV).

El análisis multivariado entre las variables físicas, pH, conductividad y las biológicas, NDVI y CV, se realizó mediante software (Sokal y Rohlf, 1986).

Para la obtención del NDVI se debieron realizar diferentes ajustes a las imágenes satelitales, para lo que se utilizó el SIG; IDRISI 2.0 (Eastman, 1997).

Las imágenes utilizadas fueron registradas por el satélite Landsat V, sensor TM. Las bandas utilizadas fueron 2, 3 y 4 correspondientes a los rangos 0,52 - 0,60 (verde); 0,63 - 0,69 (rojo); 0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$  (infrarrojo cercano), que presentan una resolución espacial de 30 x 30 m para cada píxel.

La corrección atmosférica de la imagen fue realizada, ya que la radiación electromagnética que arriba al sensor se ve afectada por los componentes de la atmósfera. En este trabajo, se utilizó la corrección del histograma por sus valores mínimos, donde se asume que áreas cubiertas con material de fuerte absorción deberían presentar una radiancia espectral muy próxima a cero, por lo que se le restó a los niveles digitales (ND) de cada banda, el ND mínimo de esa banda, situando de esta forma el origen del histograma en cero.

La corrección geométrica de la imagen permitió eliminar las anomalías espaciales. Para ello se procedió al establecimiento de puntos de control en el terreno por medio de un GPS (Global Positioning System). Se determinaron las coordenadas geográficas de 20 puntos de control, procurando que fueran fácilmente reconocibles en la imagen y se relacionaron con las coordenadas obtenidas de la imagen digital. Este procedimiento se realizó para cada una de las bandas. El tipo de interpolación usado fue "el vecino más próximo", que asigna a cada píxel el nivel digital más cercano en la imagen digital.

Las imágenes fueron relacionadas para obtener el índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), que resulta de dividir pixel a pixel los ND almacenados en dos bandas de la misma imagen. El empleo de éste cociente para discriminar masas vegetales deriva del peculiar

comportamiento radiométrico de las mismas (Chuvieco, 1990). El comportamiento espectral típico de la vegetación muestra una reducida reflectividad en la región electromagnética del espectro visible (especialmente la banda roja, 0,6 y 0,7  $\mu\text{m}$ ), elevándose al infrarrojo cercano (0,7 a 1,12  $\mu\text{m}$ ), para reducirse paulatinamente hacia el infrarrojo medio. Estas características espectrales se deben fundamentalmente a la acción de los pigmentos fotosintéticos, que absorben en el espectro visible, la estructura interna de la hoja y su contenido de humedad (Chuvieco, op. cit).

Por lo tanto, cuanto mayor es el contraste entre los ND de las bandas roja e infrarroja, mayor cobertura vegetal presentará la cubierta observada. Bajos valores de contraste, indican una vegetación enferma o senescente, hasta llegar a cubiertas sin vegetación, que ofrecen un contraste muy pequeño.

En este trabajo fue utilizado el NDVI, que según Chuvieco (op. cit), se define por la siguiente ecuación:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IRc} - \text{R}}{\text{IRc} + \text{R}}$$

En donde:

IRc: Reflectividad en el infrarrojo cercano.

R: Reflectividad en el rojo.

Una vez combinadas las bandas, se extrajeron valores de NDVI de cada ambiente de las imágenes satelitales, para relacionar con la CV.

## RESULTADOS

En la Tabla II se enumeran las especies vegetales presentes y las variables descriptas.

**Tabla II. Especies vegetales, pH, conductividad de cada unidad muestral.**

Especies vegetales de la comunidad	pH	Conductividad (mmhos/cm)	Categoría	Coordenadas geográficas	Amb.
Comunidad 1 (C1): <i>Atriplex lampa</i> y <i>Chuquiraga avellanadae</i> acompañantes <i>Grindelia chiloensis</i> , <i>Acantholippia seriphioides</i> y <i>Poa ligularis</i> .	7.59	0.15	No salino	45°51'43.3'' 67°53'38.9''	Costa

<i>Comunidad 2 (C2):</i> <i>Suaeda divaricata</i> acompañantes <i>Grindelia</i> <i>chiloensis</i> , <i>Stipa speciosa</i> , <i>Baccharis darwinii</i> y <i>Senecio</i> <i>filaginoides</i> .	7.6	0.63	No salino	45°50'26.6'' 67°53'38.9''	Costa
<i>Comunidad 3 (C3):</i> <i>Suaeda divaricata</i> y <i>Atriplex</i> <i>lampa</i> .	7.93	2.99	Ligerament e salino	45°47'0.9'' 67°24'33.9''	Costa
<i>Comunidad 4 (C4):</i> <i>Hypochoeris sp</i> y <i>Allenrollfea</i> <i>vaginata</i> , acompañantes <i>Suaeda divaricata</i> , <i>Distichlis</i> <i>spicata</i> y <i>Atriplex lampa</i> .	7.78	9.5	Muy salino	45°55'42.5'' 67°34'33.5''	Costa. (Laguna)
<i>Comunidad 5 (C5):</i> <i>Distichlis spicata</i> , acompañante <i>Juncus balticus</i> .	9.01	7.15	Salino	45°49'25.4'' 67°27'37.1''	Meseta (Mallín salado)
<i>Comunidad 6 (C6):</i> <i>Juncus balticus</i> , acompañantes <i>Acaena</i> <i>magellanica</i> .	7.58	7.28	Salino	45°49'25.6'' 67° 27'59.4''	Mallín dulce (Meseta)

Los suelos con menores concentraciones salinas corresponden a las comunidades de las especies *Atriplex lampa*-*Chuquiraga avellanadae* y *Suaeda divaricata* (C1-C2).

La C4 de *Hypochoeris sp* y *Allenrollfea vaginata* presentó la mayor concentración salina evidenciado con la formación de costras salinas en la superficie del suelo, lo que indica elevada resistencia a la salinidad por parte de las mismas. Las comunidades de *Distichlis spicata* y *Juncus balticus*, presentaron agua en superficie y los valores de conductividad obtenidos, fueron los correspondientes a la categoría, suelos salinos.

Los mayores valores de pH (cerca de 9), se presentaron en la C5 de *Distichlis spicata*. En el

resto de las comunidades, los valores variaron entre 7-8.

A partir del análisis de correlación múltiple, se encontró que el NDVI presenta una relación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) con la CV y una relación significativa ( $P < 0.05$ ) entre la conductividad y NDVI.

Debido a la correlación significativa entre las variables NDVI- CV, se calculó la regresión lineal, donde se consideró el NDVI como variable dependiente y la CV como variable independiente.

En la Figura 2 se muestra la recta de regresión que relaciona ambas variables.

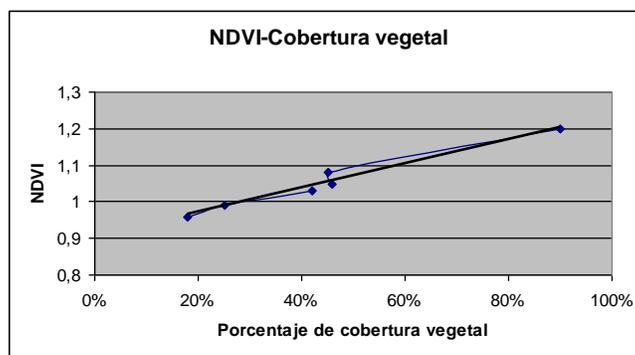


Figura 2. Regresión lineal NDVI- CV.

La relación lineal entre las variables se expresa según la siguiente ecuación:

$$\text{NDVI} = 0.3305 + 0.9052 \text{ CV}$$

De la relación obtenida se evidencia que cuando más elevado es el NDVI mayor es la CV presente en el área.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La región costera pertenece a la zona climática semiárido inferior, donde las precipitaciones son mayores, en comparación con la meseta, por lo que el agua disuelve las sales, se evapora rápidamente y deja a éstas en superficie, lo que provoca, entre otros factores, la salinización de los suelos. Comparando el sector costero con el área de mesetas, en un sentido regional, incide también la menor permeabilidad de los materiales del área costera, la recarga antrópica y la menor profundidad de los acuíferos, que, pese a comportarse mayormente como acuitados, se han ido cargando de sales en su recorrido descendente a partir de las terrazas y pampas que actúan como área de recarga y arriban a la zona costera como aguas salobres.

En su consecuente ascenso capilar en época estival, depositan sales en los niveles superiores del suelo.

La vegetación natural de las zonas áridas es de carácter xerófito y halófito. Éstos tipos de vegetación poseen adaptaciones locales que afectan el comportamiento espectral, como ser la gran cantidad de ramas y pocas hojas con contenidos de ceras y resinas que disminuyen la reflectividad en el infrarrojo cercano (Salinas de Salmuni et al., 2007). Pese a esto, se encontró que el porcentaje de CV, se relaciona con la energía reflejada en la porción del espectro electromagnético del infrarrojo cercano, que se puede visualizar a través de NDVI. Éste, actuó como un estimador de la cobertura vegetal. Como afirma Rodríguez García y Pérez (2007) la vegetación halófito indicadora de suelos salinos, se discrimina con los canales rojo e infrarrojo cercano y por lo tanto, con el índice de vegetación que se obtiene al relacionar estas bandas.

Por medio del análisis multivariado, se encontró que el porcentaje de CV presentó una correlación significativa y positiva con la conductividad, debido a que los ambientes están poblados de especies halófitas.

En cuanto a la utilización de las especies vegetales como indicadores de intervalos de salinización, se encontró que C1, C2 y C3 indican valores bajos de CE (< 3 mmhos/cm) como lo encontró Therburg (Inédito).

Las comunidades que presentaron valores altos de conductividad fueron C5 y C6, estas se encuentran en la meseta, donde el nivel freático se encuentra cerca de la superficie y los suelos están saturados de agua casi todo el año. Pero los mayores valores se observaron en las comunidades más resistentes (C4).

El mayor porcentaje de CV correspondió a la C4 de *Allenrofea vaginata* y *Hypochoeris sp.* Éstas logran desarrollarse en ambientes con conductividades cercanas a los 12 mmhos/cm, evidenciando la alta resistencia de estas especies.

Los mayores valores de pH, se observan en los mallines con *Distichlis spicata* (C5), ya que estos al morir, liberan ácidos orgánicos que se transforman en ácido carbónico y el sodio del organismo regresa al suelo en forma de carbonato de sodio, volviendo alcalino al suelo.

En relación al pH no fueron detectadas correlaciones significativas con otras variables, ya que el pH del suelo esta influenciado por diferentes variables como la composición de los cationes de cambio, la composición y concentración de sales solubles y por la presencia de yeso y carbonatos de metales alcalinoterreos. Como afirma Cucchi Oterino (1989), el grado de diversidad de estos factores hace difícil la obtención de correlaciones elevadas entre el pH y diversos factores de suelo considerados individualmente.

Algunas especies de vegetales que crecen en regiones semiáridas son indicadores muy eficientes, de las concentraciones de sales, aún cuando pueden tolerar grandes cantidades de sales y otras pueden sobrevivir en condiciones variables.

Los muestreos realizados confirman que los diferentes niveles de salinidad y pH que se presentan en cada comunidad, son posibles indicadores de las mismas o sea el desarrollo de las especies vegetales vario entres ciertos límites de las variables físicas, como lo observó Therburg (Inédito).

Sería necesario un análisis minucioso de las especies presentes, sus reflectividades, como así tan bien los respectivos niveles de tolerancia a las diferentes concentraciones de sales y pH.

Pero se evidenció que el reconocimiento vegetal puede ser útil para la evaluación de un área si existen datos cuantitativos disponibles de otras variables, como el suelo, la ecología, la fisiología de las plantas indicadoras y la respuesta espectral.

### BIBLIOGRAFÍA

- Allison, L.E., Brown, J.W & Hayward, H. E. 1982. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. México.
- Bertolami, M. A., Mendos, M. G. & González, L. V. 2008. Degradación de unidades de paisaje en el área del Golfo San Jorge (Chubut). *Naturalia patagonia* 4 (1). (Pág. 74-79).
- Casas de Garibaldi, S. 1992. Etude preliminaire d'utilisation de la teledeteccion et e'um SIG pour l'analyse de la salinite em perimetre irrigue. Universidad Paul Sabatier.
- Chuvienco, E. 1990. Fundamentos de la teledetección espacial. Ediciones Rialp S.A. España. (Pág. 448).
- Cuchi Oterino, J.A. 1989. Aportaciones al conocimiento de los suelos salinos de Aragón. Tesis doctoral. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- Eastman, R. 1997. Idrisi for Windows. Tutorial Exercise. Estados Unidos.
- Hirtz, N & Griznik, M. 1999. Salinización del ejido urbano de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Evaluación y propuesta de saneamiento. 1 st Joint Word Congress on Groundwater. UNPSJB (pág. 11).
- García Rodríguez, P y Pérez González, M.E. 2007. Suelos salinos en la cuenca del Rio Cigüeña (Cuenca alta del Guadina). *Revista de teledetección*. 27. (Pág. 53-58).
- Paruelo, J. M., M. R. Aguiar, R. A. Golluscio, R. J. C. León y G. Pujol. 1993. Environmental controls of NDVI dynamics in Patagonia based on NOAA- AVHRR satellite data. *Journal of Vegetation Science* 4. (Pág. 425-428).
- Passera, C. B, Dalmasso, A. D y Borsetto, O. 1983. Método de "Point Cuadrat Modificado". Taller de Arbustos Forrajeros para zonas áridas y semiáridas. SECYT. Buenos Aires. (Pág. 107).
- Roig, F., & E. Méndez, E. 2003. Detección y control de la desertificación. Ed. Fidel Roig. (Pág. 319-331).
- Salazar Lea Plaza, J. C., Godagnone, R. E. y Pappalardo, J. E. 1990. Atlas de suelo de la Republica Argentina. PNUD- INTA. Buenos Aires. (Pág. 337-392).
- Salinas de Salmuni, G., Velazco, I. 2007. Comportamiento estacional de las coberturas de suelos en ambientes áridos. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Brasil. INPE. (Pág. 363-370).
- Sciutto, J. 2008. Hoja Geológica 4569-IV. Escalante. Provincia de Chubut. SEGEMAR. (Pág. 76).
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1986. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume. Ediciones, New Cork. (Pag 823).
- Soriano, A. 1980. Biogeografía de América Latina. Secretaria general de la OEA. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington, D.C. (Pág. 108).
- Therburg, A. Inédito. Problemas de salinización en zonas áridas y semiáridas. II Curso latinoamericano de desertificación. IADIZA. (Pág. 7).

## Artículo Científico

### CARACTERIZACION DE TRAUSTOQUITRIDIOS (LABYRINTHULOMYCETES, HETEROKONTA) DE ZONAS DEL LITORAL DEL GOLFO SAN JORGE SOMETIDAS A CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

### CHARACTERIZATION OF THRAUSTOCHYTRIDS (LABYRINTHULOMYCETES, HETEROKONTA) FROM SAN JORGE GULF COAST AREAS SUBJECT TO OIL CONTAMINATION

Rosa, S.<sup>1,2</sup>, Carstens, M. R.<sup>3</sup>, Púrpura, R.<sup>3</sup>, Arrúa Day P.<sup>1</sup>, Galvagno M. A.<sup>2,4</sup>, Vélez C.<sup>2</sup>, Rost R.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, IIB-CONICET, Universidad Nacional de San Martín, Av. Colectora General Paz 5445, (1650) Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> PRHIDEB-CONICET, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires

<sup>3</sup> Departamento de Industrias, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ruta Prov. N° 1 Km 4, 9000 Comodoro Rivadavia, Chubut.

\* Email: erost@unpata.edu.ar

<sup>4</sup> Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Pabellón de Industrias, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires.

#### RESUMEN

Los traustoquitridios son organismos unicelulares de interés actual por su capacidad de producción de ácidos poliinsaturados omega 3, en particular del ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6, n-3), y por su participación como agentes degradadores de hidrocarburos. Se realizaron tareas de muestreo de material en descomposición en zonas de la costa cercana a los puertos de embarque de petróleo de Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova, ubicados en el Golfo San Jorge (Patagonia argentina), comprobándose la existencia de microorganismos de este orden. Desarrollando las etapas pertinentes a su aislamiento e identificación se obtuvieron 8 cepas con rasgos morfológicos diferenciables y empleando diferentes condiciones de cultivo se obtuvieron las biomásas de 7 de ellas en cantidad suficiente para determinar sus perfiles de ácidos grasos de modo de contar con información relevante para su caracterización.

**Palabras Clave:** Ácidos grasos, DHA, Golfo San Jorge, Labyrinthulomycetes, Traustoquitridios

#### ABSTRACT

Thraustochytrids are unicellular organisms of particular interest for their capacity to produce polyunsaturated fatty acids (PUFAs), in particular docosahexaenoic acid (DHA, C22:6, n-3), and their aptitude to degrade petroleum hydrocarbons. Several samples of material in decomposition were taken in shore areas close to the ports of Comodoro Rivadavia and Caleta Córdova, sites of shipment of the oil produced in the San Jorge Gulf (Patagonia Argentina), checking the existence of these microorganisms. 8 strains with differentiable morphologic aspects were obtained after completed the isolation tasks and, rehearsing in different media culture, the biomass of 7 of them was possible to produce in order to determine their fatty acids profiles, which are relevant for thraustochytrids characterization.

**Keywords:** DHA, Fatty acids, Labyrinthulomycetes, San Jorge Gulf, Thraustochytrids

## INTRODUCCIÓN

La clase Labyrinthulomycetes comprende microorganismos unicelulares heterotróficos protistas en su mayoría de origen marino, encontrándose comúnmente sobre material vegetal y algal en descomposición. Se caracterizan por la presencia de una red ectoplasmática conformada por finos filamentos, la cual es desarrollada a partir de una organela única y distintiva de este grupo, el sagenogen. Dentro de este clado pueden distinguirse tres grupos u órdenes: labirintúlidos, aplanoquitridios y traustochytridios, con diferencias notorias en la ubicación de las células en la red ectoplasmática y su movimiento en la misma. En los últimos, las células se unen al sustrato mediante la red sin que ésta las envuelva completamente (Pokorny, 1967; Olive, 1975; Moss, 1986; Fuller y Jaworski, 1987; Porter, 1990; Ulken, 1990; Raghukumar, 1996, 2002 y Dick, 2001).

La identificación taxonómica de traustochytridios se ha basado tradicionalmente en los rasgos morfológicos de sus células en los diferentes estadios del ciclo de vida, observados en cultivos en granos de polen y agua de mar (Gaertner, 1972). De acuerdo a ellos, el orden Thraustochytriales comprende 5 géneros que se diferencian en base a las características de los esporangios y el modo de producción de zoosporas. El género *Thraustochytrium* se identifica por la división directa en zoosporas del protoplasto del esporangio; en *Ulkenia* ocurre una liberación del protoplasto del esporangio en estado ameboidal antes de la división en zoosporas; *Althornia* sólo se distingue por la ausencia de la red ectoplasmática; *Schizochytrium* se diferencia del resto por presentar células vegetativas con división binaria mientras que *Japonochytrium* por la presencia de un esporangio con apófisis. Sin embargo, la aplicación de estos criterios para la identificación de nuevos aislamientos ha presentado numerosos inconvenientes en cuanto a su superposición (Booth and Millar 1968) y variabilidad bajo diferentes condiciones nutricionales (Gaertner, 1972). Adicionalmente los estudios de filogenia molecular de Honda y colaboradores (1999), basados en las secuencias de los genes que codifican para la subunidad pequeña del RNA ribosomal (18S rRNA) demostraron que ninguno de los tres principales géneros de traustochytridios constituye un grupo monofilético, de lo que se desprende que no serían taxones naturales. Por estos motivos, la determinación taxonómica de los traustochytridios a nivel genérico es conflictiva, se encuentra

actualmente bajo revisión y requiere necesariamente de la realización de otros tipos de determinaciones.

Un primer aporte para la resolución de esta problemática ha sido el realizado por Huang *et al.* (2001 y 2003) proponiendo la utilización del perfil de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) como rasgo diagnóstico, debido a su fuerte correlación con los linajes filogenéticos. Posteriormente, Yokohama y Honda (2007) y Yokohama *et al.* (2007) aportaron nueva información estudiando la correlación filogenética entre caracteres morfológicos, bioquímicos y moleculares para hacer un arreglo taxonómico de los géneros *Schizochytrium* y *Ulkenia*. Del primero de ellos se distinguieron 3 grupos filogenéticos según estudios basados en la secuencia del gen 18S rRNA, que se distinguían también tomando en cuenta sus características morfológicas, sus perfiles de PUFAs y pigmentos carotenoides en forma combinada. La contribución más interesante de estos trabajos es que establecen una metodología confiable basada en el perfil de PUFAs y la secuencia de gen 18S rRNA.

Desde el punto de vista de su empleo en beneficio del hombre, los traustochytridios han despertado recientemente un significativo interés en el área de la biotecnología debido a su capacidad para producir PUFAs omega 3, en particular el ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6 n-3) (Lewis *et al.*, 1999). De acuerdo a estudios clínicos, el DHA juega un papel importante en el desarrollo y el mantenimiento de las células que componen las membranas de cerebros y retinas de mamíferos (Martínez, 1992). Se ha encontrado que en el hombre su presencia tiene efectos positivos en enfermedades vinculadas con hipertensión, artritis, arterosclerosis, depresión, trombosis y cáncer (Horrocks y Yeo, 1999). Por lo tanto, constituye un nicho industrial y comercial interesante en la producción de suplementos dietarios, cuya demanda es creciente a nivel mundial.

Simultáneamente, se cuenta con evidencias de que los traustochytridios tienen capacidad para desarrollarse en sitios contaminados por hidrocarburos y que actúan como agentes de degradación de los mismos (Raikar *et al.*, 2001). Los hidrocarburos que pueden encontrarse en zonas afectadas por procedencia natural o artificial (como es el caso de la polución crónica que existe en zonas aledañas a los puertos de embarcación de petróleo), son normalmente degradados por la intervención de una gran variedad de microorganismos. Éstos actúan en asociación con preferencias individuales en una u

otra de las especies químicas presentes en el petróleo: saturados o alifáticos, incluyendo parafínicos (n-alcanos y alcanos ramificados), naftenos (cicloalcanos), aromáticos y asfaltenos. Por ello, se entiende que una población mixta de microorganismos puede ser más eficiente en las acciones de biorremediación de zonas contaminadas, y es en este contexto que se ha considerado de interés iniciar estudios en la determinación del potencial de los traustoquitridios como agentes degradadores de hidrocarburos.

La primera referencia de exploración de la presencia de traustoquitridios en Argentina ha sido la de Rosa *et al.* (2006), registrándose tres especies a partir de muestras obtenidas en dos localidades de la Provincia de Buenos Aires.

La información contenida en el presente artículo corresponde a muestras recolectadas en sitios determinados de la costa central del Golfo San Jorge, aledaños a los puertos de embarque de petróleo de Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova. Esta zona geográfica constituye históricamente la más antigua e importante fuente de esta materia prima de Argentina con transporte por mar a los sitios de procesamiento. A partir de estas muestras se realizaron las tareas concernientes al aislamiento y la reproducción en condiciones de laboratorio de traustoquitridios, realizándose la caracterización

mediante criterios morfológicos de 8 especies. Posteriormente fue posible cultivar con éxito, ensayando en diferentes condiciones, la biomasa mínima necesaria para proceder a la determinación de los perfiles de ácidos grasos de 7 de las especies aisladas. Los resultados obtenidos permitieron entonces verificar la existencia de una variedad de estos microorganismos, constatándose una importante presencia de DHA dentro de los ácidos grasos determinados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de muestras

Las muestras de agua con materia orgánica (vegetal, algal y animal) en descomposición se recolectaron en recipientes plásticos estériles de 50 ml en diciembre de 2006. En la tabla I se indica la localización geográfica de los sitios de muestreo. Los mismos fueron seleccionados en función de las mayores posibilidades de contaminación por hidrocarburos: zona de influencia de la desembocadura del arroyo La Mata (vertiente de origen en el Yacimiento El Tordillo; sitios a, b y c), su cercanía a los puertos de embarque de crudo (sitios d y e) y de almacenamiento de crudo (sito f). Todos ellos altamente perturbados por la actividad antropogénica.

Sitio de muestreo	
a. Laguna de Rada Tilly:	45°55'35''S; 67°34'15''O
b. Litoral marítimo de Rada Tilly:	45°56'35''S; 67°33'20''O
c. Arroyo La Mata:	45°54'10''S; 67°36'40''O
d. Litoral marítimo de C. Rivadavia:	45°50'40''S; 67°28'10''O
e. Litoral marítimo de C. Córdova:	45°44'20''S; 67°22'40''O
f. Laguna de C. Córdova:	45°45'10''S; 67°22'50''O

**Tabla I.** Situación geográfica de los sitios de muestreo. Todos corresponden a ambientes salinos: costa marítima y terrenos lindantes con aguas salinas.

### **Aislamiento y medios de cultivo**

Una porción del material recolectado en cada muestra (aproximadamente 15 ml) se dispuso en placas de Petri (de 90 mm de diámetro) y se agregaron como cebo granos de polen (*Pinus* sp o *Liquidambar* sp) y/o larvas de *Artemia persimilis* muertas con calor (ca. 100°C durante 5 minutos), así como antibióticos (penicilina  $4 \times 10^5$  U l<sup>-1</sup> y estreptomycin 250 mg l<sup>-1</sup>). Una vez que los cebos fueron colonizados, éstos se transfirieron a medio agarizado suplementado con antibióticos en la concentración indicada previamente. Se utilizaron medios de cultivo estándares para traustoquitridios: SSA (1,00 % de suero de caballo, 1,20% agar, 1,75% sal de mar artificial) o GPY (2,00% D-glucosa, 1,00% peptona, 0,50% extracto de levadura, 2,00% agar, 1,75% sal de mar artificial) o modificaciones de los mismos.

Las colonias individuales de traustoquitridios obtenidas luego de 4 a 7 días de incubación se transfirieron sucesivamente a los mismos medios hasta obtener cultivos puros. La pureza de los aislamientos se verificó observando el aspecto de las colonias (color, elevación, superficie, tamaño celular) en medio sólido bajo una lupa binocular Arcano (20X) y el proceso de zoosporulación en agua de mar y cebos utilizando un microscopio Kar Zeiss (400X). En todos los casos, se incubó a temperatura de 25°C.

Las cepas obtenidas se encuentran depositadas en la Colección de Cultivos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (BAFCcult.), Universidad de Buenos Aires, manteniéndose criopreservadas a -70° C., dado el corto tiempo de vida de los cultivos (entre dos y tres semanas desde el repique). Para ello se colocó una pequeña porción de agar colonizado en tubos eppendorf con 1 ml de medio líquido adicionado con glicerol (concentración final 10% v/v).

### **Caracterización morfológica y determinación taxonómica tradicional**

Para observar la morfología de las células vegetativas y el proceso de formación de zoosporas (criterio taxonómico relevante para la identificación de estos organismos) las cepas se sembraron en agua de mar (solución de 1,75% de sal de mar artificial) con granos de polen en calidad de cebo y se incubaron a 25 °C. Para la clasificación se siguió el criterio de Dick (2001). Las determinaciones se presentan a nivel genérico, indicándose la especie sólo en aquellos casos en los que no se observaron superposición y/o ausencia de rasgos diagnósticos. Debido a lo problemático de la identificación taxonómica de estos organismos, las determinaciones se

presentan con el estatus de *affinis*. Se tomaron fotografías empleando un microscopio Kar Zeiss provisto de óptica DIC.

### **Obtención de biomasa**

A los fines de la obtención de biomasa para proceder a su caracterización mediante la determinación del contenido de PUFAs, se investigó el crecimiento de las cepas en frascos agitados de 100 ml conteniendo 20 ml del medio de cultivo de aislamiento. Los cultivos se incubaron con agitación rotacional (100 rpm) y 25° C durante 10 días. Para aquellas cepas que no prosperaron en tales condiciones se realizaron cultivos con agitación horizontal (100 oscilaciones por minuto - opm) y temperaturas de incubación inferiores (18°C) o cultivos en medio sólido. Las células obtenidas fueron lavadas 3 veces con agua destilada, se liofilizaron y almacenaron en recipientes herméticos para su procesamiento posterior.

### **Determinación del perfil de ácidos grasos**

Los ácidos grasos extraídos de la biomasa se determinaron por cromatografía gaseosa previa derivatización de los mismos. Para este propósito se optó por el método de transesterificación directa propuesto por Lepage y Roy, 1986, que permite la utilización directa de la biomasa seca efectuándose simultáneamente un proceso de "clean-up". Se trataron aproximadamente 10 mg de biomasa seca de cada especie con un solución de cloruro de acetilo y metanol en la proporción 1:20 v/v. Se extrajeron los ésteres con hexano en presencia de agua y esta solución fue separada y llevada a seco por evaporación con corriente de nitrógeno. El extracto fue resuspendido en 100 µl de hexano para su análisis mediante cromatografía en fase gaseosa.

La determinación de ácidos grasos esterificados se realizó en un cromatógrafo Hewlett Packard 5890A con detector de ionización de llama (FID) y una columna capilar Thermo Scientific TR-FAME de 30 m de longitud, 0,25 mm de diámetro y 0,25 µm de espesor de fase fija. La temperatura de horno inicial fue de 120°C durante 2 min, seguido de un gradiente de 3°C/min hasta 220° y permanencia en la temperatura final de 5 min. El gas portador fue hidrógeno, caudal 0,6 ml/min y "split" de 1/25. Las temperaturas del "port" de inyección y del detector fueron de 220 y 250°C, respectivamente.

La cuantificación de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAMES) se realizó empleando ácido nonadecanoico (19:0) Sigma como patrón interno, agregando 0,125 mg a cada muestra antes del proceso de esterificación metílica. La

identificación de ácidos grasos se realizó tomando de referencia mezclas patrón certificadas Supelco (FAME Mix 37, 18919) y Nu-Chek (FAME Mix 569).

### RESULTADOS

Se aislaron 8 cepas de traustochytridios a partir de muestras de materia orgánica, con presencia de hidrocarburos en algunas de ellas,

recolectadas en el litoral marítimo de Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova. Las observaciones del desarrollo de los aislamientos en granos de polen (tabla II) permitieron establecer que las cepas denominadas internamente S2sp, S2rc, S6, S7 y S12 pertenecen al género *Thraustochytrium*, mientras que S1 y S3 se asignaron al género *Ulkenia* y la cepa S8 al género *Schizochytrium*.

BAFCult	Cepa	Sitio	Ambiente	Identificación
3481	S1	a	Laguna salina	<i>Ulkenia</i> aff. <i>visurgensis</i>
3482	S2sp	e	Litoral marítimo en pleamar	<i>Thraustochytrium</i> sp. (nf)
3483	S2rc	e	Litoral marítimo en pleamar	<i>Thraustochytrium</i> sp. (nf)
3484	S3	a	Laguna salina	<i>Ulkenia</i> aff. <i>visurgensis</i>
3485	S6	b	Intermareal rocoso	<i>Thraustochytrium</i> aff. <i>kinnei</i>
3486	S7	c	Arroyo salino	<i>Thraustochytrium</i> sp (nf)
3487	S8	f	Laguna salina seca	<i>Schizochytrium</i> sp
3488	S12	d	Zona de deposición supralitoral	<i>Thraustochytrium</i> sp. (nf)

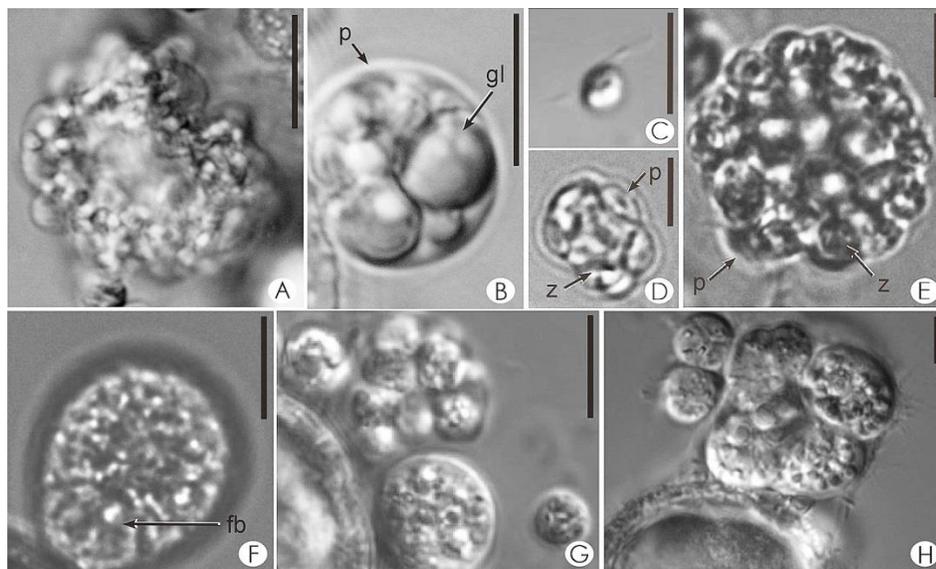
(nf): ausencia de fundamento basal.

**Tabla II.** Identificación de las especies aisladas. Se indica en la primera columna el número de acceso de la Colección de Cultivos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (BAFCcult) de la Universidad de Buenos Aires, donde se encuentran depositadas a los efectos de preservación. Luego se indica el código interno de laboratorio asignado en relación a la muestra recogida, la localización geográfica del sitio de muestreo (de acuerdo a la tabla I) y sus características ambientales. Por último, se presenta la identificación biológica de las cepas aisladas.

La figura 1 presenta imágenes microfotográficas de las cepas aisladas, que ilustran sobre algunos de los rasgos morfológicos típicos de estos microorganismos, así como aquellos particulares empleados para su identificación. Así, se tiene el protoplasto ameboidal con clivaje irregular diagnóstico de la especie *Ulkenia visurgensis* (Fig 1A). En todos los casos se registraron zoosporas heterocontas (Fig 1C) y células vegetativas de diversos tamaños creciendo sobre los cebos (Fig 1G y H),

las que en algunas cepas, como S1, presentaron una gran acumulación de aceite (Fig 1B).

Las cepas identificadas como *Thraustochytrium* sp. pudieron diferenciarse en base al tamaño de sus esporangios (Fig 1D y E) y/o por la presencia de fundamentos basales. Esta última estructura se observó únicamente en la cepa S6 (Fig 1F), la cual presentó además clivaje radial del protoplasto y persistencia de la pared celular en la base del esporangio luego de la liberación de las zoosporas, motivo por el cual pudo ser asignada a *Thraustochytrium kinnei*.



**Figura 1.** Rasgos morfológicos de las cepas aisladas. A-B: Cepa S1. A: Protoplasto ameboidal ya liberado del esporangio. B: Célula vegetativa con gran contenido de aceite. C: Cepa S3, zoospora heteroconta. D-E: Esporangio con las zoosporas nadando en su interior. D: Cepa S2sp. E: Cepa S2rc. F: Cepa S6, esporangio dentro del cual puede diferenciarse un fundamento basal. G-H: Células vegetativas de diferente tamaño creciendo sobre grano de polen. G: Cepa S7. H: Cepa S12 Abreviaturas: fb, fundamento basal; gl, gútula lipídica; p, pared celular; z, zoospora. Las escalas indican 10  $\mu$ m.

A los efectos de la obtención de biomasa para su caracterización por perfil de PUFAs, la cepa S2rc prosperó con agitación de 100 rpm y temperatura de 25°C, mientras que S3 y S7 lo hicieron con agitación a 100 rpm y a temperaturas no superiores a 18°C. Con S12 y S2sp se obtuvieron buenos resultados en ensayos con agitación horizontal (100 oscilaciones por minuto) y a temperaturas de 25°C. Para la cepa S1, en cambio, se requirió la realización de cultivos en medio sólido. Con la cepa S8 se tuvieron problemas de contaminación bacteriana que no permitieron su inclusión en los siguientes ensayos.

La tabla III presenta la composición del contenido en PUFAs determinado en cada una de las 7 especies cultivadas con éxito, involucrando los ácidos de cadena larga (más de 20 carbonos) y con 3 o más insaturaciones,

siguiendo la metodología empleada por Huang *et al.* (2001, 2003) y adoptada por otros investigadores como Yokohama y Honda (2007) y Yokohama *et al.* (2007) a los efectos de la caracterización bioquímica de estos microorganismos. De acuerdo a las especies químicas determinadas en la biomasa de las cepas cultivadas, se tomaron en cuenta a los objetos del presente trabajo los ácidos eicosatrienoico omega 6 o dihomo- $\alpha$ -linolénico (ETA; C20:3, n-6); eicosatetraenoico o araquidónico (AA; C20:4, n-3), eicosapentaenoico (EPA; C20:5, n-3), docosatrienoico (DTA; C22:3, n-3), docosapentaenoico (DPA, C22:5, n-3 y n-6) y docosahexaenoico (DHA; 22:6, n-3). Como información adicional, la misma tabla indica en su última columna, el porcentaje en peso del total de ácidos grasos determinados en biomasa.

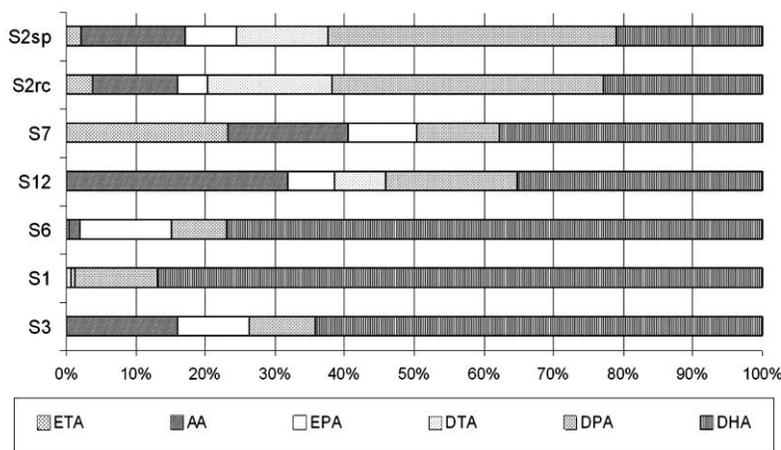
Cepa	Identificación	ETA	AA	EPA	DTA	DPA	DHA	%F/B
S2sp	<i>T. sp.</i>	0,92	6,62	3,24	5,77	18,20	9,30	5,81
S2rc	<i>T. sp.</i>	0,86	2,72	0,99	3,99	8,77	5,15	7,21
S7	<i>T. sp.</i>	3,41	2,53	1,48	0,00	1,73	5,56	13,81
S12	<i>T. sp.</i>	0,00	5,42	1,14	1,24	3,24	6,00	7,81
S6	<i>T. aff.. kinnei</i>	0,21	0,98	7,86	0,00	4,78	46,31	8,5
S1	<i>U. aff. vis.</i>	0,00	0,00	0,22	0,14	3,49	25,48	11,93
S3	<i>U. aff. vis.</i>	0,00	2,33	1,48	0,00	1,39	9,30	11,84

**Tabla III.** Contenido de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en las cepas cultivadas: ácidos eicosatrienoico (ETA; C20:3, n-6), araquidónico (AA; C20:4, n-6), eicosapentaenoico (EPA; C20:5, n-3), docosatrienoico (DTA; C22:3, n-3), docosapentaenoico (DPA; C22:5, n-3 y n-6) y docosahexaenoico (DHA; C22:6, n-3), indicado en porcentaje en peso (% p/p) sobre el total de ácidos grasos determinados. En la última columna se indica el porcentaje en peso del total de ácidos grasos en biomasa (% F/B).

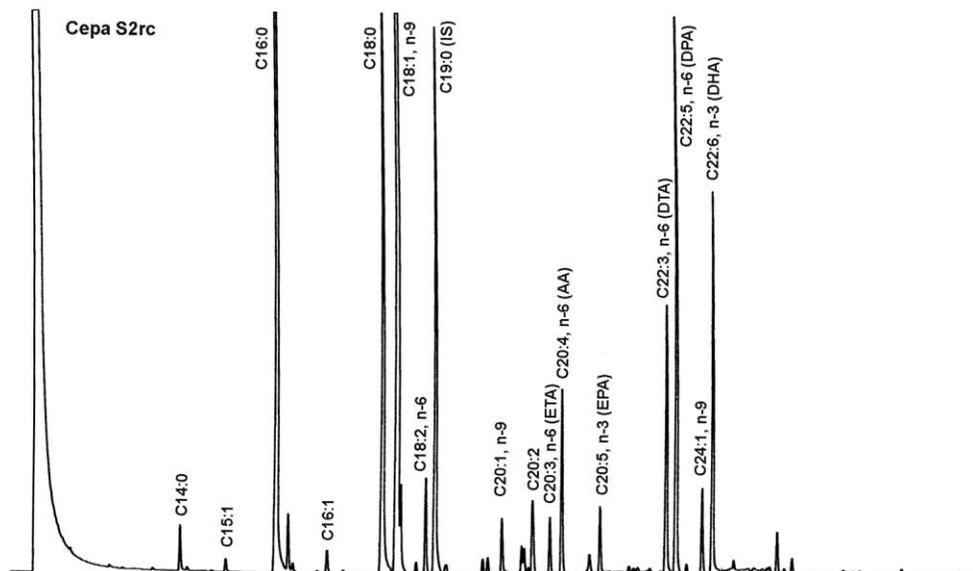
La figura 2 presenta esquemática y comparativamente las distribuciones de PUFAs de cadena larga expresadas como porcentaje en peso sobre la suma de los ácidos grasos involucrados en el análisis.

Aparte de los ácidos mencionados en el párrafo anterior, de acuerdo a lo que puede observarse en la figura 3, que presenta en

calidad de ejemplo típico el cromatograma obtenido de la cepa S2rc, en todos los casos se ha observado la presencia mayoritaria de los ácidos grasos saturados palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0), además del insaturado oleico (C18:1, n-9) y cantidades pequeñas de los insaturados gadoleico (C20:1, n-9), eicosadienoico (C20:2) y nervónico (C24:1, n-9).



**Figura 2.** Gráfico comparativo de los perfiles de PUFAs de cadena larga (ETA, AA, EPA, DTA, DPA y DHA, nombres de acuerdo a tabla III) de los traustoquiritridios identificados, de acuerdo al esquema empleado por Huang *et al.* (2001, 2003).



**Figura 3.** Cromatograma de identificación cuantitativa de ácidos grasos derivatizados (FAMES) correspondiente a la cepa S2rc. Se puede observar la presencia de PUFAs de cadena larga, en particular de ETA, AA, EPA, DTA, DPA y DHA (nombres de acuerdo a lo indicado en la tabla III). Los otros ácidos grasos con gran presencia son el palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C18:1, n-9). El ácido nonadecanoico (C19:0) ha sido incluido como patrón interno a efectos cuantitativos.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En este trabajo se describe en primer lugar la existencia de traustochytridios en todos los ambientes que fueron muestreados. Entre las 8 cepas que se aislaron, 4 de ambientes marinos y 4 de sitios sin conexión directa con el mar, se encontraron diferencias morfológicas, fisiológicas y químicas que avalan su tratamiento como diferentes especies.

Así, las dos cepas que se identificaron como *U. visurgensis*, más allá de compartir los rasgos morfológicos en granos de polen, presentaron importantes diferencias fisiológicas que se reflejaron en las condiciones que se emplearon para su cultivo, con un crecimiento muy acotado por parte de la S1 en medio sólido.

En lo que concierne a las cepas asignadas al género *Thraustochytrium*, con excepción de la S6, ninguna de las restantes muestra fundamento basal. En particular, la S2rc se diferenció del resto en que sus esporangios fueron de mayor tamaño, siendo la única que creció en las condiciones estándar de cultivo con agitación de 100 rpm y a 25°C..

En relación con el contenido de PUFAs, realizando la comparación de los perfiles construidos con los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (siguiendo la metodología

empleada por Huang y tal como se presenta en la figura 2) se observaron variaciones importantes. Entre las especies del género *Thraustochytrium* se encontraron valores similares de contenido de DPA (del orden del 40%), y la proporción de los otros ácidos involucrados, en las cepas S2sp y S2rc, lo que las diferencia a su vez de S7 y la S12. La cepa S7 presentó un notable contenido de ETA (más del 20%) que no se observó en ninguna de las otras, mientras que el perfil de la S12 muestra más del 30% de AA y sin presencia de ETA. La cepa S6 identificada como *T. aff. kinnei* se diferenció notoriamente en este rasgo respecto de las anteriores, con un muy alto contenido de DHA (más del 70%).

Por su parte, las cepas S1 y S3 presentaron un porcentaje muy alto de DHA (más del 60%) distintivos del género *Ulkenia sensu stricto*, con presencia de DPA. Para este caso, la especie tipo es *Ulkenia visurgensis*, y coincidentemente, S3 fue identificada como tal mediante los estudios morfológicos. Mientras tanto, esta misma cepa presentó valores del contenido de AA y EPA que no se repitieron con S1, lo cual fue tomado como sustento suficiente para afirmar que se trata de diferentes especies de *Ulkenia*.

De todo lo anterior se deduce finalmente, que existe una presencia importante de traustochytridios en las zonas costeras centrales del Golfo San Jorge en donde se encuentran las

condiciones ambientales descritas y, de acuerdo a la diferenciación que fue posible realizar sobre la base de los aspectos involucrados en el análisis, con una interesante diversidad de especies.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece los soportes financieros otorgados por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (PI 627) y por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (OATs 70/07 y 65/08).

#### BIBLIOGRAFIA

- Booth, T. & C. E. Millar, 1969. Morphological development of an isolate of *Schizochytrium aggregatum*. *Can. J. Bot.*, **47**: 2051–2054
- Dick, M. W., 2001. *Straminipilous Fungi*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Fuller, M. S. & A. Jaworski (eds.), 1987. *Zoosporic fungi in teaching and research*. Southeastern Publishing Corporation, Athens, Georgia.
- Gaertner A., 1972. Characters used in the classification of thraustochytriales fungi. *Veroeff. Inst. Meeresforsch Bremerhav.* **13**: 183-194.
- Horrocks, L. A. & Y. K. Yeo, 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacol Res.*, **40**: 211–225.
- Huang, J., T. Aki, K. Hachida, T. Yokochi, S. Kawamoto, S. Shigeta, K. Ono & O. Suzukia, 2001. Profile of Polyunsaturated Fatty Acids Produced by *Thraustochytrium* sp. KK17-3. *Jacos*, **78**: 6, 605-610.
- Huang, J., T. Aki, T. Yokochi, T. Nakahara, D. Honda, S. Kawamoto, S. Shigeta, K. Ono & O. Suzuki, 2003. Grouping newly isolated docosahexaenoic acid-producing *Thraustochytrids* based on their polyunsaturated fatty acid profiles and comparative analysis of 18S rRNA genes. *Mar. Biotechnology*, **5**: 450–457.
- Lepage, G. & C. Roy, 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one step reaction, Notes on Methodology. *J. Lipid Res.*, **27**: 114-120.
- Lewis T. E., P. D. Nicholson & A. McMeekin, 1999. The biological potential of thraustochytrids. *Mar. Biotechnology*, **1**: 580-587.
- Martinez, M., 1992. Tissue levels of polyunsaturated fatty acids during early human development. *J. Pediatr.*, **120**: 129–138.
- Moss, S. T., 1986. Biology and phylogeny of the Labyrinthulales and thraustochytrials, pp 105-129, en S.T. Moss (ed.), *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Olive, L. S., 1975. *The Mycetozoan*. Academic Press, New York.
- Pokorny, K. S., 1967. *Labyrinthula*. *J. Protozool.*, **14**: 697-708.
- Porter, D., 1990. Phylum Labyrinthulomycota, pp. 338-398, en L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkonian & J. Chapman (eds.), *Handbook of Protoctista*. Jones & Barlett Publishers, Boston.
- Raikar, M. T., S. Raghunkumar, V. Vani, J. J. David & D. Chandramhan, 2001. Thraustochytrid protists degrade hydrocarbons. *Indian J. Marine Sciences*, **30**: 139-145.
- Rosa, S.; M. A. Galvagno y C. Vélez, 2006. Primeros aislamientos de thraustochytriales (Labyrinthulomycetes, Heterokonta) de ambientes estuariales y salinos de la Argentina. *Darwiniana*, **44**(1): 81-88.
- Ulken, A., 1990. Marine thraustochytrids and chytridiomycetes in the North Sea area and in selected other regions. J. Cramer, Berlin.
- Yokoyama, R. & D. Honda, 2007. Taxonomic rearrangement of the genus *Schizochytrium* sensu lato based on morphology, chemotaxonomic characteristics, and 18S rRNA gene phylogeny (Thraustochytriaceae, Labyrinthulomycetes): emendation for *Schizochytrium* and erection of *Aurantiochytrium* and *Oblongichytrium* gen. nov. *Mycoscience*, **48**: 199-211.
- Yokoyama R., B. Salleh & D. Honda, 2007. Taxonomic rearrangement of the genus *Ulkenia* sensu lato based on morphology, chemotaxonomical characteristics, and 18S rRNA gene phylogeny (Thraustochytriaceae, Labyrinthulomycetes): emendation for *Ulkenia* and erection of *Botryochytrium*, *Parietichytrium*, and *Sicyoidochytrium* gen. nov. *Mycoscience*, **48**: 329-341.

## Artículo Científico

### ELEMENTOS TRAZA EN CUARZO Y FLUORITA DE LOS DEPÓSITOS EPITERMALES DEL SECTOR ORIENTAL DEL MACIZO DEL DESEADO.

### TRACE ELEMENTS IN QUARTZ AND FLUORITE OF THE EPITHERMAL DEPOSITS, EASTERN SECTOR OF DESEADO MASSIF.

**Nillni, A.**

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.  
Email: adriananillni@yahoo.com.ar

#### RESUMEN

Se caracterizaron a través del estudio de los elementos traza, los minerales de ganga, cuarzo y fluorita, que pertenecen a depósitos epitermales caracterizados como de baja sulfuración, los cuales se localizan en el sector oriental del Macizo del Deseado, y se compara la fluorita con su equivalente en el Macizo de Somun-Curá. Se utilizaron a tal fin un microscopio de catodoluminiscencia (CL) que permitió diferenciar sectores o zonas dentro de un mismo cristal, una microsonda electrónica CAMECA SX 50, con la cual se obtuvo el contenido de Al en cuarzo, y activación neutrónica (INAA) junto con plasma acoplado inductivamente-espectrometría de masa (ICP-MS) para la medición de elementos traza en fluorita. Cuarzo con zonación presenta colores de CL azules bastante permanentes y amarillos en zonas alternantes, cuarzo granular y pseudomórfico presenta color amarronado. Las zonas de color azul han arrojado los mayores contenidos en Al (1500 a 3000 ppm), y las zonas amarillas o amarronadas, valores menores de hasta 200 ppm. Estas diferencias pueden ser producto de las distintas velocidades de crecimiento de los cristales. Todas las muestras de fluorita están más enriquecidas en TR livianas (La, Ce, Pr, Nd, Sm) que TR pesadas. A su vez el contenido es mayor que en la fluorita del Macizo de Somun Curá. Fluorita verde e incolora–violácea son más ricas en TR que la fluorita violeta de stockwork, Esta última es la única que presenta anomalía negativa de Eu, asimilable a los diagramas normalizados a condritas de riolitas del Macizo del Deseado, lo cual coincide con las observaciones de campo que vinculan a este stockwork con los diques riolíticos que se encuentran intruyendo las andesitas-dacitas, que en principio se asignan a la Formación Bajo Pobre, y en las cuales se alojan las vetas de fluorita verde-incolora, que corresponderían a los primeros pulsos de este mineral.

**Palabras clave:** cuarzo, elementos traza, fluorita, ICP-MS, INNA, Macizo del Deseado, microsonda electrónica.

#### ABSTRACT

Gangue minerals, quartz and fluorite, which belong to low-sulfidation epithermal deposits located in the eastern Deseado Massif, are characterized through the study of trace elements and, particularly, fluorite is compared with its equivalent in the Somun-Cura Massif. For this purpose, it was used a cathodoluminescence microscope (CL) which allowed to differentiate areas or zones within a single crystal, a CAMECA SX 50 microprobe, to get the Al content in quartz, and instrumental neutron activation analysis (INAA) in conjunction with inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) for the measurement of trace elements in fluorite. Cathodoluminescence (CL) zoning in quartz crystals consists of blue quite permanent and yellow alternating zones, Granular and pseudomorphic quartz shows brownish color. The blue zones have yielded the highest contents in Al (1500 to 3000 ppm), and yellow or brownish areas, lower values of 200 ppm. These differences may be due to different rates of crystal growth. All fluorite samples (veins and the stockwork) are more enriched in light rare earth elements (La, Ce, Pr, Nd, Sm) that heavy rare earth. In turn, the content is higher than in the Somun Cura Massif fluorite. Green and colorless-violet fluorite are richer in rare earth elements that violet fluorite of the stockwork. The latter is the only one with negative Eu anomaly, which is comparable to the diagrams of Deseado rhyolites normalized to chondrite. That is consistent with field observation, indicating that this stockwork is associated with rhyolitic dikes that are intruding andesites-dacites, which were originally assigned to the Bajo Pobre Formation, and in which the green colorless fluorite veins are hosted, corresponding to the first pulses of this mineral.

**Keywords:** trace elements, electronic microprobe, ICP, INNA, quartz, fluorite, Deseado Massif

## INTRODUCCIÓN

En el marco de un proyecto más amplio, cuyo objetivo general fue contribuir al conocimiento de la mineralización y la evolución hidrotermal de manifestaciones y yacimientos minerales ubicados en el sector oriental del Macizo del Deseado y explicar a través de un modelo regional, la presencia de fluorita en ese sector, se caracterizaron, mediante distintas técnicas, los minerales de ganga, no sólo fluorita, sino también cuarzo y calcita.

En el caso de fluorita y cuarzo, se determinaron elementos traza y contenido de Al respectivamente; dichos resultados se presentan en este trabajo.

En base a un estudio previo realizado con catodoluminiscencia, se llevaron a cabo análisis por medio de una microsonda electrónica en las mismas secciones pulidas de 30 µm, los cuales permitieron cuantificar sólo el contenido de Al en cuarzo. Se utilizó una microsonda electrónica Cameca SX 50 que pertenece al Laboratorio Central de Microsonda Electrónica de la Universidad del Ruhr, Alemania.

Para el estudio de elementos traza en fluorita, se contrataron los servicios de Actlabs en Canadá, con lo cual se analizaron cuatro muestras de fluorita, correspondientes a cada uno de los depósitos estudiados. Se utilizaron los métodos INAA y FUS-MS según los elementos analizados, con lo cual se pudieron determinar un buen número de elementos, inclusive oro y plata.

También se comparan entre sí, las fluoritas estudiadas, con aquellas del Macizo de Somun-Curá, y se relaciona dicha comparación con las características geológicas y evolutivas de los macizos.

### Marco geológico

Los depósitos hidrotermales del sector oriental del Macizo del Deseado son descritos y clasificados en la literatura como depósitos epitermales de baja sulfuración, asociados al volcanismo jurásico medio-superior. Corresponden a aquellos yacimientos y manifestaciones que se encuentran ubicados

aproximadamente al este del meridiano de 68°30' long. Oeste. Se alojan en una amplia variedad de litologías, desde rocas de basamento pre-pérmicas, a sedimentitas permo-triásicas y a granitoides liásicos y por supuesto, rocas volcánico-sedimentarias jurásicas.

En particular se trabajó sobre aquellos depósitos con ocurrencia de fluorita (Fig. 1). Este mineral se presenta en diversas localidades; cabe destacar las fluoritas descritas en Estancia Tres Hermanas y Estancia Dos Hermanos, que se encuentran alojadas en esquistos de basamento pre-pérmico, en sedimentitas pérmicas y en volcanitas jurásicas (Chebli y Ferello, 1974; Viera, 1976; Pezuchi et al., 1988; Marquez et al., 1994; Parisi y Pezuchi, 1999, Nillni et al., 2004). Las vetas de fluorita, cuarzo y calcita en Estancia La Beatriz mencionadas por primera vez por Nillni, et al. (2005) y cuya roca huésped son volcanitas jurásicas de la Formación Bajo Pobre y de la Formación Chon Aike. En Estancia Cerro Moro y Estancia La Henriette (Guido, 2002; Nillni et al., 2006) se han reconocido venillas de fluorita de unos 20cm de potencia alojadas en volcanitas jurásicas. En la Estancia La Paloma, la mineralización con fluorita está alojada en andesitas de la Formación Bajo Pobre (Domínguez et al., 2004). Otras localidades en la que se menciona fluorita aunque en muy pequeñas cantidades son Cerro Vanguardia (Nillni 2001) y El Pingüino (Zubia, M. com. pers.), localidades que se ubican dentro del Macizo del Deseado, pero fuera del sector de estudio de este proyecto

En el caso de la fluorita que aparece en el Macizo de Somun-Curá ("Rectángulo Fluorítico Nordpatagónico Oriental" (Menoyo y Brodtkorb, 1975), los mayores aportes han sido realizados por Alliota (1985, 1986 a y b, 1999) Alliota y Luna (1996) y Luna y Alliota (2000). La distribución también se limita prácticamente al sector oriental en donde se emplazan las volcanitas triásico-jurásicas de la Formación Marifil (Malvicini y LLambías, 1974), también en granitos pérmicos (Alliota, 1999), metamorfitas del basamento y en un conglomerado asignado al Grupo Chubut (Alliota 1985).



**Figura 1.** Mapa de la provincia de San Cruz que muestra la distribución de los depósitos del sector oriental que fueron considerados en esta contribución.

## RESULTADOS

### Contenido de Al en cuarzo

La microsonda electrónica Cameca SX 50 utiliza espectrómetro de Rx. El software Winspec/32 permite obtener las líneas espectrales de los materiales irradiados. Posee cuatro espectrómetros tipo WDS (wavelength dispersive spectrometer) que son los siguientes cristales monocromadores, uno por cada espectrómetro:

1. LiF (fluoruro de litio)
2. PET (pentaerythritol)
3. TAP (phthalato ácido de Talio)
4. COP

Los cuatro espectrómetros miden simultáneamente y desde  $Z=11$  (Na) hasta  $Z=92$  (U). Primero se hace un análisis cualitativo con el uso del espectrómetro EDS para ver qué elementos están presentes. Luego se hace una calibración para los elementos encontrados y se

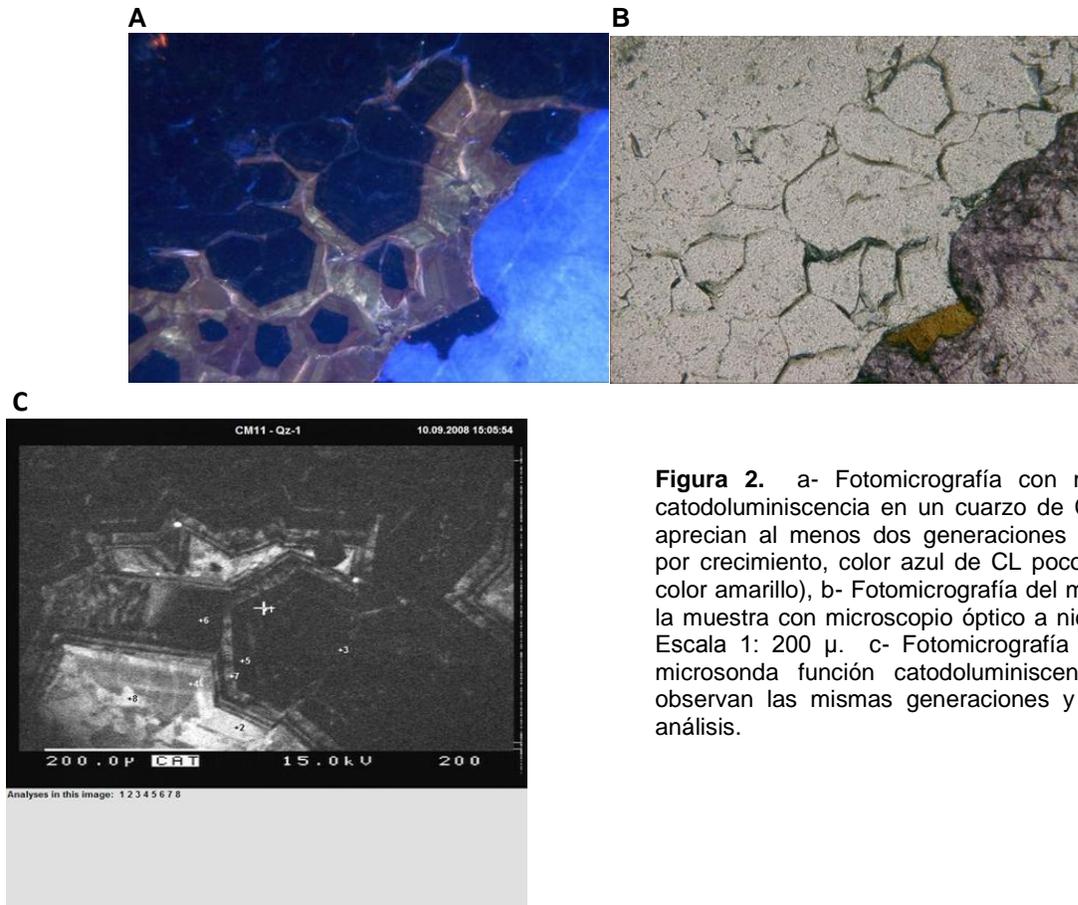
eligen los cristales monocromadores que en este caso fueron TIF para Al y el COP para Si.

Los electrones incidentes normalmente tienen una energía cinética de 10-30 KeV (un eV es la energía asociada con un cambio de 1 voltio en el potencial de un electrón), y penetra la muestra a una profundidad del orden de  $1 \mu\text{m}$ , extendiéndose lateralmente a una distancia similar. Esto impone un límite inferior para el volumen analizado y por lo tanto para la resolución espacial. La mejora de la resolución mediante la reducción de la energía del electrón es generalmente impracticable ya que éstos deben poseer suficiente energía para conseguir una excitación eficiente de rayos X. En nuestro caso se trabajó con 15 Kv y 20 uA

Se seleccionaron las muestras más representativas en función de los distintos tipos texturales y luminiscentes de cuarzo. Las mismas corresponden a los yacimientos: Cerro Moro (CM), La Henriette (LH), La Beatriz (LB) y Tres Hermanas (TH).

### Resultados de los análisis

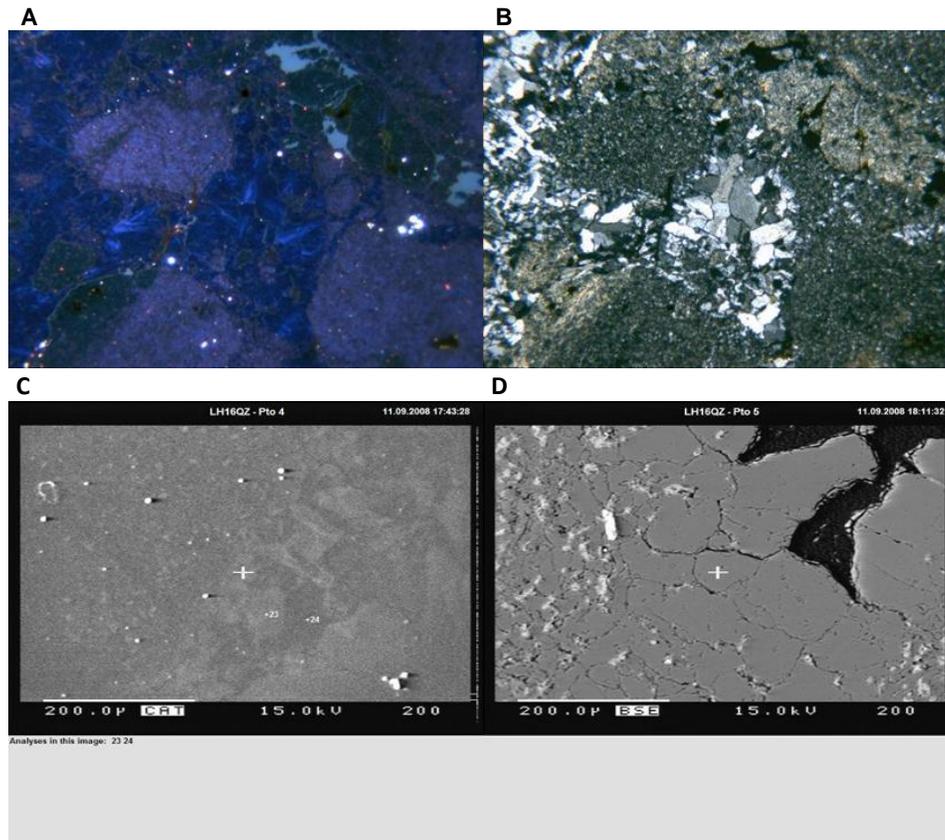
Los puntos analizados en cada cristal, fueron elegidos en función de los cambios microestructurales observados, que se traducen en distintos colores de luminiscencia cuando se observan con un microscopio de catodoluminiscencia (CL) (Neuser, 1996, Nilni, 2001). Muchas veces se detectan los colores de CL, pero con el microscopio de polarización no se logran observar las distintas microestructuras. Así es también como en la microsonda se trabajó primero con la función Catodoluminiscencia (CAT en Figs. 2 a 5), para poder distinguir los sectores y así poder elegir los puntos de análisis. En las tablas I a IV se muestran los valores de contenido de aluminio en % en peso (W).



**Figura 2.** a- Fotomicrografía con microscopio de catodoluminiscencia en un cuarzo de Cerro Moro (se aprecian al menos dos generaciones en la zonación por crecimiento, color azul de CL poco permanente y color amarillo), b- Fotomicrografía del mismo sector de la muestra con microscopio óptico a nicoles paralelos, Escala 1: 200  $\mu$ . c- Fotomicrografía obtenida en la microsonda función catodoluminiscencia (CAT), se observan las mismas generaciones y los puntos de análisis.

**Tabla I.** Resultados de los análisis cuantitativos a partir de la microsonda electrónica, que muestran el contenido de Al en el cuarzo de Cerro Moro de la Fig.2. Los valores más bajos corresponden al color amarillo poco permanente de CL.

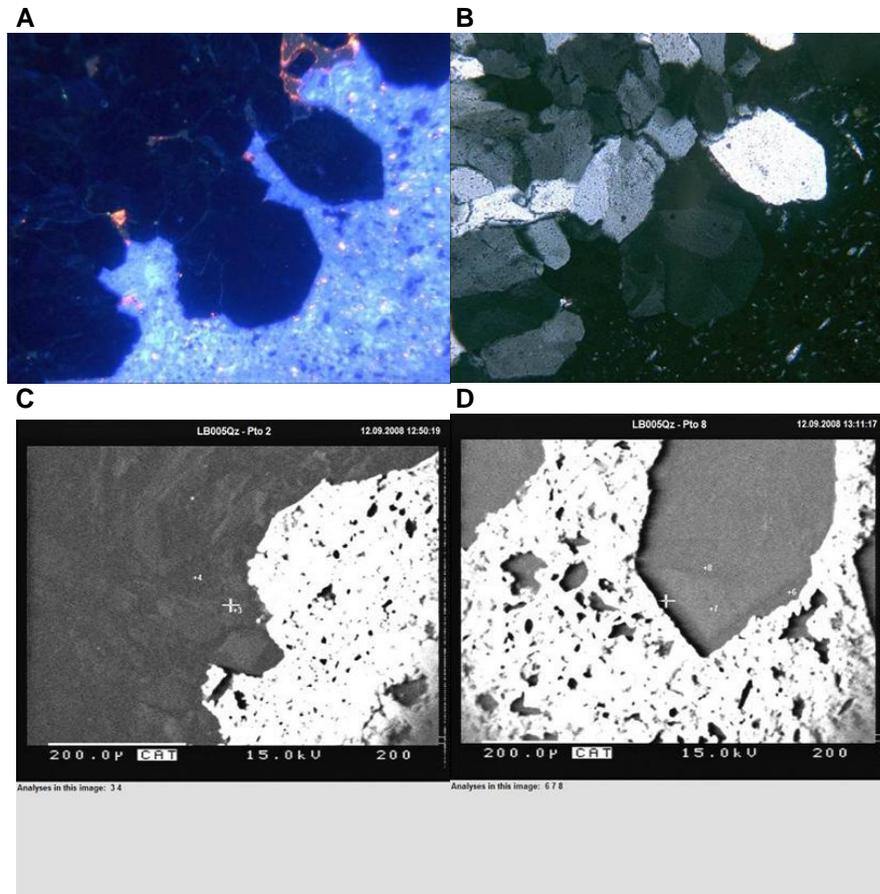
Archivo	No.	Pos_X	Pos_Y	Muestra	Coment.	Mineral	wAl	wAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
I080911a	1	-2305	5884	CM11	Qz-1	Quarzo	0,054	0,102
I080911a	2	-2328	5727	CM11	Qz-1	Quarzo	0,003	0,0057
I080911a	3	-2166	5785	CM11	Qz-1	Quarzo	0,127	0,24
I080911a	4	-2392	5779	CM11	Qz-1	Quarzo	0,005	0,0094
I080911a	5	-2331	5824	CM11	Qz-1	Quarzo	0,084	0,1587
I080911a	6	-2382	5859	CM11	Qz-1	Quarzo	0,074	0,1398
I080911a	7	-2340	5795	CM11	Qz-1	Quarzo	0,008	0,0151
I080911a	8	-2454	5759	CM11	Qz-1	Quarzo	0,003	0,0057



**Figura 3.** a-Fotomicrografía con microscopio de catodoluminiscencia en un cuarzo de La Henriette (se observa alguna zonación por crecimiento en colores azules de CL bastante permanentes), b- Fotomicrografía del mismo sector de la muestra con microscopio óptico a nicols cruzados, Escala 1: 200  $\mu$ . c- Fotomicrografía obtenida en la microsonda función catodoluminiscencia (CAT), se observan los puntos de muestreo, d- Imagen de electrones retrodispersados obtenida en la microsonda, muestra efectivamente que no existen diferencias composicionales entre los distintos granos de cuarzo de la muestra LH16, tal como se observa comparando los datos de contenido de Al obtenidos en Tabla II.

**Tabla II.** Resultados de los análisis cuantitativos a partir de la microsonda electrónica, que muestran el contenido de Al en el cuarzo de la Fig.3.

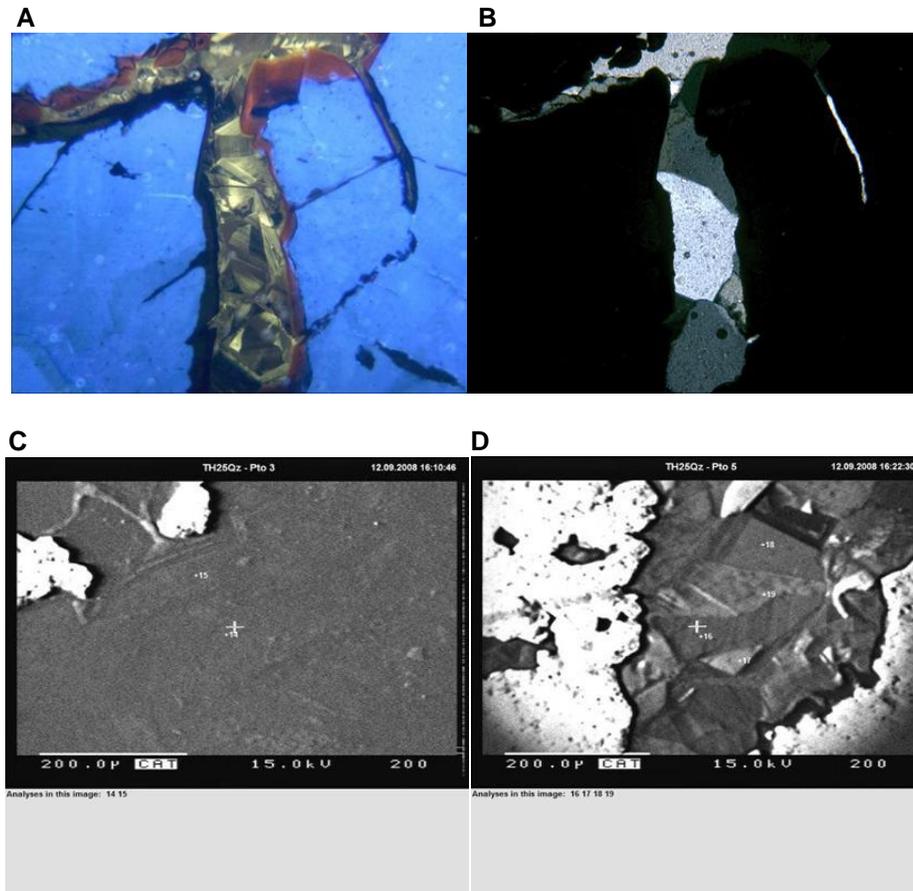
Archivo	No.	Pos_X	Pos_Y	Muestra	Coment	Mineral	wAl	wAl2O3
I080911a	20	6290	6333	Lh16QZ	pto 1	cuarzo	0,058	0,1096
I080911a	21	6432	6273	Lh16QZ	pto 1	cuarzo	0,119	0,2248
I080911a	22	6199	6373	Lh16QZ	pto 1	cuarzo	0,114	0,2154
I080911a	23	-9053	-9257	Lh16QZ	pto 4	cuarzo	0,125	0,2362
I080911a	24	-9011	-9244	Lh16QZ	pto 4	cuarzo	0,124	0,2343
I080911a	25	-9118	-9651	Lh16QZ	pto 5	cuarzo	0,12	0,2267
I080911a	26	-9076	-9647	Lh16QZ	pto 5	cuarzo	0,177	0,3344



**Figura 4.** a-Fotomicrografía con microscopio de catodoluminiscencia en un cuarzo de La Beatriz (se observa alguna zonación por crecimiento en colores azules de CL bastante permanentes), b- Fotomicrografía del mismo sector de la muestra con microscopio óptico a nicoles cruzados, Escala 1:200 $\mu$ . c y d - Fotomicrografías obtenidas en la microsonda función catodoluminiscencia (CAT), se observan los puntos de muestreo.

Archivo	No.	Pos_X	Pos_Y	Muestra	Coment.	Mineral	wAl	wAl2O3
I080912a	1	-9080	-868	LB005Qz	Pto 1	Quarzo	0,191	0,3609
I080912a	2	-9230	-817	LB005Qz	Pto 1	Quarzo	0,12	0,2267
I080912a	3	-8624	-1029	LB005Qz	Pto 2	Quarzo	0,125	0,2362
I080912a	4	-8667	-985	LB005Qz	Pto 2	Quarzo	0,104	0,1965
I080912a	5	1961	11074	LB005Qz	Pto 4	Quarzo	0,113	0,2135
I080912a	6	-10399	2542	LB005Qz	Pto 8	Quarzo	0,175	0,3307
I080912a	7	-10487	2532	LB005Qz	Pto 8	Quarzo	0,151	0,2853
I080912a	8	-10483	2624	LB005Qz	Pto 8	Quarzo	0,104	0,1965
I080912a	9	-10150	2511	LB005Qz	Pto 6	Quarzo	0,115	0,2173
I080912a	10	-10227	2524	LB005Qz	Pto 6	Quarzo	0,114	0,2154

**Tabla III.** Resultados de los análisis cuantitativos a partir de la microsonda electrónica, que muestran el contenido de Al en el cuarzo de la Fig. 4. Se puede apreciar que los contenidos de Al no difieren demasiado entre sí, coincidiendo con la uniformidad en el color de CL al igual que en la figura 3, Tabla II.



**Figura 5.** a- Fotomicrografía con microscopio de catodoluminiscencia: venilla de cuarzo de Tres Hermanas (se aprecian al menos dos generaciones en la zonación por crecimiento, color azul de CL poco permanente y color amarillo; presenta además zonación sectorial), b- Fotomicrografía del mismo sector de la muestra con microscopio óptico a nicoles cruzados, Escala 1:200µ. c y d - Fotomicrografías obtenidas en la microsonda función catodoluminiscencia (CAT), se observan los puntos de muestreo.

Archivo	No.	Pos_X	Pos_Y	Muestra	Coment	Mineral	wAl	wAl2O3
I080912a	11	-1227	5560	TH25Qz	Pto1	Quarzo	0,104	0,1965
I080912a	12	-1356	5595	TH25Qz	Pto1	Quarzo	0,171	0,3231
I080912a	13	-1021	5932	TH25Qz	Pto2	Quarzo	0,121	0,2286
I080912a	14	-108	9415	TH25Qz	Pto3	Quarzo	0,131	0,2475
I080912a	15	-128	9453	TH25Qz	Pto3	Quarzo	0,082	0,1549
I080912a	16	-4372	9643	TH25Qz	Pto5	Quarzo	0,003	0,0057
I080912a	17	-4338	9591	TH25Qz	Pto5	Quarzo	0,003	0,0057
I080912a	18	-4304	9767	TH25Qz	Pto5	Quarzo	0,003	0,0057
I080912a	19	-4288	9686	TH25Qz	Pto5	Quarzo	0,004	0,0076
I080912a	20	-2138	4502	TH25Qz	Pto6	Quarzo	0,004	0,0076
I080912a	21	-2284	4566	TH25Qz	Pto6	Quarzo	0,005	0,0094

**Tabla IV.** Resultados de los análisis cuantitativos a partir de la microsonda electrónica, que muestran el contenido de Al en el cuarzo de Tres Hermanas de la Fig. 5. Los valores más bajos corresponden al color amarillo poco permanente de CL.

A partir de la observación de los resultados presentados, se puede correlacionar el contenido de Al (w% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con los colores de catodoluminiscencia de manera que los mayores contenidos se asocian a los colores azules de CL y los menores contenidos, en general por debajo de 200 ppm (w% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), con los colores amarillos de CL (Figs. 3 y 5, Tablas II y IV). Esto ya fue observado en trabajos anteriores por Nilni (2001), para cuarzos del yacimiento Cerro Vanguardia, el cual fue estudiado en detalle siguiendo la misma metodología. Por otra parte y comparando con esos estudios realizados por la autora, los contenidos de Al son en esta ocasión, similares respecto a los sectores con color amarillo de CL y menores con respecto a los sectores azules, en donde se ubican por debajo de los 3000ppm, mientras que en Cerro Vanguardia llegan a contener hasta 6000 ppm.

Estas diferencias entre los sectores y muchas veces entre distintas capas de la zonación sectorial, que son de un orden de magnitud, pueden estar relacionadas a la velocidad de crecimiento y a la temperatura de formación (Perny et al., 1992). A pesar que no se han medido inclusiones fluidas de distintas capas de un cristal y si en forma aleatoria, no puede afirmarse que la temperatura sea un factor determinante, pero tampoco descartarse. Nilni (2001), observó que las temperaturas de homogeneización de IF medidas en distintas capas no variaban considerablemente en cuarzos de Cerro Vanguardia y por lo tanto adjudicó las diferencias en el contenido de Al entre capas a cambios en la velocidad de crecimiento así como en las concentraciones de H<sup>+</sup> en el medio (pH).

### Elementos traza en fluorita

La mayoría de los elementos traza fueron analizados por medio de Fusión ICP-MS (plasma acoplado inductivamente-espectrometría de masa) y en especial, para determinación de Au, As, Br, Cr, Fe, Ir, Na, Sc, Sb y Se, se utilizó INAA (análisis por activación neutrónica) (Tabla VI). En el primer caso las muestras fueron preparadas mezclándolas con un flujo de metaborato de litio y tetraborato de litio y fundido en horno de inducción ICP.

Se eligieron cuatro muestras representativas de los distintos colores de fluorita: LB015, fluorita violeta del stockwork de La Beatriz, LH18A fluorita incolora moteada con color violáceo de La Henriette, LH18B fluorita verde de La Henriette, CM11 fluorita incolora a verde de Cerro Moro.

Todas las muestras analizadas están más enriquecidas en TR livianas (La, Ce, Pr, Nd, Sm) que TR pesadas (Tabla V).

En general, en las muestras del Macizo de Somún Cura analizadas por Alliota (1986b), se observa una variación importante entre los valores de TR, y los mismos son ligeramente más bajos que en las muestras de este estudio (Tabla VI).

Una observación importante es la diferencia considerable que existe en el contenido de elementos traza entre las fluoritas verde o la incolora con moteado violáceo de las vetas LH y CM y la fluorita violeta del stockwork de LB, siendo considerablemente mayor en las primeras. Según Alliota (1985,1986a), las fluoritas del Macizo de Somún Curá que también presentan la misma relación entre elementos traza y colores, tendrían una alta proporción de centros de compensación tetragonal, por enfriamiento lento de las soluciones a partir de temperaturas menores a 300 °C. Para que entre una TR 3+ en reemplazo de Ca<sup>2+</sup>, es necesario el ingreso de iones F<sup>-</sup> a partir de fluidos muy ricos en dicho elemento.

En las muestras analizadas se observa ninguna o una muy pequeña anomalía positiva de Eu, sólo la muestra del stockwork de LB muestra una anomalía negativa pequeña. (Fig. 6). Los diagramas tipo spider se asemejan a los que presenta Guido (2002) normalizados a MORB para rocas de la Formación Bajo Pobre, o los que presentan Pankhurst y Rapela (1995) normalizados a condrita, para Dacitas-Andesitas enriquecidas de la Formación Chon Aike. La diferencia es que las fluoritas de estos depósitos se encuentran un poco deprimidas respecto a las TR pesadas (Tm Yb y Lu).

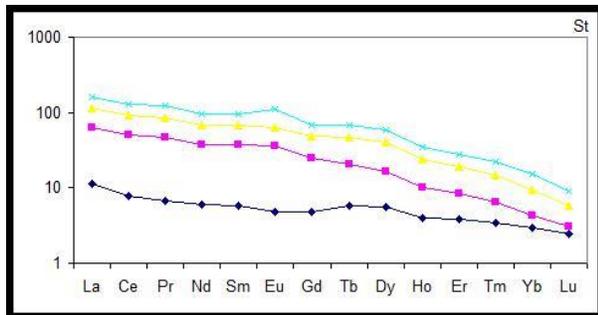
Como ya se explicó, sólo la muestra del stockwork de La Beatriz (LB015) presenta una pequeña anomalía de Eu, conjuntamente con una ligera depresión en Ho. Estas características geoquímicas podrían tener su explicación en las observaciones de campo realizadas, a través de las cuales se vincula esta fluorita del stockwork a los diques riolíticos que se encuentran intruyendo las andesitas-dacitas que en principio se asignan a la Formación Bajo Pobre. Los perfiles de diagramas normalizados a condritas de riolitas del Macizo del Deseado (Pankhurst y Rapela, 1995) se asemejan a los obtenidos en esta fluorita. Las vetas de fluorita verde-moteada (muestras LH18 y CM11) están alojadas en tobas de la Formación Chon Aike y en dacitas-andesitas (Bajo Pobre?) respectivamente. Estarían vinculadas a un pulso anterior al stockwork, con características geoquímicas un tanto diferentes.

Las muestras analizadas tienen cocientes Tb/Yb relativamente altos y llegan a un valor muy

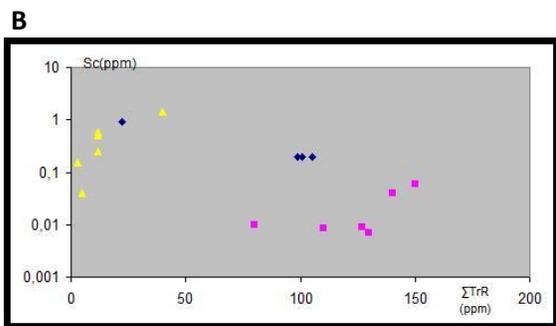
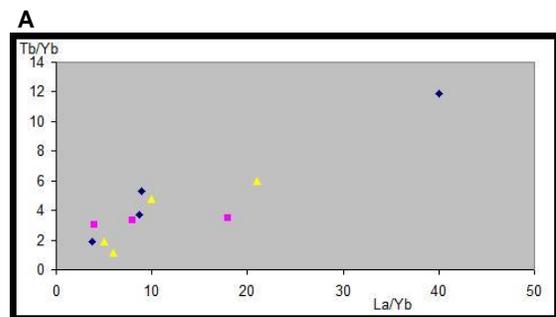
elevado en la relación La/Yb (Fig.7), sugiriendo que en este sistema hidrotermal los cocientes Tb/Yb en fluorita se estabilizaron a valores medios a altos mientras que los cocientes La/Yb fueron más móviles. Por otra parte, como sugiere Moller et al., (1976), la fluorita verde o moteada de veta en general tiende a concentrar las TR livianas resultando en un cociente La/Yb y Tb/Yb altos, como por ejemplo en la muestra LH18A (Fig. 7a).

Como se observa en el diagrama de la Fig. 7b, la fluorita de LB grafica más cerca del campo de depósitos vinculados al rift de Río Grande, formados a partir de aguas meteóricas y las fluoritas de CM y LH grafican en una posición intermedia entre depósitos vinculados al rift de Río Grande (Hill et al., 2000) y depósitos magmáticos de Captain Mountain (Eppinger, 1988), confirmando nuevamente que se trata al menos de pulsos de mineralización distintos.

**Figura 6.** Diagrama tipo Spider de las muestras analizadas. Cruces- Muestra CM11 Cerro Moro: fluorita verde-incolora de veta, Triangulos- Muestra LH18B La Henriette: fluorita verde de veta, Cuadrados- Muestra LH18A La Henriette: fluorita incolora moteada violáceo de veta, Rombo- Muestra LB015 La Beatriz: fluorita violeta de stockwork.



**Figura 7.** a- Cociente Tb/Yb en función del cociente La/Yb. Todos los valores normalizados a condrita. La fluorita del Macizo del Deseado está representada por los rombos. Se muestran los datos de Eppinger(1988) para fluorita asociada a vetas con metales preciosos (triángulos) y los datos de Hill et al. (2000) de la mineralización de Cu-Ag-Au de Steeple Rock (cuadrados); b- Sc en función de la suma de la TR analizadas (La-Lu); las muestras de fluorita verde/moteada de vetas de LH y CM (rombos), se ubican entre la fluorita vinculada a depósitos magmáticos de Captain Mountain (cuadrados) y los depósitos vinculados al rift Río Grande (triángulos) (Hill et al., 2000). La muestra del stockwork de LB, está claramente vinculada a estos últimos.



**Tabla V.** Resultados de los análisis de INAA y ICP-MS en Fluorita. LB015 fluorita stockwork La Beatriz, LH18A fluorita incolora moteada violáceo de La Henriette LH18B fluorita verde de La Henriette, CM11 fluorita incolora a verde de Cerro Moro.

Análisis	Au	As	Br	Cr	Fe	Ir	Na	Sc	Sb	Se	Mass	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
	Ppb	ppm	ppm	ppm	%	ppb	%	ppm	ppm	ppm	g	ppm						
Limite de detección	2	0.5	0.5	5	0.01	5	0.01	0.1	0.2	3		5	20	1	20	10	30	1
Método de análisis	INAA	FUS-MS																
LB015	< 2	< 0.5	< 0.5	< 5	0,05	< 5	< 0.01	0,9	< 0.2	< 3	9,44	< 5	< 20	< 1	< 20	10	< 30	< 1
LH18A	< 2	1,3	< 0.5	< 5	< 0.01	< 5	0,02	0,2	< 0.2	< 3	8,64	< 5	< 20	< 1	< 20	10	< 30	< 1
LH18B	< 2	< 0.5	< 0.5	< 5	< 0.01	< 5	< 0.01	0,2	< 0.2	< 3	8,84	< 5	< 20	< 1	< 20	10	< 30	< 1
CM 11	< 2	< 0.5	< 0.5	< 5	0,09	< 5	0,02	0,2	< 0.2	< 3	7,68	< 5	< 20	< 1	< 20	10	< 30	< 1
Análisis	Ge	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd
unidad	ppm																	
Limite de detección	0.5	5	1	2	0.5	1	0.2	2	0.5	0.1	1	0.2	0.1	3	0.05	0.05	0.01	0.05
Método de análisis	FUS-MS																	
LB015	< 0.5	< 5	< 1	290	9,8	29	0,9	< 2	< 0.5	< 0.1	1	< 0.2	0,1	9	3,88	7	0,82	3,83
LH18A	< 0.5	< 5	< 1	162	15	15	1,1	< 2	< 0.5	< 0.1	1	< 0.2	< 0.1	3	17,3	38,8	4,9	20,4
LH18B	< 0.5	< 5	2	146	31,1	23	1,7	< 2	< 0.5	< 0.1	1	< 0.2	0,2	15	17,2	36,8	4,66	19,7
CM 11	< 0.5	< 5	1	277	29,9	26	1,3	< 2	< 0.5	< 0.1	1	< 0.2	< 0.1	< 3	16,8	34,9	4,41	17,9
Análisis	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
unidad	ppm																	
Limite de detección	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.002	0.1	0.01	0.5	0.05	5	0.1	0.05	0.01
Método de análisis	FUS-MS																	
LB015	1,13	0,347	1,25	0,27	1,66	0,31	0,78	0,111	0,66	0,083	0,5	0,04	< 0.5	< 0.05	< 5	< 0.1	0,73	0,04
LH18A	6,23	2,31	5,12	0,71	3,35	0,48	0,93	0,093	0,28	0,022	0,3	0,02	< 0.5	< 0.05	< 5	< 0.1	0,9	0,15
LH18B	5,95	1,96	6,21	1,25	6,88	1,04	2,08	0,271	1,11	0,093	0,5	0,01	< 0.5	< 0.05	< 5	< 0.1	0,23	0,03
CM 11	5,26	3,42	4,83	1	5,79	0,88	1,84	0,242	1,25	0,11	0,6	0,03	< 0.5	< 0.05	< 5	< 0.1	0,97	0,09

**Tabla VI.** Analisis de TR en fluoritas del Macizo de Somún Cura (Alliota, 1986)

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Yb	Lu
SA48	14,3	28	13	3,1	1,1	3,6	0,9	1,6	0,18
SA17	8,4	12	<0,5	0,6	0,2	<0,5	<0,5	0,1	<0,05
SA27	6,1	9	<0,5	0,6	0,2	<0,5	<0,5	0,3	<0,05
SA14	7,4	11	<5	0,7	0,2	<0,5	<0,5	0,3	<0,05
LPc/1	8,5	23	9	2,5	0,5		0,6	2,1	0,31
Gui 11	11,7	29	16	4,6	2		1,8	5,1	0,63
Gui 5/1	18,0	47	26	7,6	3,6		3,7	12,8	1,57
SM1	8,9	24	15	4,47	1,63		1	2,4	0,3

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Se ha observado que las características de los minerales de ganga cuarzo y fluorita, aunque también calcita son uniformes en los depósitos analizados (Nillni, 2010). También puede decirse que en términos generales se presentan de manera similar a cuarzo y fluorita del Macizo de Somun-Cura.

Los colores de catodoluminiscencia (CL) en cuarzo, coinciden con las observaciones realizadas por Nillni (2001) en el yacimiento Cerro Vanguardia: colores azules bastante permanentes y amarillos en cuarzos de muy buen desarrollo y zonación, colores marrones en cuarzos granulares y pseudomórficos.

Los valores de Al (50 a 3000 ppm) obtenidos para distintos cuarzos luminiscentes, sumados a las temperaturas mínimas de entrapamiento a las que han cristalizado según datos de inclusiones fluidas de 200 a 300°C (Nillni 2004, 2005) y Guido (2002), permiten postular que a en general a mayor temperatura, existen más altos contenidos de Al. Esta relación fue también observada en cuarzo de Cerro Vanguardia (Nillni, 2001, Nillni, 2002), donde los contenidos son aún mayores (200 y 6000 ppm) y las temperaturas mínimas de entrapamiento también (200 a 350°C). Sin embargo Nillni (op. Cit) también postula que probablemente es mayor la influencia de la velocidad de crecimiento en los diferentes contenidos de Al, según el tipo luminiscente de cuarzo.

Los colores de CL en fluorita, se correlacionan con las variedades encontradas. La fluorita verde de veta presenta colores de CL azules claros y rosados intercalados en zonas de crecimiento que se observan también macroscópicamente. La fluorita violeta moteada-incolora se presenta con color azul verdoso opaco y celeste claro de CL, casi sin zonación y con algunos sectores de textura bandeada, que sólo es reconocible con CL. Por otro parte la fluorita verde registra temperaturas mínimas de entrapamiento de 150 a 180°C, mientras que la fluorita violeta moteada-incolora y del stockwork temperaturas más bajas de 100 a 130°C, coincidiendo con el orden de los pulsos de fluorita identificados (Nillni, 2005, 2010).

Analizando los contenidos de TR en fluorita, se observa que estos son mayores a los encontrados en la fluorita del Macizo de Somun Curá. Al mismo tiempo la fluorita verde o la incolora con moteado violáceo tiene mayor contenido que la fluorita violeta del stockwork de LB.

Sólo la muestra del stockwork de LB muestra una anomalía negativa de Eu muy pequeña. Los perfiles de diagramas normalizados a condritas de riolitas del Macizo del Deseado (Pankhurst y Rapela, 1995) se asemejan a los obtenidos en esta fluorita. Estas características geoquímicas podrían tener su explicación en las observaciones de campo realizadas, a través de las cuales se vincula esta fluorita del stockwork a los diques riolíticos que se encuentran intruyendo las andesitas-dacitas que en principio se asignan a la Formación Bajo Pobre.

Las muestras de LH y CM generan diagramas tipo spider que se asemejan a los que presenta Guido (2002) normalizados a MORB para rocas de la Formación Bajo Pobre, o los que presentan Pankhurst y Rapela (1995) normalizados a condrita, para Dacitas-Andesitas enriquecidas de la Formación Chon Aike. Están alojadas en tobos de la Formación Chon Aike y en dacitas-andesitas (Bajo Pobre?) respectivamente. Estarían vinculadas a un pulso anterior al stockwork de LB, con características geoquímicas un tanto diferentes.

La fluorita de LB grafica más cerca del campo de depósitos vinculados al rift de Río Grande, formados a partir de aguas meteóricas y las fluoritas de CM y LH grafican en una posición intermedia entre depósitos vinculados al rift de Río Grande y depósitos magmáticos, confirmando nuevamente que se trata al menos de pulsos de mineralización distintivos, las últimas con más contenido en elementos traza y por lo tanto a partir de fluidos más ricos en F-.

Por otra parte, las temperaturas de formación a partir de inclusiones fluidas arrojan valores relativamente más bajos en el Macizo Nordpatagónico que en el Macizo del Deseado (Alliata, 1999; Nillni 2004, 2005); también es mayor la participación de calcedonia y ópalo en el primero y a esto hay que agregar que las texturas de fluorita que prevalecen son los bandeados, mientras que en el Deseado son fluoritas masivas, y que el contenido en elementos traza es menor en fluoritas del Somun-Cura. Todo esto hace plantear que los depósitos del Macizo del Deseado pertenecen a un nivel estructural más bajo, de ahí la mayor abundancia de fluorita en el macizo de Somun-Curá respecto del Deseado.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr Heinz Juergen Bernhardt por la colaboración prestada en los estudios realizados por microsonda electrónica, al Dr. Ralf Neuser por facilitarme el microscopio de

catodoluminiscencia, y muy especialmente al Dr. Bernhard Stoeckert por recibirme en su Instituto para realizar la discusión final del trabajo y apoyarme permanentemente, todos ellos profesores de la Universidad del Ruhr, Alemania.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alliota, G., 1985. Estudio genético de yacimientos de fluoritas de Río Negro y Chubut. *Asoc. Geol. Arg. Rev. Tomo XL, 1-2: 69-82.*
- Alliota, G., 1986a. Estudio roentgenográfico de fluoritas. *Asoc. Geol. Arg. Rev. Tomo XLI, 1-2: 40-50*
- Alliota, G., 1986b. Estudio geoquímica de yacimientos de fluorita de Río Negro y Chubut. *Asociación Mineralogía Petrología y Sedimentología, 17 (1-4): 27-37.*
- Alliota, G., 1999. Yacimientos de fluorita de Río Negro y Chubut. En *Recursos Minerales de la República Argentina, Anales N° 35, E.Zappettini (Ed.), SEGEMAR, Buenos Aires.*
- Alliota, G. y Luna, L., 1996. Geoquímica de fluorita de Puerto San Antonio comparada con las de otros yacimientos del Macizo Nordpatagónico, Río Negro. 3ra Reunión de Mineralogía y Metalogénia. Instituto de Recursos Minerales, UNLP. *Publicación 5: 17-26.*
- Chebli, G. y Ferello, R., 1974. Un nuevo afloramiento metamórfico en la Patagonia extraandina. *Asoc. Geol. Arg. Rev. 29 (4), 479-481.*
- Domínguez, E., Gómez, C., Garrido, M. y Alliotta, G. 2004. Fluorita en las vetas de cuarzo aurífero de la estancia La Paloma, provincia de Santa Cruz. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogénia: 189-192.
- Eppinger, R.G. and Closs, L.G., 1990. Variation of trace elements and rare earth elements in fluorite; a possible tool for exploration. *Economic Geology, V 85 (8): 1896-1907.*
- Guido, D., 2002. Geología y metalogénesis del sector oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, Tesis Doctoral, inédita, 226 p.
- Hill, T.G., Campbell, A.R. and Kyle, P.R., 2000. Geochemistry of southwestern New Mexico fluorite occurrences, implications for precious metals exploration in fluorite-bearing systems. *Journal of Geochemical Exploration 68 ;1-20*
- Malvicini, L. y LLambías, E.J., 1974. Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, provincia del Chubut. V Congreso Geológico Argentino, *Actas II: 185-202.*
- Marquez, M.J., Giacosa, R., Pezzuchi, H.D. y Fernandez, M.I., 1994. Las mineralizaciones portadoras de fluorita en el Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. Instituto de Recursos Naturales, *Publicación 3: 224-234.*
- Menoyo, E.A. y Brodtkorb, A., 1975. Fluorita y Siderurgia en Argentina. II Congreso Iberoamericano de Geología Económica, *III: 235-258.*
- Möller, P., Parekh, P.P. and Schneider, H-J., 1976. The application of Tb/La abundance ratios to problems of fluorspar gneises. *Mineralium Deposita. Vol 11, 1: 111-116.*
- Neuser, R.D., 1996. A new high-intensity cathodoluminescence microscope and its application to weakly luminescing minerals. *Bochumer Geologische und Geotechnische Arbeiten 44: 116-118.*
- Nilni, A. M., 2001. Las vetas cuarzo-auríferas del Distrito Minero Cerro Vanguardia (provincia de Santa Cruz, Argentina). Microestructuras, asociaciones paragenéticas e inclusiones fluidas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Tesis Doctoral, inédita, 210p.
- Nilni, A., Fracchia, D. y Guzmán, S., 2004. Inclusiones fluidas en cuarzo, fluorita y calcita de Estancia Tres Hermanas y Estancia La Beatriz, sector NE del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogénia, *Actas: 103-108.*
- Nilni, A., Guzmán, S., Fracchia, D. y Faas, N., 2005. Estancia La Beatriz, un depósito epitermal de baja sulfuración en el sector oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, 271-278.
- Nilni, A., Fracchia, D. y Guzmán, S., 2006. Fluorita en el sector NE del Macizo del Deseado, Estancia La Henriette, Santa Cruz, Argentina. VIII Congreso de Mineralogía y Metalogénia. 305-308. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Luna, L. y Aliotta, G., 2000. Características de los fluidos hidrotermales del yacimiento Puerto San Antonio a partir del estudio de tierras raras en fluorita y calcita. 5° Congreso de Mineralogía y Metalogénia. Instituto de Recursos Minerales, 6: 260-266.
- Pankhurst, R. y Rapela, C. 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower

- crust of Patagonia. *Earth and planetary Science Letters*, 134: 23-36.
- Perny, B., Eberhardt, P., Ramseyer, K., Mullis, J. and Pankrath, 1992. Microdistribution of Al, Li and Na in  $\alpha$  quartz: Possible causes and correlation with short-lived cathodoluminescence. *American Mineralogist* 77; 534-544.
- Pezuchi, H.D., Genini, A.D., Zubia, M. y Márquez, M.J., 1988. Mineralogía y Génesis de las manifestaciones minerales del sector nororiental de Macizo del Deseado. Provincia de Santa Cruz. Evaluación de su potencialidad. Universidad Nacional de la Patagonia SJB, informe final, inédito.
- Viera, R. y Pezzuchi, H., 1976. Presencia de sedimentitas pérmicas en contacto con rocas del "Complejo metamórfico" de la Patagonia Extraandina, Ea Dos Hermanos, provincia de Santa Cruz. *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, 31(4): 281-283.

## Artículo Científico

### MORFOLOGÍA Y PRESENCIA ESTACIONAL DE *ALEXANDRIUM TAMARENSE* (LEBOUR) BALECH EN ESTACIONES COSTERAS DEL GOLFO SAN JORGE (PATAGONIA, ARGENTINA)

### MORPHOLOGY AND SEASONAL PRESENCE OF *ALEXANDRIUM TAMARENSE* (LEBOUR) BALECH IN COASTAL STATIONS OF SAN JORGE GULF (PATAGONIA, ARGENTINA)

Pérez, L. B.<sup>1</sup>, Santinelli, N.<sup>2</sup>, Sastre, V.<sup>2</sup>, Pérez, A.A.<sup>3</sup>, Peralta, R.<sup>1</sup> y Bergalio, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut.

<sup>2</sup>Laboratorio de Hidrobiología. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew. Chubut.

<sup>3</sup>Departamento de Bioquímica. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut.

E-mail: perezlulib@yahoo.com.ar

#### RESUMEN

En este trabajo se describe la morfología y la presencia estacional de *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech en tres localidades costeras del Golfo San Jorge (Patagonia, Argentina) desde diciembre de 2004 a diciembre del 2006. Las máximas concentraciones se han observado en Punta Novales que es la estación costera ubicada más al Norte del Golfo San Jorge. Todos los individuos observados de *A. tamarense* presentaron poro ventral en la primera placa apical y no formaron cadenas (estos caracteres son importantes para distinguir especies de *Alexandrium*). Durante el período de estudio este dinoflagelado evidenció un carácter estacional apareciendo en primavera – verano..

**Palabras clave:** Fitoplancton, Dinoflagelados, Argentina, *Alexandrium tamarense*.

#### ABSTRACT

This paper describes the morphology and seasonal occurrence of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech in three coastal localities of San Jorge Gulf (Patagonia, Argentina) from december 2004 to december 2006. The highest concentrations were observed in Punta Novales, coastal station which is located further north of the Golfo San Jorge. All individuals observed of *A. tamarense* have ventral pore in the first apical plate and did not form chains (these characters are used to distinguish species of *Alexandrium*). During the study period this dinoflagellate showed a seasonal distribution appearing in spring - summer.

**Keywords:** Phytoplankton, Dinoflagellates, Argentina, *Alexandrium tamarense*.

#### INTRODUCCION

Las floraciones algales nocivas (FANs) son causadas por organismos fitoplanctónicos que se desarrollan en las capas superficiales de todos los cuerpos de agua. Las FANs se han incrementado en distribución geográfica, magnitud y frecuencia durante las últimas décadas (Anderson, 1989, Smayda, 1990, Hallegraeff, 1993, Hallegraeff, 1995). *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech es la especie asociada usualmente a los brotes de TPM en el área costera y de la plataforma

atlántica de la Argentina (Carreto et al., 2008). El estudio de la distribución espacial y temporal de los registros de TPM y de la presencia de *A. tamarense* permite señalar que a partir del brote inicial de 1980 en Península de Valdés, el área tóxica se expandió hasta cubrir gran parte de la plataforma Argentina, postulándose que la expansión se vincula a centros de dispersión asociados a sistemas frontales (Carreto et al., 1981 y Carreto et al., 1985). El análisis de la variación estacional de TPM en *Mytilus edulis* en bancos de la plataforma bonaerense y su relación con ciertas variables ambientales señalan la

tendencia a presentar mayores niveles de toxicidad durante la primavera (Carreto et al., 1993).

Las floraciones del dinoflagelado *A. tamarense* han sido registradas anualmente desde 1980 en la región Norte de la Patagonia Argentina con el consecuente riesgo sanitario asociado con el consumo de moluscos tóxicos (Carreto et al., 1981; Carreto et al., 1986; Carreto et al., 1998a; Carreto et al., 1998b; Esteves et al., 1992; Andrinolo et al., 1999a; Gayoso, 2001; Santinelli et al., 2002). A causa de episodios de intoxicaciones letales, el impacto negativo de las floraciones de *A. tamarense* provoca serios perjuicios económicos al sector privado dedicado a la explotación del recurso marisquero ya que esta especie es la responsable de los regímenes de vedas temporales impuestas para la extracción y comercialización de moluscos bivalvos (Santinelli et al., 2002).

La distribución de *A. tamarense* en áreas de la plataforma continental patagónica está extensamente documentada (Akselman, 1996; Carreto et al., 1998a) pero se dispone de poca información de la misma en la zona costera, donde se cuenta únicamente con registros en golfos norpatagónicos y en la desembocadura del río Chubut (Santinelli et al., 2002) para la zona norte, y del canal de Beagle para la zona sur (Balech, 1995, Benavides, et al., 1992), careciendo de datos para la costa del Golfo San Jorge. Este trabajo tiene como objetivo estudiar la morfología (la presencia o ausencia de un poro ventral en la primera placa apical, forma de la placa), características del quiste de reposo, la capacidad de formar cadenas, y la distribución estacional de *Alexandrium tamarense* en tres sitios de la zona costera del Golfo San Jorge ubicados en los alrededores de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

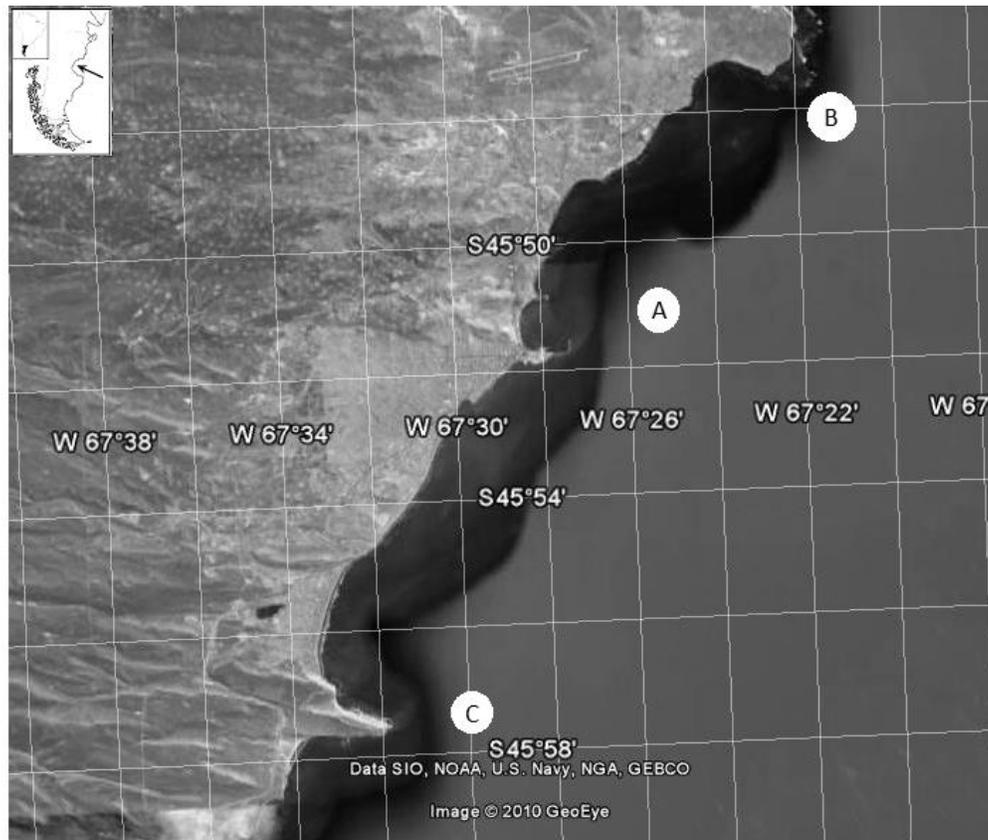
Las muestras fueron tomadas mensualmente desde diciembre de 2004 a diciembre del 2006 (con una brecha entre Octubre del 2005 y Febrero del 2006) en tres estaciones costeras del Golfo San Jorge: Punta Novales (45° 44' S - 67° 20' O); Km 3, (45° 50' S - 67° 27' O) y Refugio Los Lobos (45° 58' S - 67° 32') (Fig. 1). Para el

análisis cualitativo de muestras de plancton se utilizó una red con malla de 25 µm. Se realizaron arrastres oblicuos a una milla de distancia de la costa a una velocidad de un nudo durante diez minutos y las muestras se conservaron con formol al 4%. Para el análisis cuantitativo se utilizaron botellas hidrográficas y las muestras se fijaron con solución de Lugol. Los recuentos celulares se realizaron con cámara de Sedgwick-Rafter de 1 ml de capacidad bajo microscopio estándar Zeiss (Guillard, 1978). En laboratorio, las identificaciones de *A. tamarense* se realizaron mediante el método de separación de placas usando hipoclorito de sodio al 5%.

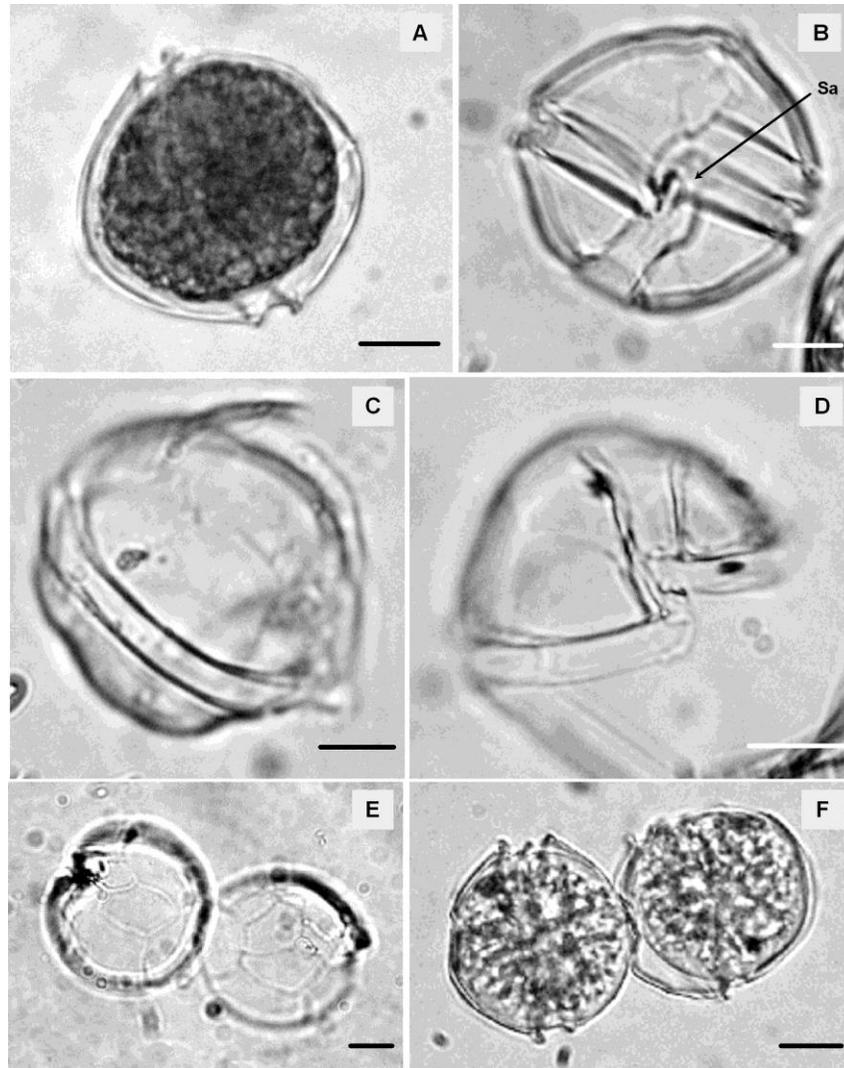
Las mediciones celulares (200 ejemplares) se tomaron con un ocular incorporado al microscopio Axioplan Standart y las microfotografías con una cámara fotográfica Wild MPS

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

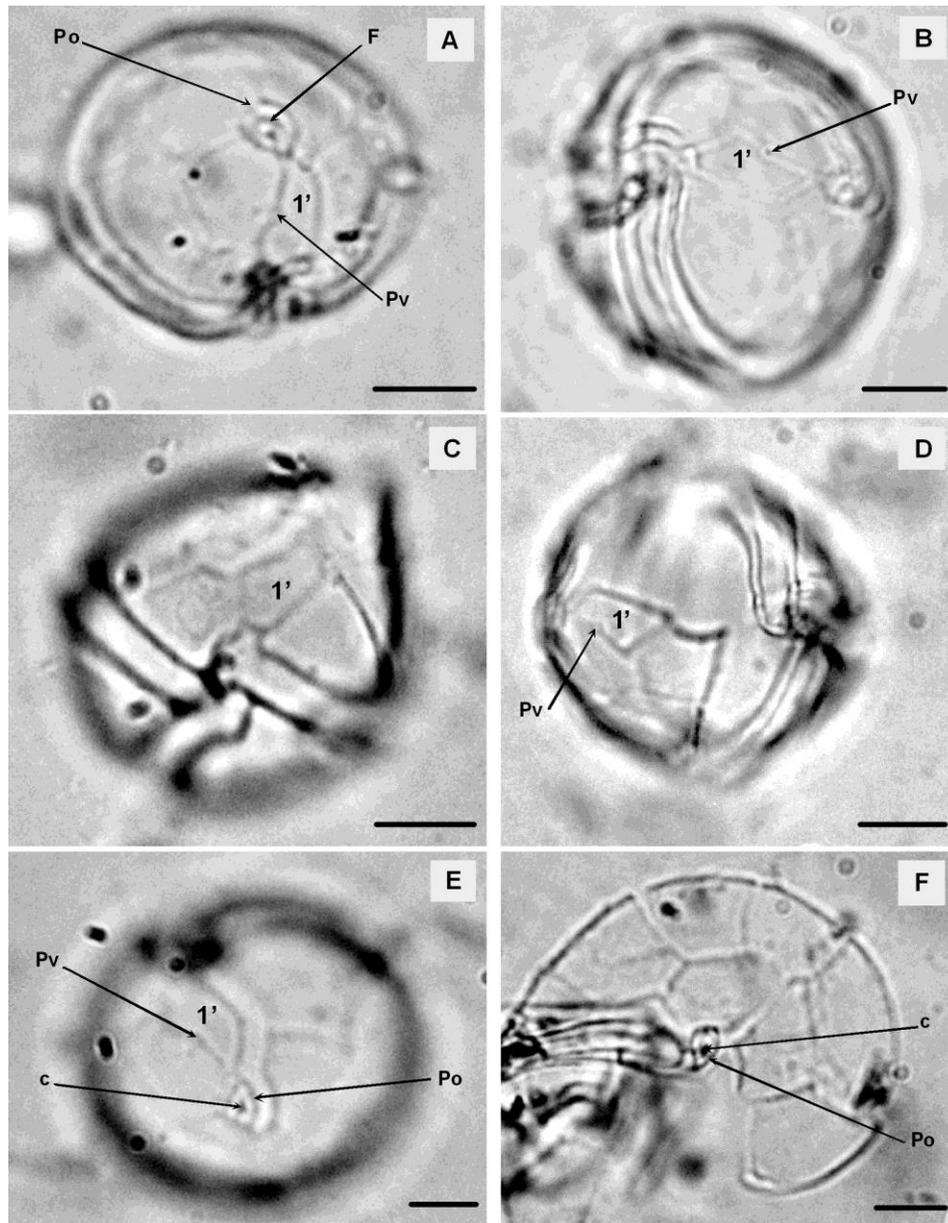
En todos los organismos estudiados se observó la siguiente fórmula tabular: Po, 4', 6'', 5''', 2''''', 6c, 9 -10s coincidiendo con la notación Kofoidiana propuesta por Balech (1995) (n= 80). La célula móvil de *A. tamarense* encontrada en los tres lugares de estudio del Golfo San Jorge presenta forma isodiamétrica de 25 a 44 µm de longitud (n= 200) (Fig. 2 A, B, E). El cíngulo es excavado de un ancho aproximado de 4 a 5 µm (Fig. 2 C, D). Generalmente los individuos son independientes, aunque esporádicamente se han encontrado cortas cadenas temporarias de dos células como consecuencia de la división (Fig. 2 F). La placa 1' es romboidal de 10 a 20 µm de largo x 5 a 7 µm de ancho y limita con Po; tiene un pequeño poro ventral que está en el borde mayor ántero-derecho, no observándose ejemplares sin el poro en los 40 ejemplares en donde se pudo observar esta placa (Fig. 3 A, B, C, D). La placa anterior o Po es triangular con los bordes redondeados, presenta en su interior una cavidad o abertura en forma de coma denominada foramen con una estructura oscura denominada callo y no se observaron poros marginales ni poro de conexión (Fig. 3 E, F). La placa 2'''' es posterior de tipo B, pentagonal, mas o menos asimétrica, el eje transversal es mayor que el eje longitudinal.



**Figura 1.** Mapa de la Patagonia, Argentina, mostrando el Golfo San Jorge y los tres lugares de muestreo: A: Km 3, B: Punta Novales y C: Refugio Los Lobos.



**Figura 2.** *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech. A: aspecto general de la célula vegetativa; B: teca mostrando detalle de la placa sulcal anterior; C: detalle del cíngulo en vista dorsal; D: detalle del cíngulo en vista ventral; E: dos tecas, izquierda en vista antapical y derecha en vista apical; F: par mitótico en citocinesis. Escala: 10  $\mu$ m. Abreviatura: Sa, placa sulcal anterior.

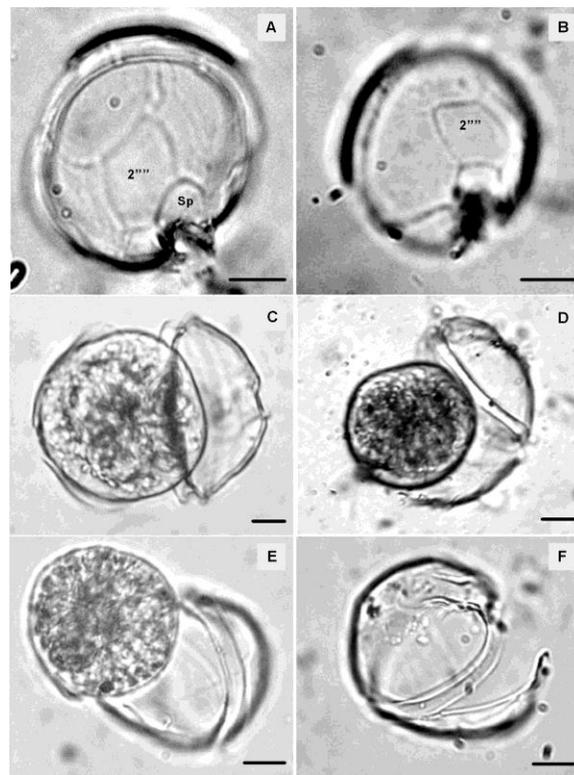


**Figura 3.** Teca de *A. tamarense* (Lebour) Balech. A-B: detalle de la conexión entre Po y placa primera apical; C-D: vista ventral mostrando placa primera apical; E-F: vista apical con detalle de la placa del poro. Escala: 10  $\mu$ m. Abreviaturas: c, callo; 1', placa primera apical; Pv, poro ventral; Po, poro.

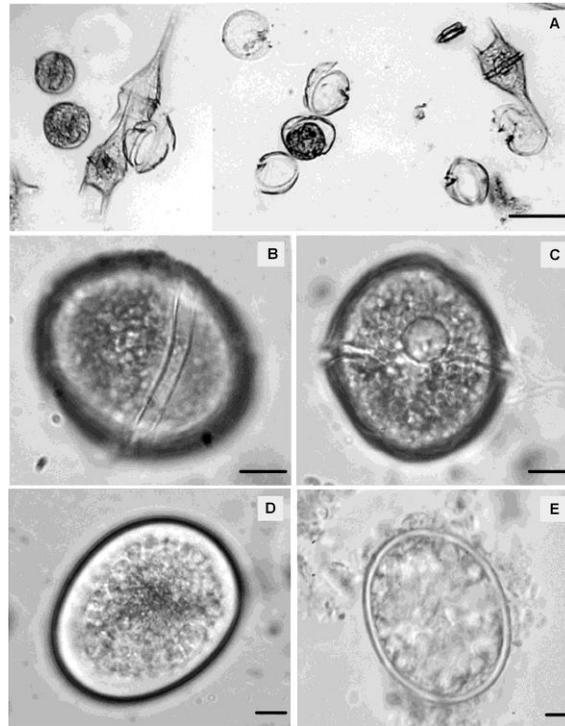
La placa sulcal posterior es poligonal no observándose poro de conexión ni muesca en el margen derecho (Fig. 4 A, B). En la placa sulcal anterior no se observa el proceso precingular pero si la apófisis unciforme (Fig. 2 B). En las Fig. 4 C, D, E se observan tecas liberando quistes recién formados. Estos son redondeados, oscuros, cubiertos por una pared lisa y transparente y tienen un diámetro de entre 30 a 40  $\mu\text{m}$ . En la Fig. 4 F se observan tecas vacías de *A. tamarense*. En la Fig. 5 A se muestran tecas vacías y quistes temporarios de *A. tamarense*. Se han observado en varias

oportunidades en las muestras de plancton, planocigotos o cigotos nadadores y quistes de reposo o hipnocigotos (estos últimos en los meses de Abril de 2005 en Punta Novales y en Diciembre del 2006 en Km 3). Los planocigotos son de color oscuro de 40 a 45  $\mu\text{m}$  (Figs. 5 B, C).

Los quistes de reposo de *A. tamarense* encontrados son elipsoidales, sin ornamentaciones, de 40 a 60  $\mu\text{m}$  de longitud, la pared es incolora y en su interior se observan granulaciones compactas y cuerpos rojos en el centro de la célula (Figs. 5 D, E).



**Figura 4.** *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech. A-B: vista antapical de la teca mostrando detalle de la segunda placa antapical; C-E: tecas liberando quistes temporarios recién formados; F: teca vacía. Escala: 10  $\mu\text{m}$ . Abreviatura: Sp, placa sulcal posterior; 2''', segunda placa antapical.



**Figura 5.** *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech. A: quistes temporarios luego de la ecdisis de la teca; B: planocigoto, vista dorsal; C: vista ventral del planocigoto; D: quiste de reposo en formación; E: quiste de reposo. Escala: A= 50  $\mu$ m; B-E = 10  $\mu$ m.

Las células móviles de *A. tamarense* fueron identificadas por primera vez en el año 2004 en Punta Novales y Km 3. Las máximas concentraciones se observaron en el primer sitio con una densidad de 800 c/l.; en el año 2005 en el mes de abril en Punta Novales con 1545c/l. y en el año 2006 en el mes de noviembre en Km. 3 con 720 c/l. En los tres lugares de estudio las

máximas concentraciones en los dos primeros años de muestreo se observaron en Punta Novales que es la estación costera ubicada más al Norte del Golfo San Jorge. La distribución estacional de *A. tamarense* fue similar en los tres lugares de muestreo apareciendo las células móviles en primavera- verano (Tabla 1).

PUNTA NOVALES				KM. 3				REFUGIO LOS LOBOS			
Fecha	Fitop. total	<i>A. tamarense</i>		Fecha	Fitop. total	<i>A. tamarense</i>		Fecha	Fitop. total	<i>A. tamarense</i>	
		Den. cel.	Abund. relativa			Den. cel.	Abund. Relativa			Den. cel.	Abund. relativa
6-dic-04	36.700 cél./l	15 cél/l	1	06-dic-04	36.216 cél./l.	56 cél/l	1	06-dic-04	34 740 cél./l.	0	0
28-dic-04	24 640 cél./l.	800cél /l	1	28-dic-04	122 640cél/l	40cél/l	1	28-dic-04	209 840cél/l	0	0
28-ene-05	32.694 cél./l.	419cél/l	1	28 Eneo-05	24 650cél/l	156cél/l	1	28-ene-05	39 270cél/l	385cél/l	1
02-mar-05	44.427 cél./l.	435 cél/l	1	02-mar-05	56 980cél/l	256cél/l	1	02-mar-05	45 545cél/l	880cél/l	1
01-abr-05	72 630 cél./l.	1545 cél/l	1	01-abr-05	94 812cél/l	560cél/l	1	01-abr-05	69 350cél/l	200 cél/l	1
13-may-05	25 580 cél./l.	0	0	13-may-05	49000cél/l	0	0	13-may-05	19 588cél/l	125cél/l	1
31-may-05	15 030 cél./l.	0	0	31-may-05	35 704cél/l	0	0	31-may-05	24 410cél/l	0	0
04-jul-05	3464 cél./l.	0	0	04-jul-05	2900 cél./l.	0	0	04-jul-05	5 844cél/l	0	0
09-ago-05	4126 cel./l.	0	0	09-ago-05	9584cél/l	0	0	09-ago-05	3865cél/l	0	0
21-set-05	4 207cel./l.	0	0	21-Set-05	3861cél/l	0	0	21-Set-05	4 565cél/l	0	0
16-mar-06	70206 cel./l.	0	0	16-mar-06	71820 cel./l.	0	0	16-mar-06	46270cél/l	0	0
07-jul-06	25511cél/l	0	0	07-jul-06	37740cél/l	0	0	07-jul-06	25189cél/l	0	0
15-Set-06	N/R			15-Set-06	37000cel/L	233 cel/l	1	15-Set-06	N/R		
14-oct-06	N/R			14-oct-06	19950 cel/l	172 cel/l	1	14-oct-06	N/R		
11-nov-06	N/R			11-nov-06	14690 cel/l	720 cel/l	1	11-nov-06	N/R		
05-dic-06	74000 cel/l	600 cel/l	1	05-dic-06	37400 cel/l	640 cel/l	1	15-dic-06	48600 cel/l	145 cel/l	1

Referencias NR : no se recolecto

Abundancia relativa		Abund. relativa
ABUNDANTE	60%-100%	3
FRECUENTE	30%-60%	2
ESCASO	0%-30%	1
NO DETECTADO	0%	0

**Tabla 1:** Fitoplancton total, densidad y abundancia relativa de *A. tamarense* en los tres lugares de muestreo.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

La especie *A. tamarense* ha sido registrada en una amplia franja de la plataforma argentina desde los 34° hasta los 47° S (Carreto et al., 1998a). Balech (1988) la cita desde Buenos Aires hasta el Golfo San Jorge no especificando los puntos intermedios. En el Golfo San Jorge en campañas oceanográficas del INIDEP correspondientes a un ciclo estacional comprendido entre 1984 y 1985 Akselman, (1996) describe una comunidad de dinoflagelados dominada por *A. tamarense* y *Prorocentrum micans* que presentaron en el norte una notable permanencia temporal a lo largo de

un extenso período comprendido entre la primavera y el otoño.

Carreto et al., (1981), y Carreto et al., (1986) citan a esta especie en Península de Valdés; Esteves et al., (1992) y Gayoso (2001) en el Golfo Nuevo; Andrinolo et al., (1999b) en el sur de Argentina; Gayoso et al., (2002) en los Golfos patagónicos; Santinelli et al., (2002) en los Golfos Norpatagónicos. Asimismo, existen registros desde la latitud de San Julián hasta la plataforma bonaerense (Carreto et al., 1985) y para las costas del Atlántico entre las latitudes 49° 15'S en Argentina y 32° 10'S en Brasil (Akselman et al., 2008).

De los caracteres morfológicos usados para diferenciar las especies del complejo *A. tamarense*, la presencia o ausencia de un poro ventral en la primera placa apical y la capacidad de formar cadenas, son los caracteres más valiosos para distinguir *A. tamarense* de *A. catenella* (Fukuyo, 1985; Balech, 1995). Dentro del complejo *A. tamarense*, la presencia o ausencia de un poro ventral en la primera placa apical y la capacidad de formar cadenas, son los caracteres más apropiados para distinguir *A. tamarense* de *A. catenella* (Fukuyo, 1985; Balech, 1995). De acuerdo a sus características morfológicas, las células de *A. tamarense* encontradas en los tres sitios de estudio, coinciden con las observaciones de Balech (1985) y Balech (1995). Todos los individuos presentaron poro ventral a diferencia de lo informado por Gayoso & Fulco, 2006; Orlova et al., 2007 y Da-Zhi Wang et al., 2008, quienes describen la ausencia de poro en un elevado porcentaje de las células. No se registraron intermediarios morfológicos de células formadoras de cadenas con poro ventral como lo observado Mac Kenzie et al., 2004, ni cadenas largas como lo ha informado Carreto, et al., 2004. Sólo se encontraron en las muestras analizadas individuos aislados u ocasionalmente cadenas de dos células hijas producto de una división vegetativa mitótica como indican Gayoso & Fulco, 2006. Los quistes de resistencia no poseen ornamentaciones, son ovales, tienen una cubierta mucilaginoso, el citoplasma muestra gran cantidad de vacuolas y uno o dos cuerpos rojos en su interior coincidiendo con las descripciones de Benavides et al., 1983; Matsuoka & Fukuyo, 2000, Hallegraef et al., 2004; Figueroa et al., 2005; Persich et al., 2006. Los quistes de *A. tamarense* fueron detectados en sedimentos de la plataforma continental argentina por varios autores (Orozco & Carreto, 1989 y Carreto, et al., 1998b).

El carácter estacional de la aparición de esta especie informado por otros autores para los Golfos Norpatagónicos (Carreto et al., 1998a; Andrinolo et al., 1999b; Gayoso et al., 2002; Santinelli, et al., 2002) coincide con nuestros registros de *A. tamarense* a principios de primavera - verano en los tres sitios estudiados. Akselman, (1996) menciona la presencia de muy bajos niveles poblacionales en invierno en el Golfo San Jorge. Teniendo en cuenta que en la zona costera patagónica existe una gran diversidad de actividades económicas como pesca y acuicultura es necesario intensificar los estudios biológicos de *A. tamarense* y seguir con los monitoreos en las distintas zonas de toda la

provincia del Chubut y en el litoral patagónico para poder mitigar el impacto negativo que pueden causar los florecimientos de esta especie. Este trabajo es un aporte a la bibliografía nacional (Gayoso & Fulco, 2006) e internacional (Kim et al., 2002; Da-Shi Wang et al., 2008; Mac Kenzie, et al., 2004; Orlova et al., 2007) sobre la variación que presentan algunas características morfológicas del género *Alexandrium*.

## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Fraga Santiago del Instituto Español de Oceanografía, Vigo, España por la ayuda en la determinación y clasificación del material de estudio, a la Asociación de Maricultores del Golfo San Jorge por su ayuda en la toma de muestras. Este trabajo se ha realizado en el marco del Acuerdo de Trabajo (Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas en aguas costeras provinciales) firmado entre la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y la Secretaría de Pesca de la Provincia de Chubut.

## BIBLIOGRAFÍA

- AKSELMAN, R. 1996. Estudios ecológicos en el golfo San Jorge y adyacencias (Atlántico sudoccidental). Distribución, abundancia y variación estacional del fitoplancton en relación a factores físico químicos y la dinámica hidrológica. Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires. Fac. de Ciencias Exactas y Naturales.
- AKSELMAN, R., REGUERA, B. & LION, M. 2008. HAB-MAPS of toxic marine microalgae in South America. In: Harmful Algae, Proceedings of the 12th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Copenhagen, pp. 243-245.
- ANDERSON, D. M. 1980. Effects of temperature conditioning on development and germination of *Gonyaulax tamarensis* hypozygotes. *J. Phycology* 16: 166 -172.
- ANDERSON, D. M. 1989. Toxic algal blooms and red tides: A global perspective. En: T. Okaichi, D. M. Anderson y T. Nemoto (eds.), *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology* pp. 11-12. Elsevier Science Publishing Co., Nueva York.
- ANDRINOLO, D., MICHEA, L. F. & LAGOS, N. 1999a. Toxic effects, pharmacokinetics and

- clearance of Saxitoxin, a component of Paralytic Shellfish Poison (PSP) in cats. *Toxicon*, 37: 447-464.
- ANDRINOLO, D., SANTINELLI, N. OTAÑO, S. SASTRE, V. & LAGOS, N. 1999b. Paralytic shellfish toxins in mussels and *Alexandrium tamarense* at Valdés Peninsula, Chubut, Patagonia Argentina: Kinetic of a natural depuration. *J. Shellfish Res.* 18: 203-209.
- BALECH, E. 1985. The genus *Alexandrium* or *Gonyaulax* of the *tamarense* group. In Anderson, D. M., A. W. White & D. G. Baden (eds.), *Toxic Dinoflagellates*. Elsevier, New York: 33-38.
- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publ. Esp., Instituto Español de Oceanografía* 1: 1-310.
- BALECH, E. 1995. The Genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata), Sherkin Island Marine Station, Ireland.
- BENAVIDES, H. R., NEGRI, R. M. & CARRETO, J. I. 1983. Investigaciones sobre el ciclo de vida del dinoflagelado toxico *Gonyaulax excavata* (Braarud) Balech (Dinophyceae). *PHYSIS*, sec. A. 41: (101) 135-142.
- BENAVIDES, H., PRADO, L., DÍAZ, S. & CARRETO, J. I. 1992. An exceptional bloom of *Alexandrium catenella* in the Beagle Channel, Argentina. In *Harmful Marine Algal Blooms*. P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien, C. Marcaillou (eds.) Lavoisier, Paris, pp. 113-119.
- CARRETO, J. I., LASTA, M. L. NEGRI, R. M. & BENAVIDES, H. R. 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el Mar Argentino. *Contrib., INIDEP, Mar del Plata* 399: 55.
- CARRETO, J. I., NEGRI, R. M., BENAVIDES, H. R. & AKSELMAN, R. 1985. Toxic dinoflagellate blooms in the Argentine Sea. En: Anderson, White & Baden (eds.). *Toxic dinoflagellates*. Elsevier Sc. Publ. Co. pp.147-152.
- CARRETO, J. I., BENAVIDES, H. R. NEGRI, R. M. & GLORIOSO, P. D. 1986. Toxic red tide in the Argentine Sea. *Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in frontal area*. *J. Plankton Res.* 8: 15-28.
- CARRETO, J. I., ELBUSTO, C. E., SANCHO, H., CARIGNAN, M. A. CUCCHI COLLEONI, D., DE MARCO, S. & FERNANDEZ, A. 1993. An exploratory analysis of the Mar del Plata shellfish toxicity area (1980-1990). In: *Toxic Phytoplankton blooms in the sea* Proceedings of the Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Newport, Rhode Island, U.S.A. T. J. Smayda y Y. Shimizu (eds.) Elsevier, Amsterdam, pp. 377-382.
- CARRETO, J. I., MONTOYA, N. G., CUCCHI COLLEONI, A. D. & AKSELMAN, R. 1998a. *Alexandrium tamarense* blooms and shellfish toxicity in the Argentine Sea: a retrospective view. In Reguera, B., Blanco, J., Fernandez, M. and Wyatt, T. (eds), *Harmful Algae*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Commission of UNESCO, pp. 131-134.
- CARRETO, J. I., AKSELMAN, R. MONTOYA, N. G., NEGRI, R. M. BENAVIDES, H. R., CARIGNAN, M. O. & CUCCHI COLLEONI, A. D. 1998b. *Alexandrium tamarense* bloom dynamics and *Mytilus edulis* toxicity in the coastal waters off Mar del Plata (Argentina). En: Reguera, B., J. Blanco, M. L. Fernández & T. Wyatt (eds.) *Harmful microalgae*, IOC.
- CARRETO, J. I., MONTOYA, N. G. AKSELMAN, R., NEGRI, R. M., CARIGNAN, M. O. & CUCCHI COLLEONI, A. D. 2004. Differences in the PSP toxin profiles of *Mytilus edulis* during spring and autumn blooms of *Alexandrium tamarense* off Mar del Plata coast, Argentina. In: Steidinger, K. A., J. H. Landsberg, C. R. Tomas and G.A. Vargo (eds.) *Harmful Algae 2002*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, pp. 135-138.
- CARRETO, J. I., MONTOYA, N. G. & CARIGNAN, M. O. 2008. Floraciones de algas tóxicas. In: Boltovskoy D. (ed.) *Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino*. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. Buenos Aires, pp. 1-11.
- DA-ZHI, W., LIN. L., HAI-FENG, G., LEO LAI, CH. & HUA-SHENG, H. 2008. Comparative studies on morphology, ITS sequence and protein profile of *Alexandrium tamarense* and *A. catenella* isolated from the China Sea. *Harmful Algae Volume 7*:106-113.
- ESTEVEZ, J. L., SANTINELLI, N., SASTRE, V., DÍAZ, R. & RIVAS, O. 1992. Toxic dinoflagellate bloom and PSP production associated with upwelling in Golfo Nuevo, Patagonia Argentina. *Hydrobiology* 242: 115-122.
- FIGUEROA, R. I., BRAVO, I. & GARCÉS, E. 2005. Effects of nutritional factors and

- different parental crosses on the encystment and excystment of *Alexandrium catenella* (Dinophyceae) in culture. *Phycologia* 44 (6): 658-670.
- FUKUYO, Y. 1985. Morphology of *Protogonyaulax tamarensis* (Lebour) Taylor and *Protogonyaulax catenella* (Whedon and Kofoid) Taylor from Japanese coastal water. *Bull. Mar. Sci.* 37: 529-537.
- GAYOSO, A. M. 2001. Observations on *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech and other dinoflagellate populations in Golfo Nuevo, Patagonia (Argentina). *J. Plankton Res.* 23: 463-468.
- GAYOSO, A. M., DOVER, S., MORTON, S., BUSMAN, M., MOELLER, P., FULCO, V. K. & MARANDA, L. 2002. Diarrhetic shellfish poisoning associated with *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) in Patagonian gulfs (Argentina). *J. Shellfish Res.* 21 (2): 461-463.
- GAYOSO, A. M. & Fulco, V. K. 2006. Occurrence patterns of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech populations in the Golfo Nuevo (Patagonia, Argentina), with observations on ventral pore occurrence in natural and cultured cells. *Harmful Algae* 5 (3): 233-241.
- GUILLARD, R. R. L. 1978. Countings slides In: A. Sournia (ed.), *Phytoplankton manual*. UNESCO. Monographs on Oceanographic Methodology 6: 182-189.
- HALLEGRAEFF, G. M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- HALLEGRAEFF, G. M. 1995. Harmful algal blooms: a global overview. In: G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson, and A. D. Cembella, (eds.), *Manual on harmful marine microalgae*, UNESCO, IOC Manual and Guides.
- HALLEGRAEFF, G. M., ANDERSON, D. M & CEMBELLA, A. D. 2004. *Manual on Harmful Marine Microalgae*. UNESCO. IOC-IEO. Science and Communication. Centre on Harmful Algae. Monography on oceanographic Methodology 11.
- KIM, K. Y., YOSHIDA, M., FUKUYO, Y. & KIM, C. H. 2002. Morphological observation of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, *A. catenella* (Whedon et Kofoid) Balech and one related morphotype (Dinophyceae) in Korea. *Algae* 17: 11-19.
- MACKENZIE, L., DE SALAS, M., ADAMSON, J. & BEUZENBERG, V. 2004. The dinoflagellate genus *Alexandrium* (Halim) in New Zealand coastal waters: Comparative morphology, toxicity and molecular genetics. *Harmful Algae* 3 (1) 71-92.
- MATSUOKA, K. & FUKUYO, Y. 2000. Guía Técnica para el estudio de Quistes de Dinoflagelados actuales. Westpac hab. Intergovernmental Oceanographic Comisión. UNESCO. Inst. Español de Oceanografía. Faculty of Fisheries, Nagasaki University.
- ORLOVA, T. Y., SELINA, M. S., LILLY, E. L., KULIS, D. M. & ANDERSON, D. M. 2007. Morphogenetic and toxin composition variability of *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) from the east coast of Russia. *Phycologia* 46 (5) 534-548.
- OROZCO, F. E. & CARRETO, J. I. 1989. Distribution of *Alexandrium excavatum* resting cysts in a patagonic shelf area (Argentina), In: *Red Tides, biology, Environmental Science and Toxicology*. (eds.) T. Okaichi, D. M. Anderson and T. Nemoto. Elsevier, New York, pp. 307-311.
- PERSICH, G., KULIS, D. E., LILLY, D., ANDERSON & GARCÍA, Y. 2006. Probable origin and toxin profile of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech from southern Brazil. *Harmful Algae* 5: 36-44.
- SANTINELLI, N., SASTE, V. & ESTEVES, J. L. 2002. Episodios de algas nocivas en la Patagonia Argentina. En Sar, E. A., Ferrario, M. y Reguera, B. (eds). *Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano*. Instituto Español de Oceanografía, pp. 199-208.
- SMAYDA, T. J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. In: Edna Graneli et al. (eds.). *Toxic Marine Phytoplankton*, 1990: 29-40

## Notas Cortas

### NUEVA CITA DE *PROSOPIS DENUDANS* VAR. *STENOCARPA* BURKART (FABACEAE: MIMOSOIDEAE) EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

### NEW RECORD OF *PROSOPIS DENUDANS* VAR. *STENOCARPA* BURKART (FABACEAE: MIMOSOIDEAE) IN RÍO NEGRO PROVINCE

**Cristian H. F. Pérez**

CENPAT-CONICET Boulevard Almirante Brown 2915, U9120ACF, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

E-mail: [liolaemu@criba.edu.ar](mailto:liolaemu@criba.edu.ar)

El género *Prosopis* L está representado por cuarenta y cinco especies distribuidas en el suroeste de Asia, África y principalmente en América. Las especies americanas se incluyen en la sección *Strombocarpa*, *Monilicarpa* y *Algarrobia* en dos centros disyuntos: el texano-mexicano y el argentino-paraguayo-chileno con la mayoría de las especies (Burkart, 1976), veintisiete se encuentran en Argentina (Hunziken *et al.*, 1986; Palacios *et al.*, 1988), trece de las cuales son endémicas y cuatro son endemismos estrictos.

La sección *Algarrobia* está dividida en 6 series: *Sericanthae*, *Ruscifoliae*, *Humiles*, *Denudantes*, *Pallidae* y *Chilenses*. La serie *Denudantes* comprende cuatro especies, tres de las cuales son exclusivamente patagónicas, *P. ruizleali* Burkart y *P. castellanosi* Burkart se encuentran restringidos al sur de Mendoza y norte de Neuquén siendo endémicos de esta zona, *P. castellanosi* además crece desde los 600 a 1500 m s.n.m. (Burkart, 1976). *P. denudans* Benth. (Hook.) con tres variedades se distribuye desde el sur de Mendoza donde entra en contacto con *P. ruizleali* al pie de las montañas, hasta los 48° de latitud sur en la provincia de Santa Cruz marcando el límite mas al sur para el género (Burkart, 1976).

En Río Negro *Prosopis denudans* var. *denudans* Benth. en Paileman, Sierra de la Ventana y sierras al noroeste del Arroyo Ventana en el Departamento de Valcheta, hacia el noroeste por El Rincón, Meseta de Somuncurá; Los Menucos y Sierras Coloradas, Departamento de Valcheta (Burkart, 1976; Correa, 1984); *P. denudans* var. *patagonica* (Speg.) Burkart se extiende desde sierras al norte del Arroyo Ventana hacia el noroeste con un área de distribución similar a la variedad anterior (Burkart,

1976; Correa, 1984). *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* Burkart ha sido hallada en la provincia de Chubut, en el Departamento de Rawson, de donde procede el ejemplar tipo, en Santa Cruz en el Departamento de Deseado (Burkart, 1949, 1976; Correa, 1984; Palacios y Brizuela, 1999, 2005). Steibel y Troiani (1999) citan una población en Puesto Yantén y Puesto Sánchez, Departamento de Puelén, en la provincia de La Pampa y en Puesto Ñanculeo y Casa de Piedra, Departamento de General Roca en Río Negro sobre las barrancas del río Colorado, al noroeste de la provincia, las cuales serian las primeras citas para estas provincias y las poblaciones mas al norte en su área de distribución. Palacios y Brizuela (2005) no hacen referencia a este último trabajo y solo dan como área de distribución la provincia de Santa Cruz y Chubut.

En la localidad de Las Grutas (40°48'37,5"S; 65°5'17,0"W; 9 m snm), departamento de San Antonio, Río Negro (Figura 1) se halló una población de *Prosopis denudans* var. *stenocarpa*. El área en cuestión esta rodeado de vegetación arbustiva semidesértica de *Larrea divaricata* Cav., *L. cuneifolia* Cav., *Senna aphylla* (Cav.) H.S. Irwin et Barneby, *Prosopis flexuosa* DC var. *depressa* Roig, *Condalia microphylla* Cav. y varias especies de *Stipa* spp, vegetación característica de la Provincia Fitogeográfica Monte, Distrito Nor-patagónico (Roig, 1998).

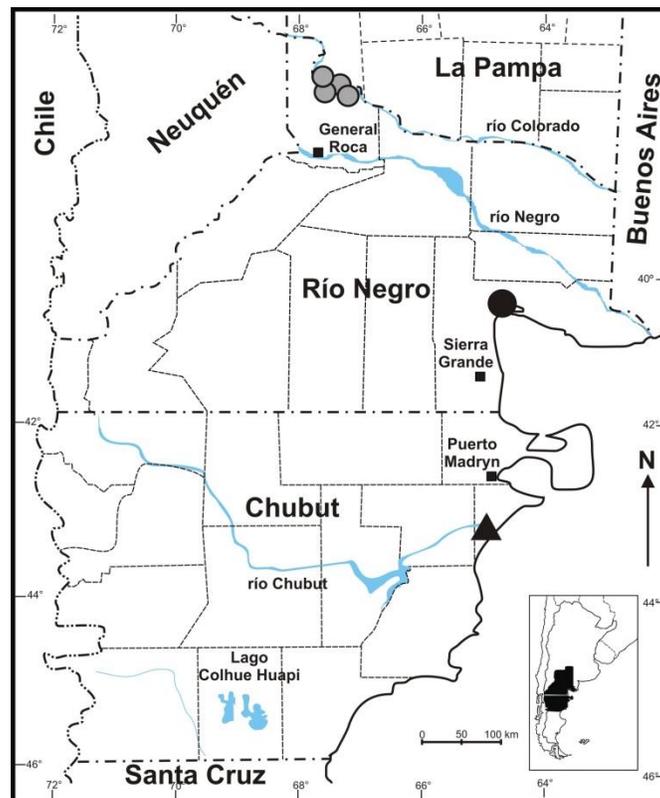
Las observaciones se realizaron en base a material fresco y de herbario. El material examinado se encuentra depositado en el herbario del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina (BBB) y del Jardín Botánico de la Patagonia extra-Andina, Centro Nacional Patagónico,

Puerto Madryn, Argentina (CNP-JBPE) con los números: Material examinado: *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* ARGENTINA, RÍO NEGRO, Departamento de San Antonio: Las Grutas, 9/XII/1997 (fl, fr), *CHFP* 48, Col. C.H.F. Pérez, (BBB); Las Grutas, 4/XII/98 (fr), *CHFP* 74, Col. C.H.F. Pérez, (BBB); Las Grutas, 4/XII/98 (fr), *CHFP* 75, Col. C.H.F. Pérez, V.K. Delhey y M. Fossati, (BBB); Las Grutas, 6/XII/98 (fl, fr), *CHFP* 86, Col. C.H.F. Pérez, V.K. Delhey y M. Fossati, (BBB); Las Grutas, 6/XII/98 (fl, fr), *CHFP* 87, Col. C.H.F. Pérez, V.K. Delhey y M. Fossati; Las Grutas, 9/XII/1997 (fl, fr), *CNP-JBPE* 202, Col. C.H.F. Pérez, (CNP-JBPE).

La mayoría de las plantas se encontraron en suelo arcilloso-arenoso, siempre detrás de las dunas costeras en típico ambiente de monte y en líneas generales los ejemplares estudiados concuerdan con las descripciones morfológicas dadas para la variedad por Burkart (1976) y Correa (1984) aunque las plantas de Las Grutas

son de menor tamaño y en apariencia algo más gráciles, difiriendo de las otras variedades principalmente en la forma y tamaño del fruto (Burkart, 1949). Éste en *P. denudans* var. *patagonica* es casi recto, no curvo, de 4 – 10,5 x 0,9 – 1,3 y 0,8 – 1 cm de espesor; en *P. denudans* var. *denudans* con espiras abiertas o anular, de 2 – 7 x 0,7 – 1,4 cm (Correa, 1984) en ambas variedades el fruto persiste en la planta, en *P. denudans* var. *stenocarpa* el fruto es falcado, anular o laxamente espiralado, hasta con 2 espiras, alcanzando 13 cm de largo (estirado) por 3-4 mm de espesor, y decido a la madurez.

Este nuevo registro se encuentra distante 278,13 km al norte de la localidad tipo y 343,55 km del Puesto Ñanculeo y Casa de Piedra por lo que la localidad de Las Grutas es la cita más oriental para la provincia y un "filling gap" para el área de distribución de *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa mostrando las localidades para *Prosopis denudans* var. *stenocarpa* nombrados en el texto. El triángulo negro indica la localidad tipo, el círculo negro enseña la nueva localidad, y los círculos grises las citas correspondientes a Steibel y Troiani (1999). Se incluyen los puntos principales de referencia geográfica de la región. Las citas y referencias para provincias de Santa Cruz son excluidas debido a la escala del mapa.

## AGRADECIMIENTOS

A Carlos B. Villamil, Rolf Delhey, Sergio Zalba por la lectura crítica del manuscrito y Valdemar K. Delhey y Mauro Fossatti por la ayuda de campo. Al evaluador y al editor de la revista por los aportes, sugerencias y atención dispensada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Burkart, A. 1949. Leguminosas nuevas o críticas, III. *Darwiniana*, **9**: 75 - 77.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. Mimosoideae). *J. Arnold Arboretum*, **57(3-4)**: 219 - 530.
- Correa, M.N. 1984. *Prosopis*. En M.N. Correa (ed.), Flora Patagónica. *Colección Científica del INTA*, **8(4 b)**: 258 - 267.
- Hunziker, J.H., Saidman, B.O., Naranjo, C.A., Palacios, R.A., Poggio, L. & Burghardt, A.D. 1986. Hybridization and genetic variation of Argentine species of *Prosopis*. *For. Ecol. Manage.*, **16**: 301-315.
- Palacios, R., Agulló, M.A., Mom, M.P., Torregrosa, S. & Picca, P. 1988. Especies del Género *Prosopis* en Argentina. Taxonomía. En U. Karlin y R. Palacios (ed.), Primer Taller Internacional sobre Recursos Genéticos y Conservación de Germoplasma en *Prosopis*. *Documento Preliminar FCA-UNC, FCE y N- UBA*: 15-90.
- Palacios, R.A. & Brizuela, M.M. 1999. *Prosopis* L. *Mimosoideae, Mimoseae*. En F.O. Zuloaga, y O. Morrone (ed.), Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. II. Dicotyledoneae. *Monographs Syst. Bot. Missouri Bot. Garden*, **74**: 720 - 724.
- Palacios, R.A. & Brizuela, M.M. 2005. Fabaceae, parte 13. Subfam. II. Mimosoideae, parte 4. Tribu VI. Mimoseae, parte B. *Prosopis* L. En A.M. Anton y F.O. Zuloaga (ed.), Flora Fanerogámica Argentina. *Proflora-CONICET*, **92**: 3-25.
- Roig, A.F. 1998. La vegetación de la Patagonia. En M.N. Correa (ed.), Flora Patagónica. *Colección Científica del INTA*, **8(1)**: 48-174.
- Steibel, P.E. & Troiani, H.O. 1999. El género *Prosopis* (Leguminosae) en la Provincia de La Pampa (República Argentina). *Rev. Fac. Agronomía- UNLPam*, **10(2)**: 25-48.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O. & Rodríguez, D. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana*, **27(1)**: 17 - 167.

## Notas Cortas

### REGISTRO DE YUNCOS MAGALLANICOS EN AGUAS COSTERAS DEL NORTE DEL GOLFO SAN JORGE, CHUBUT, ARGENTINA, (AVES: PELECANOIDIDAE).

### MAGELLANIC DIVING-PETRELS RECORDED ON COASTAL WATERS AT THE NORTH OF THE SAN JORGE GULF, CHUBUT, ARGENTINA (AVES: PELECANOIDIDAE).

Gabriel Punta

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco,  
Facultad de Ciencias Naturales, Sede Trelew,  
Julio A. Roca 115, 1° Piso, (U9100AQC) Trelew, Chubut, Argentina.  
Email: [andrea.gallo5@speedy.com.ar](mailto:andrea.gallo5@speedy.com.ar)

#### RESUMEN

El 14 de Septiembre de 1994, ocho Yuncos Magallánicos *Pelecanoides magellani* fueron observados en la Bahía Bustamante (45° 05' S, 66° 28' W), Golfo San Jorge, Provincia del Chubut. Estos registros realizados en aguas costeras del Océano Atlántico Sud Occidental, al menos hasta los 45° de latitud sur, no serían ocasionales. En concordancia con ello, la distribución invernal de esta especie sería más amplia, alcanzando latitudes más bajas que las informadas previamente.

**Palabras clave:** distribución invernal, Golfo San Jorge, Yuncos Magallánicos.

#### ABSTRACT

On September 14, 1994, eight Magellanic Diving-Petrels *Pelecanoides magellani* were seen at Bustamante Bay (45° 05' S, 66° 28' W), San Jorge Gulf, Chubut Province. This records on coastal waters of the western South Atlantic Ocean, at least up to 45° S, would not be occasionals. According to this, the winter distribution of the species will be wider, reaching lower latitudes than those previously reported.

**Keywords:** winter distribution, Magellanic Diving Petrels.

En las primeras horas de la tarde del día 14 de Setiembre de 1994, ocho Yuncos Magallánicos *Pelecanoides magellani* fueron observados dentro de la Bahía Bustamante (45° 05' S, 66° 28' W), ubicada en la zona norte del Golfo San Jorge, Provincia del Chubut, en ocasión de un viaje realizado en bote neumático.

El trayecto navegado comprendió aproximadamente 18 Km, desde la costa del campamento de Bahía Bustamante hasta las Islas Lobos, partiendo a las 13,30 h y arribando a las 14,25 h. Durante todo el viaje el tiempo fue bueno con vientos leves del sector WSW y se navegó en presencia de olas de mar de fondo de altura moderada (entre 2 y 4 m) siempre a vista de costa.

Aunque los Yuncos son fácilmente reconocibles debido a su rápido batir de alas y a su habilidad para atravesar las olas en vuelo, la

identificación a nivel de especie es dificultosa en el mar (Harper y Kinsky, 1978; Clark, 1986), ya que la única que puede distinguirse por su característico semicollar blanco es *P. magellani* (del Hoyo *et al.*, 1992). La observación de tres de los ocho Yuncos Magallánicos a menos de tres metros de distancia de la embarcación, durante al menos cinco minutos, facilitó la confirmación de esa particularidad de la coloración de sus plumajes.

Si bien el rango de distribución reproductiva del Yunco Magallánico abarca el extremo sur de Sudamérica (Olrog, 1948; Humphrey *et al.*, 1970; Woods, 1988; Araya y Millie, 1989; Narosky e Yzurrieta, 2010), la amplitud de sus desplazamientos hacia el norte en época invernal, por el Océano Atlántico, no son bien conocidos, habiéndose mencionado como límite norte dentro de la plataforma continental,

latitudes de aproximadamente 48° S (Tuck y Heinzel, 1978; Harrison, 1987; Narosky e Yzurieta, 2004).

Jehl (1974) observó durante los inviernos de los años 1971 y 1972 Yuncos Magallánicos desde el Estrecho de Magallanes hasta el Golfo San Jorge, señalando además que las mayores concentraciones de individuos de esta especie se registran al sur del paralelo 49° S. El presente registro sobre la presencia del Yunco Magallánico en la zona norte del Golfo San Jorge, señalaría que su presencia no sería ocasional en estas aguas durante el invierno, por lo que el límite norte de su distribución en aguas costeras alcanzaría aproximadamente los 45° S durante esta estación del año.

### AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Soriano S.A., al Sr. Miguel José por el apoyo brindado durante las tareas de campo y al querido amigo Eduardo Hofinger.

### BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, B. & MILLIE, G. 1989. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 405 pp.
- CLARK, R. 1986. Aves de Tierra del Fuego y Cabo de Hornos. L.O.L.A. Buenos Aires, Argentina, 294 pp.
- del HOYO, J., ELLIOTT, A. & SARGATAL, J. 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona, 696 pp.

- HARPER, P.C. & KINSKY, F.C. 1978. Southern Albatrosses and Petrels. Victoria University Press, 116 pp.
- HARRISON, P. 1987. Seabirds of the world, a photographic guide. Christopher Helm (Publishers) Ltd, London, 317 pp.
- HUMPHREY, P.S., BRIDGE, D., REYNOLDS, P.W. & PETERSON, R.T. 1970. Birds of Isla Grande (Tierra del Fuego). Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 411 pp.
- JEHL, J.R. Jr. 1974. The distribution and ecology of marine birds over the continental shelf of Argentina in winter. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* **17**: 217-234.
- NAROSKY, T. & YZURIETA, D. 2004. Aves de Patagonia y Antártida. Vázquez Mazzini. Buenos Aires, 143 pp.
- NAROSKY, T. & YZURIETA, D. 2010. Aves de Argentina y Uruguay: guía de identificación. Vázquez Mazzini. Buenos Aires, 427 pp.
- OLROG, C.C. 1948. Observaciones sobre la avifauna de Tierra del Fuego y Chile. *Acta Zool. Lilloana*. Tomo V: 437-531.
- TUCK, G. & HEINZEL, H. 1978. Guía de campo de las aves marinas de España y del mundo. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 308 pp.
- WOODS, R.W. 1988. Guide to birds of the Falkland Islands. Anthony Nelson Ltd, England, 256 pp.

## TESIS DE DOCTORADO DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO (2010-2012).

### BIODEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS EN MODELOS CON DÉFICIT DE NITRÓGENO

**Adrián Javier Acuña**

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en el Centro de Estudios e Investigación en Microbiología Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Director: Dr. Oscar Héctor Pucci. Co-Director: Dra. Graciela Natalia Pucci. Lugar de Presentación: Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, el 14 de Diciembre de 2009. Número total de páginas: 123. Email: ajcuna@unpata.edu.ar

**Palabras claves:** Suelos patagónicos, biodegradación de hidrocarburos, deficiencia de nitrógeno.

#### RESUMEN

La zona central de Patagonia, Argentina, se encuentra sometida a explotación petrolera y sus suelos se caracterizan por ser deficientes en nitrógeno. Los hidrocarburos contaminantes de un suelo son posibles de ser remediados utilizando métodos biológicos, para lo que es de suma importancia el nitrógeno. Dicho nutriente es esencial para una adecuada formación de biomasa. Los procesos biológicos de este tipo se pueden realizar bajo condiciones de concentraciones deficientes de nitrógeno, pero con una menor eficiencia.

En este trabajo, se estudió el efecto de la presencia y ausencia de nitrógeno sobre la degradación de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, por medio de un estudio en microcosmos durante 111 días y el aislamiento y caracterización de cepas aisladas a partir del suelo, capaces de biodegradar hidrocarburos en presencia de concentraciones deficientes de nitrógeno.

Se diseñaron cinco sistemas con un suelo de Patagonia contaminado con petróleo. Los tratamientos aplicados fueron: atenuación natural (AN), biodegradación de hidrocarburos alifáticos con y sin fertilización con nitrógeno (AL1 y AL2) y biodegradación de hidrocarburos aromáticos con y sin fertilización con nitrógeno (AR1 y AR2). Las relaciones C:N fueron de 100:0,003 para AN, AL2 y AR2, para AL1 y AR1 fue de 100:0,2. El seguimiento de los sistemas, se realizó por monitoreo de mineralización de hidrocarburos, variación de compuestos nitrogenados biodisponibles y de hidrocarburos totales y su fraccionamiento en columna de sílica gel, nitrógeno total, recuento de microorganismos heterótrofos y fijadores de nitrógeno totales, y recuento de microorganismos degradadores de hidrocarburos en presencia y ausencia de nitrógeno. También fueron diseñados cuatro sistemas en fase líquida con comunidades

bacterianas extraídas de la muestra de suelo. Los sistemas diseñados fueron MM AL y MM2 AL para estudiar la degradación de compuestos alifáticos en presencia y en ausencia de nitrógeno respectivamente, y los sistemas MM AR y MM2 AR para conocer la utilización de los compuestos aromáticos con y sin nitrógeno biodisponible, respectivamente. Estos sistemas se monitorearon por cuantificación del dióxido de carbono producido a partir de la mineralización de los compuestos estudiados y por el seguimiento de los compuestos nitrogenados biodisponibles.

A partir de los microcosmos estudiados se aislaron 150 cepas bacterianas, las cuales fueron sometidas a diferentes criterios de selección para determinar las posibilidades de las mismas de crecer en medios de cultivo con hidrocarburos como fuente de carbono y energía y sin fuente de nitrógeno. De este grupo se seleccionaron, finalmente, 22 cepas, las cuales presentaron la mayor capacidad de producir biomasa en estas condiciones.

Las 22 cepas se caracterizaron por ácidos grasos de membrana y finalmente fueron seleccionadas 11, que se estudiaron en función a su capacidad de producir biomasa en diferentes medios con hidrocarburos y compuestos aromáticos en presencia de diferentes fuentes de nitrógeno. También se estudió su perfil metabólico con y sin fuente de nitrógeno y su perfil de biodegradación de hidrocarburos en las mismas condiciones.

Finalmente, las tres cepas más diferentes entre ellas y las de mejores aptitudes, fueron estudiadas en función a su capacidad de fijar nitrógeno, y a su capacidad de resistir en el ambiente (pH, temperatura y salinidad). Posteriormente los cultivos fueron identificados en función a su perfil de ácidos grasos de membrana y a 16S rDNA.

Los principales resultados obtenidos indican que la presencia de nitrógeno en el suelo favorece la biodegradación de los hidrocarburos alifáticos, mientras que la concentración deficiente de nitrógeno favorece la de los hidrocarburos aromáticos. Se observó que en deficiencia de nitrógeno los compuestos aromáticos produjeron una disminución mayor en la fijación de nitrógeno y nitrificación en el suelo con respecto a cuando el nitrógeno esta biodisponible. La deficiencia de nitrógeno produjo disminución en las tasas de mineralización, la eliminación de hidrocarburos y en la producción de biomasa, siendo todo esto responsable de producir una biorremediación menos eficiente de los hidrocarburos totales. La comunidad bacteriana del suelo estudiado posee microorganismos provenientes de tres grupos bien diferenciados: *Bacillus* y géneros relacionados, *Pseudomonas* y géneros relacionados y *Actinomices-Corineformes*, todos ellos con capacidad de fijar nitrógeno, identificándose en *Pseudomonas* la enzima Nitrogenasa 1. Las tres cepas estudiadas en mayor profundidad, cada una representante de cada uno de los grupos antes mencionados, tubo una buena capacidad de adaptación a las condiciones ambientales estudiadas haciéndolas aptas para su incorporación en suelos similares al de origen.

La biorremediación de hidrocarburos es un proceso posible en suelos deficientes de nitrógeno, en donde este compuesto puede ser fijado como amonio y transformado a nitrato por los microorganismos del suelo, para obtener una fuente de nitrógeno biodisponible, necesario para llevar a cabo la biorremediación de los hidrocarburos contaminantes.

#### **Publicaciones alcanzadas durante el trabajo de tesis en revistas científicas.**

- Acuña AJ, Pucci OH (2005) *Biodegradación de Hidrocarburos en Suelos Deficientes de Nitrógeno*. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 81: 89-95. ISSN 0328-2937.
- Acuña AJ, Pérez Krenek JF, Pucci OH, Pucci GN (2007) *Biodegradación de Hidrocarburos. Influencia de la Fertilización en el Proceso de Biorremediación*. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 94: 82-86. ISSN 0328-2937.
- Acuña AJ, Pucci OH, Pucci GN (2008) *Caracterización de un Proceso de Biorremediación de Hidrocarburos en Deficiencia de Nitrógeno en un Suelo de la Patagonia Argentina*. Ecosistemas. 17: 85-93. ISSN: 1697-2473.

#### **Publicaciones de trabajos completos alcanzadas durante el trabajo de tesis en reuniones científicas.**

- Acuña AJ, Pucci GN, Pucci OH (2003) *Fijación de Nitrógeno en Suelos Contaminados con Hidrocarburos*. IV Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología de Suelos. IV Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. CD-ROM. ISBN 097 - 99083-6-8.
- Acuña AJ, Pucci OH (2003) *Biodegradación de Hidrocarburos en Suelos Deficientes de Nitrógeno*. 5tas. Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas. IAPG. Mendoza.
- Acuña AJ, Pucci OH (2005) *Potencial Uso en Bioaumentación de Cepas Bacterianas Autóctonas Degradadoras de Hidrocarburos Para Suelos Contaminados y Deficientes de Nitrógeno*. 6tas. Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo. Neuquén.

#### **Publicaciones de resúmenes alcanzadas durante el trabajo de tesis en reuniones científicas.**

- Acuña AJ, Pucci OH (2004) *Biodegradación de Hidrocarburos en un Suelo Patagónico Carente de Nitrógeno*. XVII Congreso Latinoamericano de Microbiología - X Congreso Argentino de Microbiología. Buenos Aires.
- Acuña AJ, Pucci GN, Pucci OH (2004) *Estudio de Cepas Bacterianas con Capacidad de Biodegradar Hidrocarburos en Déficit de Nitrógeno Aisladas de un Suelo Patagónico*. XVII Congreso Latinoamericano de Microbiología - X Congreso Argentino de Microbiología. Buenos Aires.
- Acuña AJ, Pucci OH (2005) *Caracterización de Microorganismos Autóctonos Capaces de Biodegradar Hidrocarburos en Deficiencia de Nitrógeno*. XI Jornadas Argentinas de Microbiología - II Jornadas de Microbiología e Infectología del Sur Argentino. Bahía Blanca.
- Acuña AJ, Pucci GN, Pucci OH (2008) *Biodegradación de hidrocarburos en suelos patagónicos frente a diferentes condiciones ambientales*. II Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (SETAC). Mar del Plata.

## UN ESTUDIO CINÉTICO Y MECANÍSTICO SOBRE LA FOTOOXIDACIÓN SENSIBILIZADA DE COMPUESTOS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA: HORMONAS Y DROGAS SULFA

**Marta Susana Díaz**

Tesis desarrollada para acceder al título de Doctor en Química, realizada en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, UNPSJB, sede Comodoro Rivadavia y en el Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Física y Química de la Universidad Nacional de Río Cuarto, UNRC. Presentada en la Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB, Director: Dr. Norman A. García (UNRC), Co-director: Dra. Marta M. Luiz (UNPSJB) y defensa: 06 de Abril de 2011. Número total de páginas de tesis: 137. Email: madiaz@unpata.edu.ar

**Palabras Clave:** fotooxidación, sensibilizador, estudio cinético- mecanístico, especies reactivas de oxígeno.

### RESUMEN

Esta tesis consistió del estudio cinético-mecanístico de procesos fotooxidativos mediados por especies reactivas de oxígeno, sobre compuestos de interés biológico y farmacéutico, seleccionamos para su estudio dos familias de compuestos usadas habitualmente en el tratamiento de enfermedades humanas y veterinarias: las drogas sulfa, SD, derivadas del ácido sulfanílico (Dapsona, DAP, Sulfadiazina, SFD, Sulfisoxazol, SFX, y 5- sulfaminouracilo, 5-SFU) y hormonas esteroideas ( $17\beta$ - Estradiol, ESD) y no esteroideas (Hexestrol, HXS) de la familia de los estrógenos.

Los objetivos de esta tesis fueron: evaluar el comportamiento cinético y proponer un mecanismo cinético en distintas condiciones experimentales de la potencial fotodegradabilidad de los sustratos estudiados en presencia de fotosensibilizadores naturalmente presentes en medios contaminados, conocer la naturaleza de los productos de fotorreacción, dato útil para considerar la sustentabilidad de una fototransformación, para ser considerada decontaminación. Realizar posibles relaciones estructura-reactividad, con ayuda de compuestos modelo, que permitan generalizar resultados y predecir comportamiento de sustratos afines. Además en el caso de SD se evaluó el impacto de la fotodegradación sensibilizada sobre actividad bacteriostática.

Esta información permitirá evaluar las posibilidades de degradación que posee un contaminante sometido a condiciones naturales, cómo puede competir con otros potenciales contaminantes por las especies oxidativas fotogeneradas y en caso de contarse con depósitos de material contaminado, las técnicas y

condiciones de bajo costo energético disponibles para aplicar una degradación programada.

Los métodos utilizados fueron: medidas de espectros de absorción a distintos tiempos de irradiación, medidas de fotólisis estacionaria y de consumo de oxígeno en una línea de fotólisis construida en el Laboratorio de Fotoquímica de nuestra Facultad, usando sensibilizadores sintéticos como Rosa de bengala, RB y naturales como Riboflavina, Rf. De las medidas de consumo de oxígeno se obtuvieron las constantes reactivas de desactivación de  $O_2(^1\Delta_g)$ ,  $k_r$ , para todos los sustratos estudiados.

Se realizaron experiencias de detección de fosforescencia de  $O_2(^1\Delta_g)$  resuelta en el tiempo, TRPD, para determinar el tiempo de vida de  $O_2(^1\Delta_g)$  y obtener la constante total de desactivación,  $k_t$  de esta especie reactiva. Para la evaluar la interacción de los sustratos con estados electrónicamente excitados de Rf, se realizaron medidas de fluorescencia estacionaria y resueltas en el tiempo, por un tratamiento de Stern-Volmer de los datos experimentales se obtuvieron las constantes cinéticas de cada proceso. Estas experiencias se realizaron por pasantías al laboratorio del director de tesis, en UNRC.

La determinación de productos de fotodegradación sensibilizada de los sustratos estudiados, se realizó por análisis de muestras con Cromatografía líquida de alta presión combinada con Espectroscopia de masa, HPLC-MS, en la Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. En el caso de una de las SD, se realizó una determinación microbiológica, por el Método de Difusión en agar, de soluciones irradiadas a distintos tiempos y se midieron los halos de inhibición luego de ser incubadas 48 hs a 37 °C. Estas experiencias fueron realizadas en

colaboración con el Dr. Osvaldo Córdoba, en nuestra Facultad.

Las SD, se encuentran presentes en aguas superficiales urbanas, su persistencia en el medio ambiente acuático puede ejercer toxicidad en organismos acuáticos y en seres humanos, hay diversos estudios de fototransformación por distintos procesos de oxidación avanzados, AOP, para disminuir el impacto ambiental de estas sustancias. Existen algunos estudios previos de la conducta fotoquímica de las SD, principalmente de fotodegradación directa y muy pocos de fotodegradación sensibilizada. Por fotoirradiación de soluciones acuosas de SD en presencia de RB, se observaron cambios en los espectros de absorción, éstos fueron inhibidos en presencia de azida sódica,  $\text{NaN}_3$ , un conocido desactivador de  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$  y en ausencia de oxígeno con burbujeo de  $\text{N}_2$ . Estos resultados permitieron intuir la participación de  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , luego confirmado por los resultados de las experiencias de TRPD. Los valores de  $k_t$  y  $k_r$ , aislados no brindan información relevante de las fotoreacciones, la relación  $k_t/k_r$ , permite evaluar la eficiencia de fotooxidación, no se observaron diferencias sustanciales de  $k_t$  para DAP y SFD, pero si un importante aumento para SFX. Se determinó una elevada eficiencia de fotooxidación para ácido sulfanílico, ASFN, compuesto modelo de esta familia y menores valores para DAP, SFD y SFX. Del análisis de las estructuras de SD, el grupo sulfónico favorece la interacción física SD- $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , por la habilidad electrodonante de DAP (sustituyente anilina), SFD (aminopiridina) y SFX (isoxazol). Se propone un mecanismo de interacción SD- $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , con formación inicial de un complejo de encuentro de carácter parcial de transferencia de carga, dominado por las propiedades electrodonoras del sustrato.

Se prepararon soluciones de SD, en presencia de Rf, en MeOH: agua (1:1), para favorecer la solubilidad, a fin de obtener concentraciones necesarias en algunas experiencias. De los espectros de absorción de soluciones aeradas, tanto los sustratos como Rf, sufrieron transformaciones espectrales por la fotoirradiación. De las experiencias de velocidad de consumo de oxígeno en presencia de  $\text{NaN}_3$ , se observó una disminución de dicho consumo y también con el agregado de la enzima Superoxidodismutasa, un desactivador específico del radical anión superóxido,  $\text{O}_2^{\bullet-}$ . Cuando la fotoirradiación se realizó en ausencia de oxígeno, la velocidad fotodegradación disminuyó en presencia de SD, demuestra la desactivación del estado electrónicamente excitado  $^3\text{Rf}^*$ . De las

experiencias de Láser flash fotólisis en ausencia de oxígeno, se determinaron los tiempos de vida de tripletes, realizaron los espectros de absorción de especies transitorias y se obtuvieron las constantes cinéticas correspondientes, del tratamiento de los datos experimentales. La evaluación de los datos cinéticos obtenidos con RB y Rf permiten proponer un mecanismo cinético de los procesos que ocurren y que la fotoirradiación sensibilizada por Rf ocurre por una combinación de dos vías oxidativas,  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$  y  $\text{O}_2^{\bullet-}$ .

5-SFU, se estudió por separado, porque no presenta la misma estructura base de las otras SD y fue de interés estudiar la influencia del pH del medio en la cinética del proceso fotodegradativo, dado que esta molécula presenta distintas especies en solución acuosa de acuerdo al pH. En las experiencias a pH 7 se observó no oxidabilidad, a pH 12 hay un marcado aumento de  $k_r$  y  $k_t$ , comparado con las demás SD, por la presencia del grupo sulfamino, como sustituyente en la molécula de uracilo que ejerce un poder activante en la molécula. Además a pH 12 predominan las formas ionizadas de 5-SFU y por el aumento de  $k_r$ , la interacción entre 5-SFU y  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , será totalmente reactiva. La reactividad de 5-SFU con especies por Rf, dependerá de la velocidad de estos procesos, nuevamente como para las demás SD, ambos procesos ocurren a velocidades similares.

Los resultados experimentales de la determinación microbiológica permitieron evaluar el impacto de la fotodegradación sensibilizada sobre la actividad bacteriostática, en nuestro caso se observó una pérdida de la actividad bacteriostática y los productos de fotólisis no retienen la capacidad de inhibir el crecimiento bacteriano. Del análisis de productos de fotooxidación sensibilizada de SFX, fue posible proponer cuatro posibles mecanismos de fotooxidación: (a) y (b) la adición 1+4 de  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$  al anillo isoxazol, con formación de un endoperóxido inestable que isomeriza rápidamente con deshidrogenación, generando un producto B, este mecanismo coincide con datos reportados para oxazoles. En el mecanismo (c) a partir del producto B, se oxida el resto del anillo aromático, el grupo amino y posibles dobles enlaces, formando el producto C.

En el mecanismo (d): de acuerdo a datos de bibliografía de fotodegradación directa ocurre ruptura en la estructura general de SD, en distintas posiciones, encontrando en el medio de reacción ácido sulfanílico como producto de hidrólisis. El producto D obtenido en este

mecanismo puede derivar de este ácido, ganando dos oxígenos y perdiendo dos hidrógenos, con dos estructuras posibles. De los datos de bibliografía de degradación directa se describen como productos: sulfanilamida, ácido sulfanílico (mayoritariamente), ácidos carboxílicos y dicarboxílicos, además de la degradación directa e indirecta se ha descrito la señal del dióxido de azufre, en nuestro caso no se observó ninguna señal atribuible a este fotoproducto.

Varias sustancias de estructura esteroide imitan o interfieren con la acción de las hormonas esteroides endógenas, se conocen como compuestos disruptores endócrinos, DEs, estas sustancias afectan la reproducción de la fauna acuática e incluso la salud humana. La eliminación de estos contaminantes de aguas naturales es una preocupación de ambientalistas, científicos y gobernantes, por eso se han estudiado métodos alternativos de eliminación. Tratamientos biológicos con enzimas o microorganismos, o AOP, por oxidación fotocatalítica con:  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_3/\text{UV}$ , cloro o dióxido de cloro, etc. En bibliografía métodos de eliminación alternativos, por fotodegradación indirecta, la información es limitada, como también los datos cinéticos y de los productos de degradación.

Por ello nosotros seleccionamos para el estudio, ESD, HXS y compuestos modelo: 5,6,7,8- tetrahidronaftol (THN) y 4-propilfenol (PPF).

Por la baja solubilidad de estos sustratos en agua se trabajó en Metanol o mezclas de metanol: agua, en algunas experiencias para lograr las concentraciones necesarias.

En la fotooxidación sensibilizada con RB, los espectros de absorción obtenidos por irradiación de soluciones en metanol aereadas, se observaron cambios espectrales, éstos fueron mayores en presencia de KOH 1 mM, en estas condiciones los grupos fenólicos se encuentran ionizados. Los cambios espectrales fueron inhibidos en presencia de  $\text{NaN}_3$  1 mM y en ausencia de oxígeno con burbujeo de  $\text{N}_2$ . Estos resultados permiten intuir la posible participación de  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , luego confirmado por las experiencias de TRPD. Dados los valores obtenidos de las constantes cinéticas de interacción de los sustratos con  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , la oxidabilidad en metanol, es escasa o nula para HXS y PPF y moderada reactividad de ESD y THN, situación diferente cuando se utilizó metanol en presencia de KOH 1 mM, los valores de  $k_t$  y  $k_r$  aumentaron, esto coincide con lo reportado para otros compuestos fenólicos, por aumento de la habilidad donora de especies ionizadas respecto a la forma

molecular. Cuando se estudió la fotodegradación por irradiación con luz visible de mezclas de sustratos y Rf en metanol, ambos sufrieron modificaciones espectrales, estas modificaciones fueron mayores en metanol en presencia de KOH 1 mM para todos los sustratos. Se determinaron los valores de las constantes cinéticas de la interacción de los sustratos con las especies electrónicamente excitadas de Rf, además de obtener los espectros de absorción de las especies transitorias en ausencia de oxígeno, se evaluó la participación de  $\text{O}_2^{\bullet-}$  en la fotodegradación sensibilizada por Rf, y por la concordancia de los datos experimentales obtenidos de las experiencias de consumo de oxígeno y la evaluación de las constantes cinéticas correspondientes apoyaron dicha participación. Para evaluar la factibilidad de fotodegradación de las dos hormonas por otros componentes en presencia de Rf, se realizaron experiencias de consumo de oxígeno por soluciones de igual concentración de cada una de las hormonas y fenol, como un modelo de un contaminante acuático. Se determinó que se fotodegradan a velocidades similares.

Los antecedentes bibliográficos de productos de fotólisis directa de ESD son escasos y casi no hay información de la fotodegradación indirecta, nuestros resultados para ESD en metanol en presencia de KOH 1 mM y RB como sensibilizador, indican la adición de átomos de oxígeno a la estructura de ESD con alguna adición simultánea de agua. No hubo presencia de ESD en la muestra analizada, por lo tanto fue totalmente degradado en nuestras condiciones de trabajo. El mecanismo de reacción aceptado de fenoles con  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , ocurre por un proceso de transferencia electrón/protón desde el grupo fenol a  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$ , favorecido en presencia de KOH 1 mM. Se forma un radical fenoxi, luego un compuesto con un grupo hidroperóxido en posición orto- para del grupo  $-\text{OH}$  o por una reducción en el medio de reacción se formarían los alcoholes correspondientes, no se detectaron compuestos diméricos o productos de adición. Por sensibilización con Rf, podrían generarse los mismos hidroperóxidos por reacción con  $\text{O}_2^{\bullet-}$  o  $\text{H}_2\text{O}_2$ , formados en procesos del mecanismo cinético propuesto.

Del análisis cinético- mecanístico de la fotodegradación sensibilizada de SD podemos decir que: el sustituyente nucleofílico de las SD estudiadas define su comportamiento fotoquímico, sufren fotodegradación por un mecanismo mediado por  $\text{O}_2(^1\Delta_g)$  en presencia de

RB, la constante de interacción global con la especie oxidante,  $k_t$  es del orden de  $10^7$ -  $10^8$   $M^{-1} s^{-1}$ . Con Rf como sensibilizador, ocurre paralelamente un mecanismo mediado por  $O_2^{\bullet-}$  siendo más reactivo SFD, de las SD estudiadas.

Los productos de SFX conservan aromaticidad, posiblemente pierde el resto anilina, factor estructural indispensable para la actividad bacteriostática y los resultados microbiológicos indican una pérdida de la actividad bacteriostática en nuestras condiciones de trabajo.

Referido a las hormonas esteroides y no esteroides, son degradadas en soluciones metanólicas por irradiación con luz visible en presencia de RB o Rf, como sensibilizadores, por la acción de especies reactivas de oxígeno. Los resultados obtenidos indican mediana a escasa reactividad, con valores de  $k_t$  del orden  $10^7$   $M^{-1} s^{-1}$  en metanol y aumentan en presencia de KOH 1 mM. Con Rf, las hormonas son degradadas por un proceso mixto que involucra  $O_2(^1\Delta_g)$  y radicales con la participación de especies oxigenadas. Los productos de fotooxidación sensibilizada de ESD, mantienen aromaticidad, tienen masas moleculares mayores que el compuesto de partida y no se puede descartar que conserven aromaticidad.

## PUBLICACIONES

- M. Díaz, M. Luiz, S. Bertolotti, S. Miskoski and N. García. (2004). "Scavenging of Photogenerated Singlet Molecular Oxygen and Superoxide Radical Anion by Sulpha Drugs. Kinetics and Mechanism." *Can. J. Chem.* **12**, **82**, v. 146, 1752-1759.
- M. Díaz, M. Luiz, P. Alegretti, F. Amatt-Guerri, W. Massad, S. Criado and N. A. García. (2009). "Visible-light-mediated photodegradation of 17 $\beta$ - estradiol. Kinetics, mechanism and photoproducts" *J. Photochem and Photobiol A: Chem.* **202**, 221–227.
- C. Castillo, S. Criado, M. Díaz and N.A. García. (2007). "Riboflavin as a sensitizer in the photodegradation of tetracyclines. Kinetics, mechanism and microbiological implications". *Dyes and Pigments*, **72**, 178-184.
- E. Haggi, N. Blasich, J. Díaz, M. Díaz, W.A. Massad, F. Amat-Guerri and N.A. García. (2007). "Kinetics and mechanism of the sensitized photodegradation of uracil. Modeling the fate of related herbicides in aqueous environments". *Photochem. and Photobiol.*, **83**, 3, 520-525.

## PREPARACIÓN DE MATERIALES BIOCMPUESTOS A PARTIR DE QUITOSANO. ESTUDIOS DE APLICACIÓN.

**Ing. Adelaida Ávila**

Tesis para el grado de Doctor en Química realizada y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales (UNPSJB). Director: Dra. Miriam Strumia (UNC); Co-Director: Dr. Eduardo Sánchez. La tesis consta de 252 páginas y fue defendida el 10 de marzo de 2011. Email: aavila@unpata.edu.ar

**Palabras claves:** Quitosano, polímero natural, películas biocompuestas, antimicrobiano

### RESUMEN

La creciente demanda de productos mínimamente procesados y listos para el consumo plantea un desafío y ha conducido al desarrollo de tratamientos que permitan inhibir el crecimiento microbiano manteniendo la calidad y frescura de los alimentos. El envase activo antimicrobiano consiste en añadir una sustancia activa al material mejorando así la funcionalidad del envase extendiendo la vida útil del producto y reduciendo el riesgo de microorganismos patógenos.

El uso de polímeros naturales como revestimientos de alimentos está muy difundido debido principalmente a las importantes propiedades que los mismos presentan como son biodegradabilidad, no toxicidad, hidrofiliidad, biocompatibilidad y no deterioran nuestro medio ambiente después de ser utilizados. Es por ello que en nuestro trabajo de tesis se utilizó Quitosano, un polímero biodegradable, derivado de fuentes naturales renovables como son los desechos marinos. El Quitosano como producto polimérico es intensamente usado en la actualidad por la industria alimenticia y farmacéutica, en cosmética y medicina.

*Objetivo General:* La tesis posee dos pilares importantes que la sustentan. Por un lado, es de índole científico, porque propone el estudio de metodologías que conduzcan a la obtención de nuevos productos derivados del quitosano con propiedades óptimas para su utilización como revestimiento y envase de alimentos. Por otro lado, la importancia regional, ya que al ser Comodoro Rivadavia, una ciudad costera, los residuos marinos acumulados serán el recurso renovable a partir del cual se extrae el quitosano.

*Objetivos específicos:* a- Relevamiento de las zonas costeras sobre ubicación, tamaño y captura de crustáceos en las costas patagónicas. b- Estudio y optimización del proceso de extracción de quitina y su conversión a quitosano a partir del exoesqueleto de crustáceos extraídos

del Golfo San Jorge. c- Obtención de un quitosano con propiedades óptimas y similares a los quitosanos de origen comercial (peso molecular, rendimientos y grado de acetilación). d- Aumentar el valor agregado del quitosano para su uso como revestimiento de alimentos y en la formación de películas biocompuestas, conservando las propiedades del quitosano (biocompatibilidad, rápida degradación, antimicrobianas).

### RESULTADOS

Se presentó la posibilidad de aprovechar los residuos marinos acumulados en Comodoro Rivadavia. Por ello se realizó un relevamiento de la ubicación y desembarque de langostinos y centollas de los puertos patagónicos, encontrándose que cerca del 70% de los caparazones de centolla y el 15% de los de langostinos son enterrados o arrojados al mar. De acuerdo a los valores obtenidos durante 2003 y 2004, en la región se podría contar con 840 Tn de caparazones de centolla y de 2400 Tn de caparazones de langostinos anuales.

Se trabajó en la optimización de una metodología de extracción de quitina a partir de caparazones de crustáceos de la zona del Golfo San Jorge y la posterior conversión a quitosano. Debemos considerar que en promedio el 25% de los caparazones es quitina. Una vez obtenida la quitina el 85% de su masa puede obtenerse como quitosano. Se obtuvo un quitosano con idénticas características al comercial trabajando con ácido (HCl) y álcali (NaOH) de bajas concentraciones y productos más puros cuando la extracción se realizó utilizando caparazones de langostinos. El ajuste de las concentraciones de ácido y álcali empleadas, la naturaleza de la fuente, la estructura física de la quitina y las metodologías de extracción permitieron preparar un quitosano de alta pureza. Se realizaron ensayos de caracterización (espectros FTIR), determinándose un grado de acetilación de

15,5% y peso molecular de 352 KDa de los quitosanos preparados.

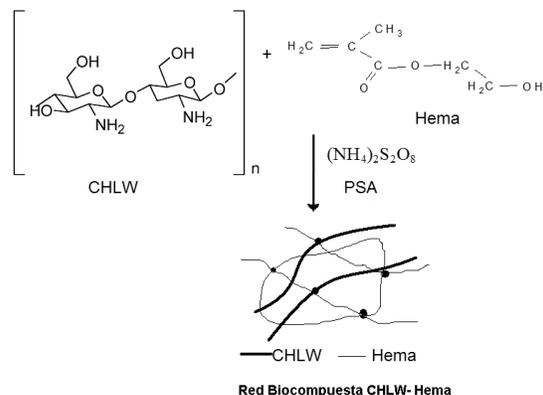
Se trabajó posteriormente en la preparación de recubrimientos activos antimicrobianos comestibles para ser usados en alimentos. El sorbato de potasio (SK), efectivo antifúngico de uso alimentario, fue incorporado a la matriz de quitosano en forma física y covalente. La unión covalente del SK al quitosano se realizó mediante la activación del grupo carboxílico del SK usando una carbodiimida soluble en agua (EDC) y posterior formación de una unión amida con el grupo amino del quitosano. Se encontró que en mezclas físicas de quitosano con 5% de SK se logra inhibir el crecimiento de hongos durante 7 días, liberando hasta el 40% del SK incorporado originalmente en un tiempo de 8 horas. Mientras que en aquellos preparados en donde el SK está covalentemente unido al quitosano, se inhibe el crecimiento de hongos durante 15 días. Lo interesante de esta propuesta es que la película logró un mayor tiempo de conservación e inhibición microbiana y frente a hongos, con la ventaja de que el aditivo estaría incorporado en el recubrimiento y no migra al alimento.

Estos nuevos revestimientos fueron ensayados como recubrimiento de langostinos y frutillas, ambos productos de gran valor comercial; para mejorar su tiempo de conservación. Los resultados de las evaluaciones sensoriales, que en la práctica comercial constituyen las pruebas definitivas en la toma de decisiones para definir la frescura en el langostino, demostraron que la aplicación de la biopelícula comestible de quitosano con SK unido covalentemente a pH 6 mostró un efecto inhibitor de la velocidad de producción de manchas oscuras (melanosis) durante 7 días. Por lo tanto puede aumentar su vida de almacenamiento conservando así su valor económico, lo que le confiere interesantes y potenciales usos en sustitución de los productos químicos que actualmente se emplean para controlar esta reacción.

El recubrimiento de frutillas con soluciones de quitosano con SK unido covalentemente a pH 4 tuvo efectos benéficos notables a partir del cuarto día, en la preservación del fruto debido a la modificación de la atmósfera interna, disminución de las pérdidas por transpiración, conservación de la textura original de la fruta con el tiempo y conservación de las propiedades organolépticas (brillo, olor y sabor) de los frutos.

**Películas Biocompuestas.** La obtención de materiales formados por la combinación de polímeros naturales y sintéticos, es de gran

interés porque en ellos se combinan las ventajas de los polímeros de origen natural como las ya conocidas de los polímeros sintéticos. Este tipo de materiales biocompuestos o semi-sintéticos se benefician fundamentalmente por tener un amplio rango de propiedades físico-químicas; ofrecer además, la presencia de grupos reactivos, como hidroxilos y aminos, los cuales le conferirán al revestimiento, propiedades específicas de aplicación (antifúngico, antimicrobiano). El quitosano por sus pobres propiedades mecánicas y su hidrofiliidad debe ser procesado con algún polímero sintético para obtener un material apto para ser usado como envase de alimentos. En función de esto, se prepararon dos tipos de películas modificadas de quitosano. Se encontró que la polimerización de injerto de HEMA o Ácido Acrílico en una solución acuosa de ácido acético al 2% de quitosano usando persulfato de amonio como iniciador; fue eficiente con relaciones molares 1:1 quitosano:polímero sintético. Los productos obtenidos fueron caracterizados por espectroscopia ATR en donde se observó la formación de una cadena injertada del polímero sintético entre las cadenas del quitosano. Se analizó el efecto de las diferentes variables (concentración del polímero sintético, tiempo de reacción, pH, temperatura de trabajo y concentración del iniciador) involucradas en el injerto de un polímero sintético en las películas de quitosano. Se encontró que se obtienen los mejores porcentajes de injerto de poli(HEMA) trabajando a pH 4,5, durante 2 horas de reacción, a 35°C; y en el caso de poli(ácido acrílico), pH 6,



durante 3 horas de reacción, a 65°C.

Posteriormente, las películas fueron sometidas a estudios de esfuerzo de tracción y estabilidad térmica. En las películas polimerizadas con Hema se obtuvo una gran reducción del esfuerzo de tracción a la rotura con la incorporación del Hema, lo que provocó un incremento en la flexibilidad, debido a que

soportan mayores valores de esfuerzos de tracción ante la mínima deformación y durante tiempos más prolongados. Esto le confiere mayor procesabilidad para ser usadas como envase de alimentos. En estas películas se observó una mejora en las propiedades térmicas en comparación con la que presentaba las de quitosano dado que la temperatura de degradación se corrió a valores mayores. Las películas polimerizadas con ácido acrílico resultaron se transparentes en estado seco con marcado incremento en su capacidad para retener agua. Se obtuvo una mejora en las propiedades térmicas no así en las propiedades mecánicas; debido a que presentaron un comportamiento más rígido (sufrieron deformaciones pequeñas cuando fueron sometidas a grandes esfuerzo de tracción).

Se analizó la biodegradación en suelo de las películas de Quitosano (LW) y Quitosano:Hema 1:1(LWH1:1). Se determinaron los mg CO<sub>2</sub> desprendido por kilogramo de suelo y el porcentaje de biodegradación en las películas en función de los días de exposición al medio degradativo. Las curvas de biodegradación de las membranas presentaron dos fases o etapas: una fase de biodegradación (parte lineal de la curva) que se observó en general en los primeros 10 días de la experiencia produciéndose luego un plateau en la producción de CO<sub>2</sub>. Con las membranas LW se obtuvo un porcentaje de biodegradación de 90% en 20 días, y con las de LWH este valor se modificó a 50%. Tanto la membrana LW como la LWH 1:1 fueron biodegradadas cuando se expusieron al medio degradativo. El porcentaje de pérdida de masa fue mayor para la membrana LW. La presencia del polímero sintético hizo más lenta la velocidad de biodegradación del nuevo material manteniendo la posibilidad de prolongar su uso asegurando su degradación final.

## CONCLUSIONES

Todo lo obtenido permitiría la implementación de productos novedosos, con incorporación de conocimientos y tecnologías de avanzada, mejorando la calidad de vida a través de la implementación de nuevos procesos unitarios no contaminantes, económicos y basados en recursos naturales renovables de la región patagónica.

Como proyección del presente trabajo de tesis, se planifica la optimización de la extracción de quitina de caparazones marinos a escalas mayores y su posterior conversión a quitosano. Una vez encontrado el producto adecuado en rendimiento y calidad, se continuará con los estudios de aplicación que permitan aumentar el valor agregado de este producto en el área de alimentos y envases biodegradable.

## PUBLICACIONES

- Avila A.J., Costamagna V., Strumia M.C. Obtención de quitina y quitosano a partir de caparazones de langostinos y centollas. *Revista Naturalia Patagónica* 3(2) (2007), 1 – 8
- A.J.Avila, V. Costamagna, E. Barrientos, G. Pucci, E. Sánchez, M. C Strumia. Películas de quitosano con sorbato de potasio unido física y covalentemente. *Estudios de aplicación. Revista Iberoamericana de Polímeros* 11(2), 73-87 (2010)
- Adelaida Ávila, Karina Bierbrauer, Graciela Pucci and Miriam Strumia. Study of optimization of the synthesis and properties of biocomposite films based on grafted chitosan. Aprobado para su publicación en *Journal of food engineering*.

## FITOPLANCTON DE UN AMBIENTE COSTERO SOMETIDO A PERTURBACIÓN ANTROPICA: BAHIA NUEVA, PROVINCIA de CHUBUT.

**NORMA HERMINIA SANTINELLI**

Tesis para el grado de Doctor en Ciencias Biológicas, realizada en el Laboratorio de Hidrobiología. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew, Chubut. Director: Dr. José Luis Esteves Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, Chubut). Asesora Especialista Dra Rut Akselman Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Buenos Aires). Lugar de realización: Laboratorio de Hidrobiología. Facultad de Ciencias Naturales, Trelew. Lugar de presentación: Facultad de Ciencias Naturales, Trelew. Fecha de la Defensa: 12 de Noviembre de, 2008. N° Total de Páginas: 178 p.

**Palabras clave:** fitoplancton- especies nocivas- eutroficación- nutrientes-biotoxinas

### RESUMEN

En ambientes costeros uno de los principales problemas de contaminación ocasionados por la actividad antrópica está relacionado con el aumento excesivo de nutrientes que son transportados a través de los ríos y de las descargas urbanas. Estos permiten sostener densas poblaciones microbianas y de algas. Este problema denominado eutroficación marina costera, estimula la producción primaria y en sus más serias manifestaciones lleva a florecimientos algales visibles, espumas de algas, excesivo crecimiento de algas bentónicas y crecimiento masivo de macrófitas sumergidas y flotantes. Es un hecho demostrado que episodios de floraciones algales y fenómenos de toxicidad que afectan a la biota marina y al hombre, se presentan habitualmente en zonas costeras eutroficadas.

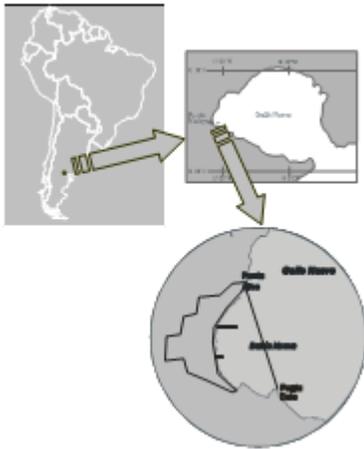
Los objetivos de este estudio fueron analizar la estructura y dinámica del fitoplancton, con especial énfasis en las especies nocivas en un ambiente costero de la provincia del Chubut: bahía Nueva, sometida a perturbación antrópica y las condiciones ambientales específicas en las que se desarrolló la comunidad bajo estudio. Por otra parte, realizar experiencias de laboratorio para analizar el efecto del enriquecimiento de nutrientes con especies fitoplanctónicas aisladas del ambiente costero y el efecto de la competencia interespecífica en particular con compuestos del nitrógeno.

El área de estudio se localizó en la bahía Nueva, que se encuentra en el Golfo Nuevo (fig. 1) el cuál se extiende desde los 42°29' hasta los 43° de latitud sur y desde los 65°03' hasta los 64°03' de longitud oeste. Presenta una superficie aproximada de 2200 km<sup>2</sup>, una profundidad media de 90 m y una máxima de 170 m. Se comunica

con el océano por medio de una boca de 12 km. Su costa norte, constituye uno de los límites de Península Valdés, declarada Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO en el año 2000. Este ecosistema está caracterizado por una importante biodiversidad, con la presencia de mamíferos marinos, aves marinas, peces y praderas de algas.

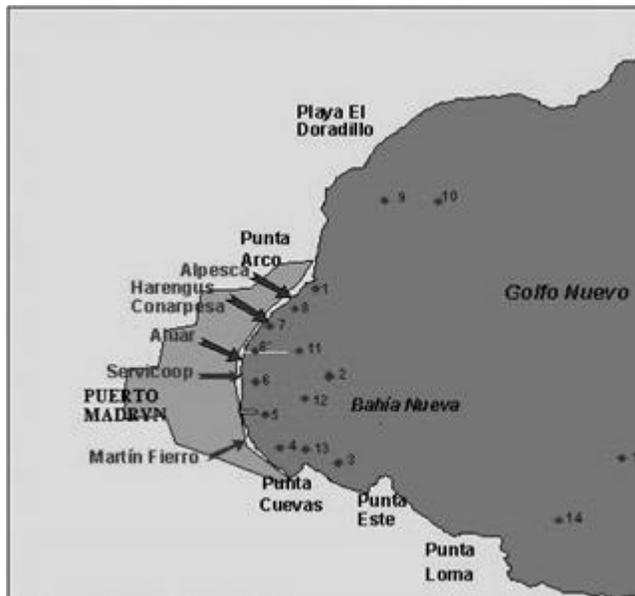
En el extremo occidental del golfo Nuevo, se encuentra la bahía Nueva (42° 45' S y 65° 02' O) (fig. 1), de morfología semiabierto, con un área superficial aproximada de 5,8 km<sup>2</sup> y un volumen de 1,1 km<sup>3</sup>. En sus costas se encuentra la ciudad de Puerto Madryn, como único asentamiento urbano sobre la costa de la Bahía. Esta ciudad ha tenido un incremento poblacional muy importante desde el año 1973 a partir de la radicación de una empresa elaboradora de aluminio.

Paulatinamente, se incorporaron nuevas empresas provocando una diversificación productiva relacionada con la industria de la construcción, la pesca, y los servicios, la exportación de la lana y de pórpidos producidos en el interior de la Patagonia. El turismo ha ido ocupando un espacio cada vez más importante, asociado a la observación de fauna marina y terrestre por la cercanía de Península Valdés, así como turismo de sol y playa. Todas las actividades económicas citadas, generan un importante movimiento portuario, lo que implica el tránsito y permanencia en la bahía Nueva de buques de todo tipo.



**Figura 1.** Área de estudio

Se realizaron siete campañas dentro de la Bahía en verano '93 (diciembre), primavera '94 (noviembre), invierno '95 (junio) y el Ciclo Anual 1997-1998: verano '97 (diciembre), otoño '98 (marzo), invierno '98 (junio) y primavera '98 (septiembre) con 15 estaciones de muestreo para la obtención de datos biológicos y ambientales (fig. 2).



**Figura 2.** Estaciones de muestreo

Se registraron floraciones algales de especies nocivas productoras de biotoxinas con sus máximas abundancias en la zona costera. La bahía en general, a nivel espacial reflejó un impacto en el área costera, con picos de abundancia de determinadas especies de

fitoplancton en el orden de 106 y 105 cél.l-1 en el Verano de 1993, Otoño y Primavera de 1998, evidenciando diferentes condiciones ambientales que favorecieron su desarrollo y que fue puesto en evidencia con los resultados de las experiencias realizadas en Laboratorio. A nivel de la distribución espacial de las especies, las estaciones ubicadas en la línea costera y media son las que han presentado pulsos de abundancia ubicados en estaciones cercanas a los vertidos de efluentes a la Bahía, entre ellas *Alexandrium tamarense*, especie productora de toxina paralizante de moluscos (TPM), con una amplia distribución geográfica y particularmente en la zona costera patagónica es responsable de episodios tóxicos, algunos de los cuales con graves consecuencias ocasionando muertes en seres humanos y vedas (Esteves y col., 1992; Santinelli y col., 1994). En la bahía Nueva en particular, en el mes de diciembre de 1993, donde se registró una floración muy importante de *A. tamarense* los valores de nitrato fueron no detectables, el amonio estuvo entre no detectable y 0,01  $\mu\text{M}$  y el fosfato entre 1 y 1,3  $\mu\text{M}$  (Esteves y col., 1996) En los golfos norpatagónicos y al sur en la zona costera de la provincia de Chubut, esta especie presenta un ciclo marcadamente estacional aumentando sus poblaciones entre los meses de setiembre y octubre, produciendo picos de toxicidad que obligan a las autoridades a establecer períodos de veda que generalmente abarcan desde la primavera hasta principios del otoño, sin embargo en determinadas circunstancias esta puede extenderse y determinados sitios pueden permanecer vedados la mayor parte del año (Santinelli y col., 2002, Sastre y col., 2006), si bien con los datos analizados en este estudio, no se observa una diferencia significativa a escala espacial, de las variables ambientales, para el sistema bahía Nueva, Gil (2001) halla que el ion amonio representa el mejor trazador del gradiente de calidad de agua y los efluentes vertidos a la bahía constituyen fuentes puntuales de nitrógeno nuevo en forma principalmente de amonio.

Los bioensayos realizados en laboratorio para probar el efecto del enriquecimiento de nutrientes sobre el crecimiento de especies nativas aisladas de la bahía, muestran que los efluentes provenientes de la industria pesquera y domésticos constituyen una fuente de enriquecimiento para el crecimiento algal y desarrollo de biomasa todas manifestaciones típicas del proceso de eutroficación.

Cada año se ve con preocupación a nivel mundial el incremento de la presencia de florecimientos algales en las playas y ambientes

costeros causando estragos en la salud y en algunos casos la muerte. Una síntesis de los episodios algales nocivos en la zona costera patagónica y la situación ambiental en que se han desarrollado estos eventos han sido presentadas por Santinelli y col. (2002) y por Esteves y col. (2000).

Pese a ser un fenómeno natural, los florecimientos algales se han convertido en un problema de salud pública, debido a su presencia cada vez más frecuente, mayor permanencia y mayor grado de toxicidad. Por esto, es necesario contar con un sistema de monitoreo permanente que proporcione una detección oportuna de los florecimientos algales, con lo cual se podrán mitigar los daños. El crecimiento poblacional, la gradual eutrofización de las costas y el cambio climático global son factores importantes en el cambio futuro de la calidad de las aguas costeras, que ante las actuales perspectivas van a favorecer el desarrollo de florecimientos algales nocivos.

#### BIBLIOGRAFIA

- ESTEVEZ J.L., SOLÍS M., GIL, M.; SANTINELLI N., SASTRE V., GONZÁLEZ RAIES C., HOFFMEYER M., COMMENDATORE M. 1996. Dos Bahías patagónicas: Bahía Nueva-Bahía Engaño: En Pollution Processes in Coastal Environments. Eds. Jorge Marcovecchio: 64-77.
- ESTEVEZ, J.L.; CIOCCO, N.F.; COLOMBO, J.C.; FREIJE, H.; HARRIS, G.; IRIBARNE, O.; ISLA, I.; PASCUAL, M.; PENCHASZADEH, P.; NABEL, P.; RIVAS, A. y N. SANTINELLI. 2000. The Argentine Sea: The Southeast South American Shelf Marine Ecosystem En: Seas At The Millennium: An Environmental Evaluation Pergamon. (ISBN:SHEPPARD).Sheppard, Charles R C. ed. ELSEVIER SCIENCE. Chapter 48, pp. 749 - 771.
- GIL, M. N. 2001. Eutroficación: Rol del nitrógeno en ecosistemas marinos costeros. Tesis Doctoral en Ingeniería Química Bahía Blanca (Bs As) Universidad Nacional del Sur. 127 p
- SANTINELLI, N.; CAILLE, G. Y A. LETTIERI. 1995. Harmful Algae and PSP toxicity along the northern patagonian coast. Harmful Algae News, 9.
- SANTINELLI, N. SASTRE, V. y J.L. ESTEVES 2002. Episodios de Algas Nocivas en Patagonia Argentina en: Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano. Eds. Ferrario, Marta, Eugenia Zar & Beatriz Reguera: 197-207.
- SASTRE, A.V., N.H. SANTINELLI, J.L. ESTEVES y M. E. FERRARIO 2001. Aspectos ecologicos de especies de Pseudo-nitzschia en aguas costeras patagónicas (Argentina). IN Alveal, K y Antezana (eds), Sustentabilidad de la Biodiversidad. Universidad de Concepción, Concepción: 217:235.
- SASTRE, A.V.; SANTINELLI N.; SOLÍS M.; ESTEVES, J.L.; FERRARIO, M.; CICCARONE, P. y L. PEREZ. 2006. Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas en la provincia de Chubut. Libro de Resúmenes VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar: 325.

**TESIS DE MAESTRIA DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO (2010-2012).**

**ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA E INTERRELACIONES METABÓLICAS DURANTE EL CICLO BIOLÓGICO DE *Anasterias minuta* (Perrier 1875)**

**Lic. Roberto Carlos Cerda**

Tesis para el grado de Magister en la Maestría en Ecología Bentónica, realizada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut. Director: Dr. Osvaldo León Córdoba. Lugar de realización: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Sede Comodoro Rivadavia. Lugar de presentación: Facultad de Ciencias Naturales. Sede Comodoro Rivadavia. Fecha de la defensa: 01 de septiembre de 2009. Número total de páginas de la Tesis: 221. E mail: rcerda@unpata.edu.ar

### **INTRODUCCIÓN**

Las estrategias reproductivas de los invertebrados marinos a menudo son reflejadas en patrones de traslocación de energía para el crecimiento somático, reproducción y mantenimiento (Lawrence & McClintock, 1994). En muchos asteroideos, las reservas de nutrientes en los divertículos digestivos sustentan la gametogénesis (Jangoux, 1982).

La estrella de mar *Anasterias minuta* Perrier 1875, es un asteroideo (Forcipulatida, Asteroiidae) que habita la provincia biogeográfica Magallánica (Ageitos de Castellanos et al., 1996), desde el Golfo Nuevo (Chubut) hasta Tierra del Fuego.

Las hembras incubadoras de *A. minuta* no se alimentan durante el período de incubación, lo cual motiva un estudio sobre el comportamiento de las proteínas e hidratos de carbono en los órganos de hembras, machos y sucesivos estadios embrionarios durante el período de incubación.

Conocer si existe traslocación de componentes bioquímicos entre órganos; cómo resuelven el descenso de tasa de consumo o ayuno; qué relación existe entre los huevos y sucesivos estadios embrionarios y la hembra que los incuba en su cara oral, son los objetivos del presente trabajo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los muestreos para el presente trabajo se realizaron en la playa de Punta Borja (Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina, Lat.: 45° 52' S, Long.: 67° 28' O). Desde febrero hasta diciembre de 2002 se realizaron muestreos mensuales sobre el intermareal de la mencionada playa. Se recolectaron al menos tres ejemplares de hembras, machos y hembras incubadoras. La disección de los ejemplares se realizó con la cara oral hacia arriba, por los interradios hacia el

centro y los brazos se abrieron desde el disco hacia el extremo distal. Esto permitió determinar el sexo de los individuos y extraer con pinzas de disección las gónadas, los divertículos digestivos, las paredes corporales, los huevos y los sucesivos estadios de desarrollo.

El examen del contenido porcentual de proteínas e hidratos de carbonos solubles e insolubles de gónadas, divertículos digestivos y pared corporal, se llevó a cabo sobre 3 individuos de hembras, machos y hembras incubadoras de *A. minuta*.

Para la cuantificación de proteínas se empleó el método de Lowry et al. (1951), el cual se basa en la reacción química de las proteínas con el reactivo de Folin-Ciocalteu. Para analizar las proteínas solubles todo el material liofilizado se resuspendió en 500 µl de agua destilada. Para analizar las proteínas insolubles el material liofilizado se trató con 1 ml de NaOH 0,5 N y se llevó hasta disolución total en baño de agua a 37 °C. A continuación el tratamiento fue similar para ambas fracciones. Se tomó un volumen no mayor a 100 µl. En cada caso se adicionaron 200 µl de NaOH 0,5 N, se agitó y dejó reposar durante 15 min a temperatura ambiente. Posteriormente se agregó 1 ml de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% y solución de tartrato de Cu. Se agitó y dejó en reposo durante 10 min a temperatura ambiente. Luego se agregaron 100 µl del reactivo de Folin-Ciocalteu. Se dejó reposar durante 30 min en oscuridad y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 750 nm. La concentración de proteínas solubles e insolubles se determinó a partir de una curva patrón, empleando una solución estándar de seroalbúmina bovina de concentración 1 mg/ml.

Se utilizó el método del fenol-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Dubois et al., 1956) para la cuantificación de los hidratos de carbono solubles e insolubles. Para los solubles, las muestras se resuspendieron en 500 µl de agua destilada. En el caso de los hidratos

de carbono insolubles se llevó a disolución con 1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0 °C y agitación durante diez min. Luego se añadió agua destilada hasta volumen final de 2 ml y se agitó hasta disolución total. La solución obtenida se llevó a volumen final de 5 ml, con agua destilada.

A continuación la metodología fue la misma para las fracciones solubles e insolubles de hidratos de carbono. Se tomaron volúmenes entre 50 y 500 µl de cada muestra. Se adicionaron 500 µl de fenol acuoso al 5 % y se agitó. Seguidamente se agregaron 2,5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y se dejó incubar durante 10 min a temperatura ambiente; se agitó y se dejó incubar durante 20 min. Se midió la absorbancia a una longitud de onda de 490 nm. La concentración de hidratos de carbonos solubles e insolubles se determinó a partir de una curva patrón de solución estándar de glucosa de concentración 100 µg/ml.

Se empleó un análisis de regresión lineal simple modelo I de predicción inversa,  $Xi = (Yi - a)/by.x$ , con el propósito de conocer la concentración de proteínas e hidratos de carbono mediante el empleo de la construcción de curvas (Sokal & Rohlf, 1995).

Para la evaluación de los resultados por clase de proteínas e hidratos de carbono, se llevó a cabo los respectivos análisis de la covarianza (ANCOVA) factorial de tres vías, empleando como vías, el mes, órganos y el sexo y como covariable la longitud media individual.

El examen de las proteínas e hidratos de carbono en los huevos y sucesivos estadios de desarrollo, se realizó mediante un análisis de la varianza multivariado (MANOVA), donde las variables examinadas correspondieron a las cantidades de hidratos de carbono y proteínas.

Para el contraste entre la composición bioquímica de los huevos y sucesivos estadios de desarrollo, respecto de los órganos de las hembras incubadoras de *A. minuta*, se llevó a cabo un ANOVA factorial de dos vías y se emplearon como vías, el órgano y el mes.

La relación entre las variables ambientales (temperatura del agua de mar, sexo y meses) y las variables bioquímicas de los órganos y diferentes estadios de desarrollo de *A. minuta*, se examinó mediante un análisis de ordenación denominado análisis de redundancia (RDA).

## RESULTADOS

Los hidratos de carbono solubles e insolubles de hembras no incubadoras, machos y hembras incubadoras de *A. minuta* examinados mediante respectivos ANCOVA factorial de tres vías,

indicaron que existe interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre los factores mes, órgano y sexo. Es decir que la variación de los hidratos de carbono insolubles y solubles depende del mes, el sexo y los órganos simultáneamente para el período de estudio.

Las proteínas solubles e insolubles de hembras no incubadoras, machos y hembras incubadoras de *A. minuta* examinadas mediante respectivos ANCOVA indicaron que existió interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre los factores mes, órgano y sexo. Es decir que la variación de las proteínas solubles e insolubles depende del mes, el sexo y los órganos simultáneamente para el período de estudio.

El MANOVA llevado a cabo sobre los hidratos de carbono y proteínas solubles e insolubles para los distintos estadios de huevos, embriones y juveniles de *A. minuta*, señaló que existían diferencias significativas ( $F(16; 113,67) = 3,7074$ ;  $p = 0,000019$ ) al menos para una de las variables analizadas a lo largo del período de estudio.

El ANOVA multifactorial llevado a cabo para la composición de hidratos de carbono y proteínas solubles e insolubles respectivamente de los distintos estadios de huevos, embriones, juveniles y órganos de las hembras incubadoras resultó en una interacción significativa entre los factores mes y órganos.

El análisis de ordenación mediante la técnica de redundancia señaló tres asociaciones con un porcentaje acumulado de la varianza para la relación variables descriptivas – variables explicativas del 88,3% para el primer eje y 96,1% para el segundo eje de ordenación. La ordenación señaló un grado de correlación positiva entre las variables bioquímicas hidratos de carbono solubles respecto de los hidratos de carbono insolubles y proteínas solubles. Las proteínas insolubles se correlacionaron positivamente con el factor ambiental temperatura y presentaron una correlación negativa con los diferentes estadios de desarrollo de *A. minuta*.

Los divertículos digestivos señalaron altos niveles de hidratos de carbono solubles. Por el contrario las gónadas y pared corporal exhibieron los menores niveles de hidratos de carbono solubles. En general los divertículos digestivos demostraron poseer mayores niveles de los componentes bioquímicos que el resto de los órganos. Los machos presentaron las mayores cantidades de proteínas insolubles.

## CONCLUSIONES

Las hembras incubadoras desovan a inicios del otoño y los huevos obturan la boca impidiendo la alimentación, lo cual promueve la movilización de hidratos de carbono y proteínas desde los divertículos digestivos y pared corporal, para poder así sostener las funciones metabólicas, donde el mecanismo de gluconeogénesis juega un rol fundamental. Las hembras no incubadoras, se encuentran afectadas por la disminución de la tasa de consumo durante el invierno; sin embargo se observaron incrementos de hidratos de carbono y proteínas que exhibieron los diferentes órganos hacia inicios de la primavera, indicando un consumo superior a las necesidades metabólicas, lo que les permitió aumentar las reservas para el próximo período de incubación. Al no desovar, sus reservas metabólicas son mayores que las hembras incubadoras.

Los machos liberan gametas a principios de otoño, lo que significa un gran esfuerzo energético; durante otoño e invierno tienen poca actividad y las posibilidades de conseguir alimento están disminuidas, por lo que movilizaron proteínas e hidratos de carbono desde la pared corporal y los divertículos digestivos, mediante el mecanismo de gluconeogénesis. Tanto en machos como hembras no incubadoras, los hidratos de carbono estuvieron relacionados con la acumulación de reservas como adaptación a un próximo período de baja tasa de consumo o ayuno. Las hembras no incubadoras se diferenciaron de los machos, desde el verano al otoño, cuando las primeras conservaron sus niveles de hidratos de carbonos solubles en los divertículos digestivos y los machos exhibieron un descenso en dichos órganos, relacionado seguramente con los procesos de gametogénesis y emisión de gametas.

En los divertículos digestivos de hembras incubadoras y machos los hidratos de carbono señalaron una transferencia o transformación de

dicho componente bioquímico (glucogenogénesis o glucogenólisis). La pared corporal presentó niveles uniformes de las proteínas insolubles; por el contrario, las proteínas solubles exhibieron variaciones que denotan la utilidad como fuente de metabolitos (gluconeogénesis) necesaria para sostener un período de ayuno en las hembras incubadoras y una reducción en la tasa de consumo de hembras no incubadoras y machos.

Los datos obtenidos no indican un aporte de nutrientes de las hembras incubadoras a los huevos, embriones y juveniles. Por lo cual los nutrientes necesarios provienen del vitelo y probablemente del mucus presente en la masa de huevos.

## BIBLIOGRAFIA

- Ageitos de Castellanos Z J, N Cazzaniga & E Lopretto. 1996. Superphylum y Phylum Echinodermata. En: Los invertebrados. Tomo III. Los Celomados – excluido Artrópodos. Segunda parte. Estudio Sigma, Buenos Aires, pp 336-447.
- Dubois M, K A Gilles, J K Hamilton, P A Rebers & R Smith. 1956. Colorimetric determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28: 350-356.
- Jangoux M. 1982. Food and feeding mechanisms: Asteroidea. In: Jangoux M & J M Lawrence (eds) *Echinoderm nutrition*. Balkema, Rotterdam, pp 117–159.
- Lawrence J M & J B McClintock. 1994. Energy acquisition and allocation by echinoderms (Echinodermata) in polar seas: adaptations for success? In: David B, A Guille, J P Féral & M Roux (eds), *Echinodermata*. Balkema, Rotterdam, pp 39–52.
- Lowry O H, N J Rosenborough, A L Farr & R J Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *The Journal Biological Chemistry* 193: 265–275.
- Sokal R R & F J Rohlf. 1995. *Biometry*, 3rd ed. W H Freeman, New York, 887 pp.

## **BIOÉTICA Y CIENCIAS DE LA VIDA: DIMENSIONES Y APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DESDE PATAGONIA (ARGENTINA).**

**Paula Sánchez Thevenet**

Tesis para el grado de Magister Oficial en Bioética. Director: Dr. José Hernández Yago. Carrera a la que pertenece la Tesis: Máster Oficial en Bioética. Lugar de realización y lugar de presentación: Universitat Catòlica de València Sant Vicent Màrtir, Valencia, España. Fecha de la defensa: 15 de enero de 2009. Número total de páginas de la Tesis: 67. Email: paula\_sanchezthevenet@yahoo.com.ar

**Palabras clave:** Bioética, ciencia, vida, Patagonia, Argentina.

La Bioética es una disciplina que se ocupa de las acciones del hombre sobre la vida humana, animal y vegetal, considerando sus implicaciones antropológicas y éticas, con la finalidad de ver racionalmente aquello que es bueno para el hombre, las futuras generaciones y el ecosistema, para encontrar una posible solución clínica o elaborar una normativa jurídica y, para la reflexión y orientación valórica de la ciencia como praxis social. Esta disciplina se sustancia internacionalmente hacia la década de 1970 y es considerada una rama aplicada de la Ética, constituyendo un ejemplo de confluencia de distintos campos del conocimiento, con un origen pluridisciplinar en sus contenidos.

La raíz etimológica del término "Bioética" corresponde a bios-ethos, correspondiendo a bio= vida y ethos= comportamiento ó ethiké= ética, y es traducido generalmente como ética de la vida. VR. Potter –oncólogo/bioquímico norteamericano- fue quien acuñó el neologismo para proponer la unión de dos ámbitos que él consideraba estaban transitando por caminos distintos, el mundo de los hechos -de la ciencia- y el mundo de los valores -de la ética- .

La relación entre Bioética y Ciencia está en plena construcción. Si bien la ciencia es una praxis ineludible para el progreso humano, ésta por sí sola no es suficiente para garantizar el mismo ya que, la gestión social de los conocimientos que de ella emanan es clave para su concreción. Por tanto la incorporación de una visión amplia en las dimensiones valorativas de la ciencia, tal como la dimensión ética, retoma un rol destacado en la actualidad. Así la bondad y valor de ésta actividad humana, radica en la verdad que ofrece, en el acuerdo con las exigencias éticas del ser humano y en la perfección que adquiriera el investigador que la lleva a cabo (Franco, 1996).

En Argentina, la Bioética comienza a desarrollarse formalmente a partir de la década

de 1980, contando con la antesala del el Instituto de Humanidades Médicas de la Fundación Mainetti creado en 1972 y con el impulso de pioneros y cultores de la disciplina como JM. Mainetti, JA Mainetti y JC Tealdi . Hacia la década de los '90 la disciplina se va canalizando a través de los Comités de Ética Clínica y surge como principal instrumento para las investigaciones médicas, el consentimiento informado. Hacia el año 2003 la disciplina transcurre por tres etapas de sustanciación dadas en forma conjunta; la emotiva, la reconstructiva y la de consolidación y, aunque existía una creciente toma de conciencia sobre la inclusión de la reflexión ética en el ámbito sanitario, no se evidenciaba una situación similar en el campo de la investigación científica (Outomuro, 2003).

El objetivo general de esta tesis fue actualizar y explorar la relación entre la Bioética y las Ciencias de la Vida en Argentina, con énfasis en Patagonia (Argentina), al año 2008.

Diseño del estudio: exploratorio, transversal, observacional, de análisis de contenido y corte bibliométrico.

Participantes del estudio: participaron mediante encuesta semi-estructurada sobre aspectos de la relación Bioética-Ciencia y en forma voluntaria, investigadores relacionados a Ciencias de la Vida de seis Universidades Nacionales con sede en Patagonia (Argentina).

Sitio estudiado: Argentina, y en especial la región de Patagonia (Argentina).

Objetos del estudio: se tomaron objetos de estudio de carácter nacional y provincial/regional, siendo éstos; (i) normas vinculadas a la investigación en Ciencias de la Vida (CV) sancionadas hasta el periodo parlamentario 2008, (ii) reglamentos de revistas relacionadas a CV con editorial nacional/regional, (iii) producción bibliográfica sobre Bioética de autoría total o parcial con filiación argentina en las bases de

datos Medline, Lilacs, Bioética OPS y PubMed indizadas al 11/2008, iv) tratamiento en la prensa escrita -con versión on line- de Patagonia (Argentina) de temas de CV, durante 2008, v) presencia de organizaciones relacionadas a la Bioética y, vi) oferta formativa sobre Bioética.

Los investigadores que respondieron a las encuestas planteadas para el presente estudio (n= 24), tenían formación de grado y posgrado en disciplinas de las CV y 6/24 investigadores tenían también formación en Bioética. El 83% de los investigadores consideró necesaria la valoración ética de las investigaciones que lleva a cabo, un 79% consideró necesaria la formación en Bioética, un 29% conocía ofertas al respecto y un 21% contaba con ella. El 64% de los investigadores adhirió a la idea de que la ética orienta a la ciencia, mientras que el resto adhirió a la idea de que la ciencia precede a la ética.

En cuanto a lo legal se encontraron normas de alcance nacional en vigencia y con distinta prelación jurídica, promulgadas entre el periodo 1954 y 2008. En Patagonia (Argentina) las provincias que contaban con leyes específicas sobre aspectos éticos de la investigación fueron Neuquén y Río Negro. En las normas analizadas se vio que la confidencialidad, el consentimiento informado, el acceso a la información del estudio, el respeto a la dignidad de las personas y la autonomía, son aspectos a considerar en las investigaciones con seres humanos en el país en tanto que, los principios de precaución y prevención se deben observar en la investigación ambiental y los principios de reducción, reemplazo y refinamiento – regla 3R- en la experimentación con animales.

Sobre los reglamentos de 21 revistas analizados, 14 pertenecían al Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT), 4 a colectivos profesionales y 3 a Universidades Nacionales de Patagonia. El momento de actualización de los reglamentos correspondió a; periodo 2003-2008 en 11 casos, 1993 en un caso y en los 9 casos restantes no constaba dicho momento. El 100% de los reglamentos aceptaba la publicación de trabajos y/o contenidos con connotaciones de interés en Bioética. Un 71% (n= 15) de los reglamentos contenía recomendaciones sobre ética en la comunicación científica, un 29% (n=6) solicitaba al mismo tiempo cumplir con requisitos de ética en la investigación científica y en 1/21 de los casos se informaba sobre tenencia de un comité de evaluación ética asesor de la revista.

Con el término “bioética” se recuperaron, en las bases de datos sondeadas, 8823 documentos publicados entre 1973 y 2007, de ellos el 1,2 %

tuvo en su elaboración participación total ó parcial de autor/res con filiación argentina. A su vez en dichas bases y con el término “bioethics” se recuperaron 29562 documentos publicados entre 1972 y 2008 y el 0,34% tuvo la participación mencionada. El trabajo más antiguo de autoría con filiación argentina compilado, correspondió a un artículo de Sanguinetti del año 1988 y, para autores con otra filiación correspondió a un artículo de Potter del año 1972. La provincia patagónica con mayor número de aportes en los trabajos compilados resultó Neuquén.

De la prensa de Patagonia (Argentina) se recuperaron durante el periodo estudiado, 38 artículos sobre temas de ética y ciencia, según: 12 Chubut, 11 Neuquén, 8 Río Negro, 4 Santa Cruz, 1 Bahía Blanca (Bs. As, Argentina), 1 Tierra del Fuego y 1 La Pampa. Los contenidos tratados con mayor frecuencia fueron; biojurídica, medicina del deseo, VIH y enfermedades crónicas. En el 12% (n=6) de las notas exploradas constaba algún tipo de asesoramiento en bioética para su elaboración -expertos o consulta a bibliografía específica-.

Se hallaron al menos 22 organizaciones relacionados a la Bioética en el país. De ellas 6 pertenecen al ámbito oficial, 8 al ámbito de Universidades públicas ó privadas y 8 a colectivos profesionales y/o fundaciones privadas.

En cuanto a las ofertas formativas en Bioética disponibles en Argentina, las mismas se encuentran en Universidades -públicas y privadas- ó en organizaciones nacionales ó supranacionales. En las Universidades, la formación se da principalmente a través de carreras de posgrado. En las organizaciones la formación se da a través de cursos de actualización y de programas de educación permanente en Bioética.

El presente trabajo evidenció elementos que contribuyen a la consolidación de la Bioética en relación con las Ciencias de Vida en Argentina y Patagonia (Argentina), tales como: leyes con elementos de la ética en investigación, aportación en la producción bibliográfica de autores argentinos, diversidad de ámbitos y oferta formativa en Bioética. Asimismo se considera que la incorporación de lineamientos de ética en la investigación científica en revistas sobre CV de editorial Argentina, la sensibilidad de los investigadores hacia la dimensión ética de la ciencia y el tratamiento especializado con asesoramiento en Bioética en la divulgación de temas de CV, son campos a fomentar en el contexto de consolidación disciplinar referido.

## BIBLIOGRAFÍA

Franco, L. 1996. Ética de la investigación, ética del investigador. En: Sociedad de Bioética Valenciana (comp.). Cuestiones de bioética. Antolín Martínez Imp. (Valencia); 96-106.

Outomuro, D. 2004. Reflexiones sobre el estado actual de la ética en investigación en Argentina. Acta Bioethica, X (1): 81-94.

### Publicaciones alcanzadas durante el trabajo de Tesis.

Sánchez Thevenet P. 2009. Bioética e investigación en Argentina: exploración inicial de la vulnerabilidad del sujeto de investigación. Actas VI Congreso Mundial de Bioética (Gijón, España); 226 -228.

Sánchez Thevenet, P., Javaloyes Del Río, C. 2009. Relación entre la Bioética y la investigación en Ciencias de la Vida en

Argentina: estudio descriptivo a escala nacional. Acta Bioethica. En prensa; 33 p.

<sup>1</sup>Definición propuesta por la Dra. en Bioética Elena Postigo durante la conferencia especial para el Máster Oficial en Bioética de la Universidad Católica de Valencia (UCV, España), titulada "*Teorías éticas en Bioética*", el día 2 de Febrero de 2008 en la UCV, Valencia, España.

<sup>2</sup>Este autor propuso el neologismo en un artículo publicado en 1970, "*Bioethics: The science of survival*", y luego en su libro de 1971 "*Bioethics: Bridge to the Future*".

<sup>3</sup>José María Mainetti (Argentina, 1909 - 2006); médico, cirujano y oncólogo. José Alberto Mainetti (Argentina); filósofo, médico y director del Instituto de Bioética y Humanidades Médicas de la Fundación Mainetti. Juan Carlos Tealdi (Argentina, 1951); médico, Fundador de la Escuela Latinoamericana de Bioética, experto en Bioética ante UNESCO.

<sup>4</sup>*Tales como*: estudios experimentales en humanos, en animales y en el medio ambiente, datos de historias clínicas, fotografías e imágenes diagnósticas obtenidas de pacientes humanos, ensayos clínicos, estudios con manipulación genética, y estudios biotecnológicos.

<sup>5</sup>Sanguinetti FA. (1988). Responsabilidad ética y jurídica del cirujano. Revista Argentina de Cirugía. 55(n.esp):5-55.

## DINÁMICA POBLACIONAL DE *BALANUS GLANDULA* EN PUNTA MARQUÉS, CHUBUT

Mirtha Adriana González

Tesis para el grado de Magíster en Ecología Marina Bentónica realizada y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales UNPSJB. Director: Dr. Luis Oscar Bala. Fecha de Defensa: 30 de octubre de 2008. Número total de páginas de la tesis: 60

**Palabras claves:** *Balanus glandula*, intermareal, densidad, morfometría, parámetros poblacionales.

### INTRODUCCION

*Balanus glandula* Darwin 1854, es originaria de la costa occidental de Norteamérica, pero actualmente su distribución se ha ampliado a otras costas del mundo. Es un habitante común del intermareal rocoso, introducido en el puerto de Mar del Plata (Bastida, 1968) y que actualmente se extiende a lo largo de la costa atlántica argentina hasta Tierra del Fuego (Schwindt, 2007). Los objetivos de este estudio fueron determinar los niveles de la distribución de *Balanus glandula* en el intermareal de Punta Marqués, Golfo San Jorge, Chubut; determinar las relaciones morfométricas y compararlas entre individuos con distinto grado de agregación y en función de su tamaño y establecer los siguientes parámetros para la especie: densidad, estructura de tallas, crecimiento, reclutamiento y biomasa.

### METODOLOGIA

En el área de estudio (45° 57' S y 67° 31' W), se consideraron dos zonas diferentes, las que se caracterizaban por presentar alta y baja densidad de individuos. En ambos sitios se realizaron *muestreos* al azar paralelos a la línea de costa durante la bajamar y *con remoción total* de los individuos desde marzo de 1998 a marzo de 2000; utilizando un cuadrado de 15 cm de lado (225 cm<sup>2</sup>), fijándose un n de 3 unidades muestrales (u.m.) en el área de mayor densidad y un n de 5 u.m. en el área de menor densidad.

Para determinar la distribución espacial de los individuos dentro de la plataforma rocosa del intermareal, se realizó un *muestreo específico*. Éste consistió en establecer una transecta y su réplica, perpendiculares a la línea de costa, en cada área de estudio, mediante muestreos sistemáticos espaciados cada 5 metros de este modo, fueron 60 los puntos de muestreo, aplicando la unidad muestral, que consistió en un cuadrado de 15 cm de lado (225 cm<sup>2</sup>), dividida en 9 cuadrados de 5 cm de lado. Se contaron y registraron los individuos de cada u.m. *in situ*, *sin remoción* de los mismos.

Las muestras congeladas y almacenadas fueron analizadas a fin de determinar aspectos cuantitativos y cualitativos de los individuos. Para determinar la densidad en cada zona de estudio se contabilizó el total de individuos contenidos en cada u.m. Asimismo, por cada muestra se separaron al azar 50 individuos, a los que se les tomaron medidas morfométricas de: altura, diámetro basal y diámetro opercular. Para el cálculo de biomasa se procedió al secado de cada uno de los 50 individuos con su manto calcáreo en estufa a 80° C durante 24 horas y se registró su peso seco con una balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

Las relaciones morfométricas entre pares de medidas (altura, diámetro opercular, diámetro basal y biomasa) se trataron mediante análisis de la covarianza (ANCOVA) y considerando independientemente individuos procedentes de zonas de alta y baja densidad respectivamente, a fin de medir el potencial efecto de la densidad en las relaciones morfométricas.

Se efectuó ANOVA del diámetro basal en ambas zonas estudiadas para comprobar si existían diferencias significativas de acuerdo a la densidad.

Se realizaron análisis de histogramas, confeccionados a partir de la medición del diámetro opercular, estructura ésta que, de acuerdo con lo establecido por Calcagno *et al.* (1997), representa la medida más apropiada para determinar el tamaño de los individuos.

Para el estudio de crecimiento se aplicó el método de Petersen, el cual se basa en el desplazamiento de modas de grupos identificados a partir de los histogramas de frecuencias del diámetro opercular a lo largo del período de tiempo bajo estudio. Para ello, los grupos unimodales estudiados fueron definidos a partir de la metodología descrita en Cappezzani y Staffa (1978) para descomposición de distribuciones polimodales en componentes unimodales y estimación de estadísticos (media, desvío estándar y n).

Para las estimaciones de biomasa por unidad de área (g.m<sup>-2</sup>), se realizaron las regresiones

diámetro del opérculo-peso para cada mes, discriminando por zonas (alta y baja densidad) y aplicadas a las frecuencias de diámetro opercular de los individuos muestreados también mensualmente.

Tomando un ciclo anual completo (año 1999), primeramente se estimaron las regresiones peso-diámetro del opérculo (datos transformados a Ln). En un paso posterior se realizó un análisis de la covarianza para cada zona en particular, utilizando el software estadístico InfoStat, versión 2.0.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La distribución espacial, mostró que en la zona de baja densidad, los cirripedios se ubican en los horizontes del intermareal, aunque dominando en el nivel superior, donde alcanzaron densidades máximas del orden de 38 individuos por u.m. (1700 indiv.. $m^{-2}$ ).

En la zona de alta densidad, en general, el número de cirripedios fue mayor en el intermareal superior, se observó un máximo de 115 individuos en la muestra 26 (5100 indiv.. $m^{-2}$ ).

En relación a la densidad, en el área de baja densidad, en el primer año de muestreo se obtuvo un promedio de 2.800 individuos/  $m^2$ . A partir de marzo de 1999, se observó que el número de individuos se incrementó y se mantuvo durante el segundo año de muestreo, con un promedio de 8.400 individuos por  $m^2$ . En el área de alta densidad, a lo largo de los meses de muestreo hubo un promedio de 17.000 individuos por  $m^2$ .

Se observaron asimetrías en la morfología de los individuos, dependiendo de la densidad. Los cirripedios que viven agregados en altas densidades, tuvieron mayor altura y mayor diámetro opercular que aquellos que viven en zonas de baja densidad. Por el contrario, estos últimos presentaron mayor diámetro basal y biomasa. La variación morfológica es diferente entre las dos zonas de estudio. En la zona de baja densidad los individuos, fueron más grandes y de forma cónica. En contraste con estos individuos solitarios que mostraron un crecimiento del diámetro basal, en la zona de alta densidad los individuos se encuentran agregados y crecen en altura presentando formas cilíndricas.

En la zona de baja densidad a lo largo de los dos años de estudio, los diámetros operculares oscilaron entre 1 y 5,2 mm, presentándose con mayor frecuencia diámetros de 1,4 a 5 mm. En la zona de alta densidad, los diámetros operculares oscilaron entre 1,2 y 5,4 mm, presentándose con mayor frecuencia valores entre 2 a 5 mm.

La complejidad de la estructura poblacional varía en función de la densidad. En el presente trabajo se infirieron para la zona de baja densidad tres cohortes. En la zona de alta densidad se identificó una única cohorte.

Los modelos de crecimiento hallados corresponden a modelos rectilíneos. Si bien en la naturaleza los modelos de crecimiento responden por lo general al crecimiento logístico, el haber encontrado en las zonas estudiadas modelos rectos se debe a que los datos disponibles representaron un período de tiempo acotado, que corresponden a una etapa de la vida de estos organismos. Por lo que podemos especular que la recta indicada se relaciona con la etapa de crecimiento previa a la etapa de inflexión en que los modelos se convierten en asintóticos.

La población de *Balanus glandula* asentada sobre sustrato natural durante 1998-2000 presentó reclutamiento entre los meses de marzo y julio, período otoño-invierno. Las características del sustrato y la presencia de rugosidades favorecen la fijación de las cipris y el reclutamiento.

La biomasa por unidad de superficie es dependiente de la densidad de individuos, esto es particularmente claro en la zona de baja densidad donde la biomasa por  $m^2$  se incrementó sustancialmente en el segundo período de estudio como consecuencia del aumento en el número de individuos para este sitio y no por un aumento relativo del contenido de carne de los individuos.

Los descensos de biomasa ajustada ocurren en dos períodos: agosto/septiembre y diciembre/enero. Estos descensos indicarían que existen dos momentos de emisión de larvas, situados a fines de invierno y verano. Teniendo en cuenta los períodos de eliminación de larvas y los meses de reclutamiento registrados en este trabajo, se podría establecer que en la liberación de larvas efectuada en diciembre/enero se correspondería con el reclutamiento registrado en marzo. Por lo tanto, podríamos sugerir que el período de larva planctónica oscila de dos a tres meses.

En base a los resultados obtenidos se valida la hipótesis de que los parámetros poblacionales (densidad, estructura de tallas, crecimiento, reclutamiento y biomasa) y las características morfométricas de *Balanus glandula* están relacionadas con la densidad.

## BIBLIOGRAFIA

Bastida, R. 1968. Preliminary notes of the marine fouling at the port of Mar del Plata

- (Argentina). Congrès International Congress on Marine Fouling and Corrosion, Athens, 557-562.
- Calcagno, J. A.; López Gappa, J. J. y Tablado, A. 1997. Growth and production of the barnacle *Balanus amphitrite* in an intertidal area affected by sewage pollution. *Journal of Crustacean Biology* 17 (3): 417-423.
- Cappezzani, D. A. A. & Staffa, G. O. 1978. Análisis de distribuições polimodais .I. Estimación de parámetros. *Atlântica*, 3 (2): 1-25.
- Elías, R. y Vallarino, E. A. 2001. The introduced barnacle *Balanus glandula* (Darwin) in the Mar del Plata port as a structuring species in the intertidal community. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*. 29 (1): 37-46
- Kado, R. 2003. Invasion of Japanese shores by the NE Pacific barnacle *Balanus glandula* and its ecological and biogeographical impact. *Marine Ecology Progress Series* 249: 199-206.
- Leslie, H. M. 2005. Positive intraspecific effects trump negative effects in high-density barnacle aggregations. *Ecology* 86 (10): 2716-2725.
- Rico, A. E.; Lanús, P.; López Gappa, J. J. 2001. Temporal and spatial patterns in the recruitment of *Balanus glandula* and *Balanus laevis* (Crustacea, Cirripedia) in Comodoro Rivadavia harbor (Chubut, Argentina). *Revista del Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 3 (2): 175-179.
- Schwindt, E. 2007. The invasion of the acorn barnacle *Balanus glandula* in the south-western Atlantic 40 years later. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 1219-1225.