

Naturalia

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

patagónica

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

Volumen 3 (2) - mayo 2007



Sede Madryn – U.N.P.S.J.B

NATURALIA PATAGONICA

Volumen 3 (2) - Mayo 2007

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

Director

Dr. Miguel A. Bertolami

Secretaria de Redacción

Dra. María Luján Flores

Editor

Dra. Mónica L. Freile

Tesorero

Prof. Sandra M. Feijóo

Comité Editor

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

Evaluadores

Dr. Lorenzen Sievert	Ing. Antonio D. Dalmaso
Dra. Estela Lopretto	Dr. Eduardo Vallarino
Dra. Marta Collantes	Dr. Leonardo Salgado
Dr. Fernando Novas	Dr. Carlos Arturo Stortz
Dr. Nestor J. Cazzaniga	Dr. Diego Pol
Dra Susana Inés Bezzi	Dra. Isabel Moreno Castillo
Dr. Juan Carlos Mallo	Dra. Ana Salazar
Dr. Carlos Passera	Dra. Ana María Giulietti
Dr. Gabriel Oliva	Dra. Laura Beatriz López
Dr. Juan Manuel Sayago	Dra. Mirta E. Valencia

EDITORIAL

Con este ejemplar de la revista Naturalia Patagónica, se pone a consideración de nuestros lectores, nuevos artículos de autores patagónicos que renuevan su confianza en nuestra publicación contando con árbitros nacionales o internacionales para la evaluación del material aquí publicado, con la intención de mantener la calidad del mismo.

Para el presente se continúa con la inclusión de los resúmenes expandidos de tesis, a partir de posgrados obtenidos durante el período 2006 por docentes e investigadores de nuestra casa de altos estudios.

La página de revistas latinoamericanas LATINDEX y otras instituciones de prestigio como la Universidad Autónoma de Barcelona poseen registros de nuestra producción, la cual también puede ser consultada en la página de la Universidad Nacional de la Patagonia (<http://www.unp.edu.ar>).

Finalmente es de destacar que se realiza la presente edición con un gran esfuerzo económico y personal, tratando de mantener la calidad de la producción, contando con el apoyo de la Secretaría de Extensión de la UNP y con el aporte económico de la Asociación de Docentes Universitarios (ADU) de nuestra universidad.

Confiamos en la buena receptividad de este ejemplar de Naturalia Patagónica entre nuestros lectores habituales y entre aquellos interesados por la problemática de las ciencias naturales en el ámbito patagónico, invitando a publicar a quienes no lo hayan hecho y tengan interés en hacerlo.

Dr. Miguel Ángel Bertolami
Director

ACAD. DR. JOSE LAUREANO AMORIN

1918 – 2006

Q.E.P.D.

Nació en Buenos Aires en 1918. Su infancia trascurrió en el Barrio de La Paternal. Con la humildad que siempre lo caracterizó, se declaraba *“...rebelde e indisciplinado y de joven, milonguero y amante del tango...”*. Desde niño tuvo contacto con lo que luego sería su gran vocación, las plantas medicinales y la Universidad, donde su padre desarrollaba tareas de maestría. En 1940 ingresó a la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA). Se recibió de Farmacéutico en 1944 y posteriormente de Bioquímico. Como estudiante ingresó a la Cátedra de Botánica. Alcanzó el título de Doctor en Bioquímica y Farmacia con una tesis sobre una especie vegetal argentina utilizada en terapéutica de las vías respiratorias. Participó activamente de la vida académica, destacándose su actividad en disciplinas relacionadas con Farmacobotánica. Desde 1961 y por 25 años, se desempeñó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNLP en reemplazo del Ing. Dimitri, en la Cátedra de Botánica. Actuó como Consultor Botánico del Instituto de Farmacología y Bromatología (antecesor del actual INAME), incorporando la Farmacobotánica al área de Salud Pública con trascendencia nacional y mundial. Introdujo el concepto de Farmacobotánica en 1966, siendo Presidente de la República, el Dr. Arturo Illia y Ministro de Salud Pública, el Dr. Arturo Oñativia. En 1986 la entonces Decana de la FFyB (UBA) Janina Pasquini, quien había sido su alumna, lo invitó a hacerse cargo de la dirección del Museo de Farmacobotánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA), cargo que ocuparía hasta sus últimos días. En ese lugar fue donde tuve la oportunidad de conocerlo cuando realizaba cursos de postgrado y él nos llevaba al Museo a *“conocer las plantas”*, *“...no sólo sus productos y sus efectos deben ser conocidos, nos decía, sino que como profesionales debemos sentirlos, verlos, interaccionar con ellas como hacemos con los libros...”*. Realizó una intensa labor, dictó más de 150 conferencias, presidió distintas actividades científicas y académicas nacionales e internacionales, fue Miembro Titular de la Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, Consultor Internacional, Miembro de la Comisión Redactora de la VI Edición de la Farmacopea Nacional Argentina. Fue autor de trabajos inéditos, de libros tales como *“Los precursores de la Farmacobotánica Argentina”*, *“Guía taxonómica con Plantas de Interés Farmacéutico”*. Fue designado Académico Titular de la Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, Premio Félix de Azara (1971-72), Socio Honorario de la Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos, Presidente del Primer Simposio Argentino de Farmacobotánica. Fue un gran ser humano que no quiso dejar su trabajo ni aún cuando su salud le pedía descanso. Defendió las plantas medicinales y su control de calidad y luchó para que fueran tomadas en serio como medicamentos. Tuvo grandes ofrecimientos, pero también grandes renunciamientos y estuvo preso en varias ocasiones por razones políticas porque nunca desdijo de ser *“librepensador y de espíritu*

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

libertario". El 15 de diciembre de 2005 dictó su última conferencia en su "segundo hogar", el Museo de Farmacobotánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA) que tituló "La Escuela de Farmacia evocada por un ex alumno". Más que una disertación, fue una última clase, una despedida. Falleció el 13 de febrero de 2006, en Buenos Aires. Físicamente está ausente, pero sus huellas han quedado grabadas para siempre en esos pasillos y lugares que tanto quería y nos enseñó a valorar a quienes tuvimos la posibilidad de conocerlo, compartir y disfrutar sus anécdotas y enseñanzas.

Dra. María Luján Flores
Sec. de Redacción

CONTENIDO

Artículos Científicos.

- Avila A.J., Costamagna V., Strumia M. C. OBTENCIÓN DE QUITINA Y QUITOSANO A PARTIR DE CAPARAZONES DE LANGOSTINOS y CENTOLLAS.....1-8
- Berastegui, Ana M.; Perales, Susana; Perez, Laura; Walicki, Virginia; Peneff, Roxana. *RUBUS IDAEUS*: CVS. AUTUM BLISS Y TULAMEEN. MICROPROPAGACIÓN DE CLONES SELECCIONADOS POR SU INTERÉS ECONÓMICO9-16
- Cabezas Eduardo[†], Giménez Olga, Balzi Pamela P., Cerdá Roberto, Gil Damián G., Marcinkevicius Mauro y Rico. Alicia. ASOCIACIONES DEL MACROZOOBENTOS DEL LITORAL ROCOSO EN LA COSTA CENTRAL DEL GOLFO SAN JORGE (ARGENTINA).....17-36
- Crovetto, Cecilia; Varisco, Martín; Barrientos Eunice; Sánchez Eduardo; Risso, Susana. CONTENIDO DE COLESTEROL EN MARISCOS COMERCIALES PATAGÓNICOS.....37-44
- Crovetto, Cecilia A.; Varisco, Martín A.; Cordoba, Osvaldo L.; Risso, Susana J. PATRÓN ELECTROFORÉTICO COMO MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE MEJILLON (*Mytilus edulis*) Y SOMBRERITO (*Patinigera magellánica*).....45-51
- Giménez Olga, Martínez Pablo A., Balzi Pamela P., Gil Damián G. y Marcinkevicius Mauro. ÁCAROS DEL INTERMAREAL ROCOSO EN EL GOLFO SAN JORGE, ARGENTINA.....52-60
- Iantanos N.; Fajardo M. A.; Abril M. e Isla F. INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD HUMANA SOBRE LA COSTA DE COMODORO RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT61-75
- Rueter, B. L. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA DINÁMICA DEL PAISAJE EN EL DISTRITO DEL GOLFO SAN JORGE, PROVINCIA DE CHUBUT.....76-87

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

Tesis de Doctorado de Docentes e Investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (2006).

Fernandez Eduardo. ENSAYO INMUNOENZIMATICO CINETICO DEPENDIENTE PARA EL DIAGNOSTICO DE HIDATIDOSIS88-90

Paula Sánchez Thevenet. ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE ECHINOCOCCUS GRANULOSUS Y TAENIA HYDATÍGENA CON RELACIÓN A LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE.....91-94

CONTENTS

Research articles

- Avila A.J., Costamagna V., Strumia M. C. Extraction process of chitin and chitosan from prawns and spider crabs.....1-8
- Berastegui, Ana M.; Perales, Susana; Perez, Laura; Walicki, Virginia; Peneff, Roxana. *Rubus idaeus*: Cvs. Autum Bliss y Tulameen. Micropropagation of clones selected on the bases of their economical interest9-16
- Cabezas Eduardo[†], Giménez Olga, Balzi Pamela P., Cerdá Roberto, Gil Damián G., Marcinkevicius Mauro y Rico. Alicia. Macrozoobenthic assemblages in rocky shores of the central coast of San Jorge Gulf (Argentina).....17-36
- Crovetto, Cecilia; Varisco, Martín; Barrientos Eunice; Sánchez Eduardo; Risso, Susana. Cholesterol content in comercial Patagonian seafood.....37-44
- Crovetto, Cecilia A.; Varisco, Martín A.; Cordoba, Osvaldo L.; Risso, Susana J. Electrophoretic pattern as a method to characterize mussel (*Mytilus edulis*) and limpets (*Patinigera magellánica*) meat.....45-51
- Giménez Olga, Martínez Pablo A., Balzi Pamela P., Gil Damián G. y Marcinkevicius Mauro. Intertidal mites from the rocky shores of San Jorge gulf, Argentina.....52-60
- Iantanos N.; Fajardo M. A.; Abril M. e Isla F. INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD HUMANA SOBRE LA COSTA DE COMODORO RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT Human activity influence on Comodoro Rivadavia coast Chubut Province61-75
- Rueter, B. L. Structural Analysis of Landscape Dynamic in San Jorge Gulf District, Chubut Province.....76-87

Naturalia patagónica

ISSN 0327 - 8050

ISSN 0327 - 5272

Thesis (Doctor degree) of researches of the Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (2006).

Fernandez Eduardo. ENSAYO INMUNOENZIMATICO CINETICO DEPENDIENTE PARA EL DIAGNOSTICO DE HIDATIDOSIS88-90

Paula Sánchez Thevenet. ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE ECHINOCOCCUS GRANULOSUS Y TAENIA HYDATÍGENA CON RELACIÓN A LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE.....91-94

OBTENCIÓN DE QUITINA Y QUITOSANO A PARTIR DE CAPARAZONES DE LANGOSTINOS y CENTOLLAS

Extraction process of chitin and chitosan from prawns and spider crabs

Avila A.J.^{1*}, Costamagna V.², Strumia M. C.²

¹. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, 9000 Comodoro Rivadavia, Argentina

². Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, 5000 Córdoba, Argentina.

RESUMEN

Se ha investigado la posibilidad de obtener quitina de las grandes cantidades de desechos de langostas y langostinos en el Golfo San Jorge, ya que son arrojadas a la basura cantidades importantes de caparazones de estos crustáceos. Se calcula que estos desechos contienen 25% de quitina, 20 a 40% de proteína, 30 a 60% de sales de calcio y magnesio (principalmente carbonato y fosfato) y 0 a 14% de lípidos. La quitina es un polímero formado por unidades de 2-acetamido-2-desoxiglucosa enlazadas al modo 1,4-beta-glucosídico de la celulosa. Al igual que la celulosa, tiene una estructura de cadenas orientadas paralelamente. El quitosano (quitina desacetilada), polímero formado por unidades con uniones β 1,4 de 2-amino-2-desoxiglucopiranosas, es un sólido blanco amorfo, insoluble en agua, soluble en ácidos orgánicos diluidos, parcialmente soluble en ácidos inorgánicos y su estructura cristalina es sustancialmente la de la quitina purificada original. Por las condiciones extremas de desacetilación (pérdida del grupo acetilo), el quitosano tiene una cadena más corta que la de la quitina original.

Palabras clave: claves: polímeros biodegradables, Quitosano, langostinos, quitina, glucosamina.

ABSTRACT

We have been investigating the possibility to obtain Chitin of the great amounts of lobsters and prawns remainders in San Jorge Gulf, since in this area important amounts of these crustacean shells are thrown away. These remainders are believed to contain 25% of Chitin, 20 to 40% of protein, 30 to 60% of salts of calcium and magnesium (mainly carbonate and phosphate) and 0 to 14% of lipids. Chitin, a cellulose-like biopolymer is formed by units of β -1,4-linked 2-amino-2-deoxy-D-glucosamine. Like cellulose, Chitin has a parallel oriented chain structure. Chitosan (deacetylated Chitin) a β -1,4-linked 2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose is an amorphous, white water insoluble polymer, soluble in diluted organic and mineral acids. Its crystalline structure is basically the same as that of the purified original chitin. Due to the deacetylation, extreme condition, chitosan has a shorter chain than that of the original chitin.

Key words: biodegradable polymers, Chitosan, prawns, chitin, glucosamine.

INTRODUCCION

En 1823, se aisló de los élitros de insectos una sustancia que después se comprobó era la misma aislada por Braconnot de los hongos, y que fue llamada "quitina". En 1876, fue sometida la quitina de artrópodos a la hidrólisis con ácido clorhídrico y se obtuvo una sustancia cristalina (un aminoazúcar) y ácido acético como productos de degradación. El azúcar fue llamado glucosamina y se sugirió que la quitina era un compuesto de este azúcar con ácido acético. Hoy está demostrado que la acetilglucosamina (2-acetamido-2-desoxi-D-glucosa) es la unidad estructural de la quitina, al igual que la glucosa es la unidad estructural de la celulosa.

Estado Natural

La quitina se encuentra, en mayor o menor extensión, en el exoesqueleto de todos los artrópodos y también en la membrana celular de muchos hongos. Es el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza, luego de la celulosa y no

se encuentra en estado puro en la naturaleza. La quitina de origen animal está íntimamente asociada con proteínas insolubles en agua y sales inorgánicas que hacen difícil aislarla sin el uso de medidas extremas y caras.

Propiedades

La quitina es un polímero formado por unidades de 2-acetamido-2-desoxi-glucosa enlazadas al modo 1,4-beta-glucosídico de la celulosa ($(C_6H_{10}O_5)_n$ donde $n = 500$ a 6000). Al igual que la celulosa, tiene una estructura de cadenas orientadas paralelamente.

La quitina es insoluble en agua, ácidos diluidos, álcalis diluidos y concentrados, alcohol y en todos los disolventes orgánicos. Es soluble, en general con alguna degradación, en ácidos minerales concentrados. Por hidrólisis ácida enérgica, se degrada a glucosamina; la hidrólisis alcalina la desacetila en gran medida, con sólo ligera reducción de la longitud de la cadena, formando quitosano.

La quitina se disuelve lentamente en soluciones de hipoclorito a temperatura ambiente, pero es insoluble en el reactivo de Schweitzer (solución de hidróxido cúprico amoniacal $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$) diferenciándose de la celulosa en estos dos aspectos. Se disuelve en una solución de sodio amoniacal líquido, con formación de un compuesto polisódico.

Quitosano

Polisacárido preparado por la desacetilación de la quitina, es uno de los polímeros naturales más abundantes en organismos vivos como crustáceos, insectos y hongos; posee uniones β 1,4 glucosamina y N acetil glucosamina (Coma y Martial, 2002). El interés por el quitosano se debe principalmente a que puede ser procesado en diferentes formas incluyendo escamas, polvo fino, esferas, membranas, esponjas, films y geles. Estas propiedades le confieren características peculiares que lo hacen útil en muchas aplicaciones en el campo de la salud, cosmética, en tratamientos de aguas y como complemento dietético.

Propiedades

El quitosano es un sólido blanco amorfo, insoluble en agua, soluble en los ácidos orgánicos o minerales diluidos, cuya estructura cristalina es sustancialmente la de la quitina purificada original (Da Silva y Nakamatsu, 2000). Por las condiciones extremas de desacetilación, el quitosano tiene una cadena más corta que la de la quitina original.

Usos

Se ha demostrado que es no tóxico, biodegradable y biocompatible además es ampliamente usado en la industria alimenticia como atrapante de grasas (Coma y Martial, 2002). Las sales

acuosolubles de quitosano se usan como agentes de espesamiento para soluciones ácidas acuosas. Con quitosano pueden prepararse artículos técnicamente útiles como películas y filamentos sin soporte. La solución obtenida disolviendo quitosano en ácido acético diluido, o en otros ácidos, puede ser hilada, vaciada en diversas formas para obtener películas, hilados y agentes de apresto de textiles. Se ha sugerido su uso como capa de cementación para productos laminados, como medio regulador de la viscosidad, resistencia de gel y pérdida de fluido de un lodo de perforación de pozos, como agente oclusivo o de imprimación para superficies inorgánicas no fibrosas porosas, como el yeso, que puede llevar o no llevar revestimiento de acabado, y como componente de una cola de papel.

MATERIALES Y MÉTODOS

1 Reactivos:

HCl Cicarelli, NaOH en lentejas: Merck

2 Equipos:

- Los espectros UV se realizaron en un espectrofotómetro Hewlett Packard HP 8452A con arreglo de diodo (U.N.P.S.J.B)

- Los espectros FTIR se realizaron en un equipo Nicolet 5 sxc FT-IR Spectrometer (U.N.C)

3 Obtención de quitina

Preparación:

Se realizó por dos métodos distintos:

Método 1 (García Alonso y Henriques Rodríguez, 1996)

9,25g de caparazones de langostinos previamente lavados, secados y triturados hasta un tamaño aproximado de 2 cm^2 se pusieron en un vaso de precipitado de 500 ml, se les agregó 60 mL NaOH 0,5% m/v (relación 1:5 m/v) y

se calentó la mezcla por 30 minutos a 70°C, con agitación vigorosa. Posteriormente se dejó enfriar, se separó el sobrenadante por decantación y se guardó para la determinación de proteínas. Se repitió el procedimiento agregando 100 mL de NaOH 0,5% m/v y se calentó por 45 min a 70°C separando nuevamente el sobrenadante.

El sólido remanente se lavó y se desmineralizó tratando con aproximadamente 200 mL de HCl 2N a temperatura ambiente hasta que dejó de originarse CO₂ aproximadamente 1 hora. Se retiró el sobrenadante y se lavó el sólido con 150 mL de NaOH 2N agitando a 70°C por 30 min. El producto obtenido se lavó con agua, se secó y se pesó. Se obtiene un sólido escamoso con un tono ligeramente naranja.

Método 2 (Mukherjee, 1975)

a- Lavado de los caparazones de crustáceos

50 g de caparazones de centolla secos, lavados y triturados fueron hervidos en agua por 1 hora para remover los restos de tejidos. Los caparazones fueron puestos luego en horno a 163°C por 1 hora. Una vez retirados del horno cualquier resto de tejido seco se termina de retirar con las manos.

b- Enfriado Brusco de los caparazones

Los caparazones lavados fueron llevados a horno a 80°C por 48 horas para romper la estructura cristalina de la quitina. Una vez retirados del horno inmediatamente fueron vertidos en un recipiente tapado que fue sumergido en mezcla hielo seco- etanol. Este enfriamiento rápido es para obtener una quitina amorfa y provocar que los caparazones se vuelvan brillantes lográndose de esta

manera que sea más fácil el cortado de los mismos en pequeños pedazos. Luego fueron retirados de la mezcla fría y triturados.

c- Desproteínización

Al día siguiente 20 g de los caparazones obtenidos en el paso anterior fueron colocados en un vaso de precipitados y se le agregaron 200 mL de solución NaOH 3.5%, (relación 1:10 m/v) posteriormente fueron sumergidos 2 horas en baño a 65°C. Luego de las dos horas, se removió el sobrenadante (Proteínas) y los caparazones fueron lavados con agua para luego dejarlos secar a 90°C, obteniéndose 18,0 gramos.

d- Desmineralización

Los caparazones desproteínizados se colocaron en un vaso de precipitados y se le agregaron 270 mL de HCl 1 N (relación 1:15 m/v) a 25°C por 2 horas. El sobrenadante fue removido y los caparazones fueron lavados con agua y secados nuevamente obteniéndose 7 gramos. Al final de este tratamiento los caparazones contienen quitina

4 Recuperación de la proteína

El líquido que se guardó de la etapa anterior (método 1) se trató con HCl 2N para llevarlo a pH 4.5. El precipitado formado se filtró, se lavó con agua y alcohol y una vez seco se pesó.

5 Obtención de Quitosano

Preparación:

Método 1:

0,5g de quitina obtenida fue colocada en vaso de precipitados de 50 mL y se le agregaron 25ml de NaOH 50% m/v para luego ser calentada a 100°C en baño María por 30 minutos. Se descartó el líquido y el residuo sólido se lavó bien

hasta que quedó libre de álcali, se secó, se pesó obteniéndose 0,40 gramos de quitosano y se determinó su espectro FT-IR

Método 2

Desacetilación

A la quitina obtenida anteriormente se le agregaron 175 mL de NaOH 50% (relación 1:25 m/v) y fue llevada a horno a 80° C por 96 horas. Este tratamiento remueve muchos de los grupos acetilo de la quitina para formar quitosano. Al final de las 96 horas, se removió el sobrenadante del material sólido. Se sabe que el quitosano es soluble tanto en ácidos como bases y es por ello que en este caso se encuentra soluble en el sobrenadante. Se agrega HCl 7 N hasta obtener pH 7.0 para lograr la precipitación del quitosano. El precipitado obtenido fue centrifugado, secado en horno a 30°C obteniéndose 3,75 gramos. (Porcentaje de quitosano: 53,5 %).

Purificación del quitosano

0,25 gramos del quitosano seco obtenido se solubilizaron en 25 mL de HOAc 2% m/v. Esta solución se colocó en una membrana de diálisis 12000 – 14000 Dalton Dialysis Tubing.

La membrana se coloca en un vaso de precipitados con HOAc de la misma concentración y fue dejado por 24 horas para eliminar los compuestos de bajo peso molecular. La solución dentro de la membrana fue removida y secada al vacío.

El objetivo de realizar la diálisis es remover las proteínas de bajo peso molecular, sales de calcio y productos de quitosano de bajo peso molecular. Este paso puede incrementar la biocompatibilidad del quitosano. Los productos obtenidos fueron caracterizados por espectroscopía FT-IR.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se ha investigado la posibilidad de obtener quitina de las grandes cantidades de desechos de langostas, cangrejos de mar, camarones y jaibas, ya que se desechan cantidades importantes de caparazones de estos crustáceos. Se calcula que estos desechos contienen 25% de quitina, 20 a 40% de proteína, 30 a 60% de sales de calcio y magnesio (principalmente carbonato y fosfato) y 0 a 14% de lípidos (No y Meyers, 1997).

Aislar la quitina de desperdicios de crustáceos involucra tres operaciones básicas:

- Remoción de proteína residual
- Remoción de materia inorgánica
- Remoción de pigmentos lipídicos (carotenoides)

Los procesos químicos convencionales que acompañan cada una de las operaciones anteriores incluye: la separación de la proteína por tratamiento con álcali diluido y remoción de sales minerales por tratamiento con ácidos aunque la desmineralización puede también preceder a la desproteínización. La decoloración se realiza por un tratamiento de blanqueo con H₂O₂ y NaClO para destruir los pigmentos carotenoides. Un control cuidadoso sobre estas operaciones es esencial para obtener una quitina de alta pureza y de propiedades físicas y químicas uniformes (Goycoolea y Argüelles, 2000).

Las experiencias fueron realizadas por triplicado para la obtención de quitina por los dos métodos obteniéndose con el método 1 entre 24,3 y 27% de quitina con relación a la masa inicial de caparazones colocada y por el método 2 se obtuvo entre 30 y 35%.

La quitina purificada se agita en diez veces su peso seco, aproximadamente, de solución de 35-50% de

hidróxido sódico y se dispersa bien. Con buena agitación se calienta hasta unos 130°C. Se mantienen estas condiciones por unas cuatro horas, durante las cuales se sigue la reacción por muestreo periódico para determinar el grado de solubilidad en solución acuosa de ácido acético y la viscosidad de una solución de 3% del producto en solución de 3%, aproximadamente, de ácido acuoso. Cuando se ha alcanzado la viscosidad deseada, se detiene la reacción cortando la entrada de calor y se bombea la solución alcalina del tanque dejando en éste la quitina desacetilada. El tanque y su contenido se inundan entonces con agua limpia y se lavan continuamente hasta que el agua de lavado dé reacción neutra con la fenolftaleína. Entonces se seca el producto y se muele.

Se ha visto que la concentración del ácido clorhídrico y la temperatura en el proceso de desmineralización de la quitina original tienen influencia decidida en la viscosidad final del quitosano. Las altas concentraciones de ácido producen degradación en tal grado que el producto final tiene a veces viscosidad algo reducida. Como la viscosidad final del quitosano está determinada por el grado de degradación, lo mejor es mantener la concentración de ácido alrededor de 3%, o menos, mientras se mantiene la temperatura a unos 25°C (Sannan, 1976).

Con el método 1 se obtuvo un 80% de quitosano con relación a la masa original de quitina utilizada y con el método 2 este porcentaje fue de 76%

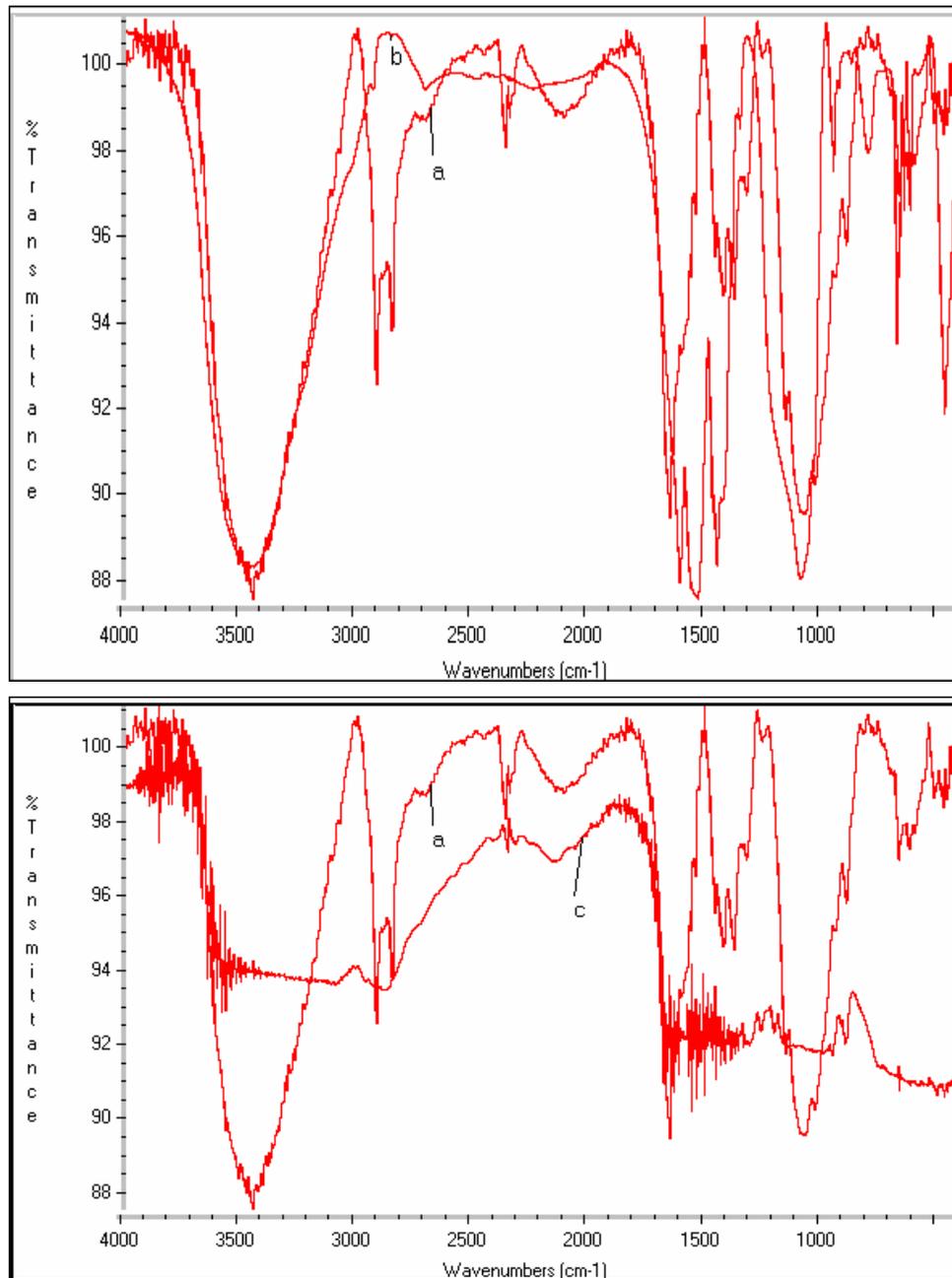
Analizando la Fig. 1 podemos apreciar en el espectro FT-IR del quitosano comercial (espectro a) la presencia de la banda a 2838 cm^{-1} , 1640 cm^{-1} (amida 1), 1530 cm^{-1} corresponde al stretching $-\text{NH}_3^+$, bending asimétrico y bending simétrico del quitosano (CH) respectivamente. Las bandas de absorción a 1160 cm^{-1} (stretching anti simétrico del C-O-C), 1100 cm^{-1} y 1030 cm^{-1} (vibración del stretching C-O) característicos de su estructura de sacárido (Dergunov y Nam, 2004). En el espectro FT-IR del quitosano obtenido por el método 2 (espectro b) vemos que no se aprecia la banda a 2800 cm^{-1} , pero si todas las otras bandas características del quitosano, en cambio en el espectro c, compuesto obtenido con el método 1 no se aprecia ninguna de las bandas características del quitosano y además presenta mucho ruido, tal vez porque la muestra obtenida por este proceso se encuentra impurificada, no pudiendo ser considerada como quitosano (Chen y Chiang, 1996).

CONCLUSIONES

Analizando los espectros FT-IR de los compuestos obtenidos podemos concluir que con el método 2 se obtiene un quitosano, parecido al comercial en su aspecto y espectro FT-IR con alto porcentaje de pureza.

Se realizarán más ensayos para optimizar el método de obtención de acuerdo a los caparazones de langostinos propios de la zona del Golfo San Jorge.

Figura 1: Espectros FTIR de quitosanos. **a)** quitosano comercial. **b)** quitosano obtenido por el método 2. **c)** sólido obtenido por el método 1



BIBLIOGRAFÍA

- V. Coma & A. Martial, (2002), Edible Antimicrobial films based on chitosan matrix, *J. Food Microbiology*, **67**, 1162 - 1168).
- Mau-Chang Chen, Gene Horng-Chin Yeh & Been-Huang Chiang (1996), Antimicrobial and physicochemical properties of methylcellulose and chitosan films containing a preservative, *J. of food processing and preservation* **20**, 379–390
- Pisit Dhamvithee, (2002), Study on properties of chitosan film incorporated with potassium sorbate and application, *Advances in chitin science* **5**, 231-235.
- R. Da Silva & J. Nakamatsu (2000) Estudio de la modificación de los polímeros PTF y quitosana. *Revista de Química XIV (2)*, 157-175
- Sergey Dergunov & Irina Nam, (2004). Swelling behavior of chitosan – poly HEA hydrogels in anionic surfactant solutions and their thermo sensitivity. *Colloids and surfaces A: Physicochem, Eng. Aspects* **238**, 13-18
- Ileana García Alonso, Danais Vega Oviedo & Ruth Henriques Rodrigues (1996), Método para el aprovechamiento del desecho de langosta común, Patente Cubana CU21658A1
- V. A. Gonzalez Gonzalez, & C. A. Guerrero Salazar (2002), Estructura química y compatibilidad de poliamidas con quitina y quitosano, *Ciencia UANL* **1** 3135-3139
- F. M. Goycoolea & W. Argüelles, (2000), Chitin and chitosan. *Novel Macromolecules in Food Systems*, Doxastakis (eds) Elsevier Series Developments in Food Science **41**, 265 – 307
- H. Moller, S. Grelier, (2004) Antimicrobial and Physicochemical properties of chitosan-HPMC based films, *J Agric Food Chem*, **52**, 6585-6591.
- Debi Mukherjee (1975), Method for producing chitin or chitosan, *U.S. Patent (3862122)*
- H.K. No & P. Meyers (1997), Chitin Handbook, R.A Muzarelli, M.G. Peters (eds), *European Chitin Society*, Grollammare, 475
- M. Ozdemir & J.D Floros, (2001), Analysis and modeling of potassium sorbate diffusion through edible whey protein films. *J. Food Eng* **47**, 149-155
- M. N. Ravi Kumar & R. A. Muzarelli (2004) Chitosan Chemistry and Pharmaceutical perspectives, *Chem Rev.* **104**, 6017 – 6084
- P.C. Srinivasa & M.N Ramesh, (2004)., Properties of chitosan films prepared under different drying conditions, *J. Food Eng* **63**, 79 – 85.
- Isamu Yamaguchi, Soichiro Itoh, Msumi Suzuki & Masataka Sakane (2003), The chitosan prepared from crab tendon, *Biomaterials* **24** 2031 – 2036
- (1998) Purification and characterization of commercial chitosan, *Polim Cienc Tcnol* **8 (4)** 63 – 68.

RUBUS IDAEUS: CVS. AUTUM BLISS Y TULAMEEN. MICROPROPAGACIÓN DE CLONES SELECCIONADOS POR SU INTERÉS ECONÓMICO.

***Rubus idaeus*: Cvs. Autum Bliss y Tulameen. Micropropagation of clones selected on the bases of their economical interest.**

Berastegui, Ana M.; Perales, Susana; Perez, Laura; Walicki, Virginia; Peneff, Roxana. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General, Ciudad Universitaria Km 4, (9000). Comodoro Rivadavia, Chubut-ARGENTINA. microveg@unpata.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el estudio de las condiciones óptimas de regeneración de plantas completas de *Rubus idaeus* cvs. Autum Bliss y Tulameen. A partir de plantas rustificadas de ambos cvs., se escindieron segmentos uninodales de material adulto con yemas apicales y axilares, previa asepsia se sembraron *in vitro* en medio de cultivo Murashige & Skoog con y sin reguladores de crecimiento. En la etapa de micropropagación, los explantos establecidos, se escindieron en microtallos. La siembra se realizó en medio MS, con 6-bencilaminopurina o Kinetina y ácido indolbutírico. La tasa de multiplicación se obtuvo por cultivar y tratamiento hormonal (microtallos obtenidos /explanto). En el enraizamiento los microtallos fueron estimulados con IBA: 5,0 mM y transferidos a turba perlita 1:1 en condiciones de cultivo extra vitro. Las plántulas regeneradas fueron transferidas a condiciones de invernadero. Del análisis estadístico de los datos se desprende que en la etapa de establecimiento de yemas se registró una asociación significativa ($G=27,879$; $p<0,01$; $GL=6$) entre la presencia y ausencia de fitohormonas en el medio de cultivo y las yemas establecidas según el origen estacional de los explantos. El cv. Autum Bliss registró en verano el más alto porcentaje de yemas viables, en medio libre de fitohormonas (54%). En las mismas condiciones de cultivo la mejor viabilidad del cv. Tulameen fue en primavera (51%). En la micropropagación la tasa de multiplicación obtenida fue significativa entre los cvs. ($p=0,02$) y altamente significativa ($p<0,01$) entre los tratamientos. La mejor tasa de multiplicación se registró en ambos cvs. en medio MS con BAP (4,5 μ M), por el contrario en la respuesta rizogénica surgió que no existe asociación significativa ($G=1.567$; $p= 0,2106$; $GL=1$) entre los cvs. La formación de raíces fué entre un 72 y 80% en Tulameen y Autum Bliss respectivamente. En la etapa de aclimatación, la supervivencia de las plantas en invernadero, alcanzó el 100%.

Palabras clave: explantos, *in vitro*, establecimiento, micropropagación, rizogénesis, regeneradas.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the best conditions for *in vitro* regeneration of *Rubus idaeus* complete plantlets from cvs. Autum Bliss and Tulameen. Nodal segments with axilars or apical buds were obtained from rusticated plants of both cultivars, disinfected and placed in Murashige & Skoog culture medium with and without growth regulators. At the micropropagation stage the established plantlets were cut in microstems and transferred to MS medium with the addition of 6-Bencialminopurina or Kinetina and Indolbutiric acid. Microstems were induced with 5, 0 mM IBA to stimulate rooting at extra vitro conditions, in pots containing peat: perlite 1:1 previously autoclaved. Plantlets were maintained under greenhouse conditions. Autum Bliss cv. got in summer the highest percentage of viable buds (54%) in a free regulators medium followed by Tulameen (51%) from spring plants and at the same culture conditions. Micropropagation multiplication rate shown to be significant ($p=0,02$) between cvs. and highly significant ($p<0,01$) between treatments. The best multiplication rate was obtained in Medium MS with BAP (4, 5 μ M) for both cvs. On the contrary, no significant association was found at the rooting stage ($G= 1, 567$; $p= 0,2106$; $GL=1$). Rooting of regenerated shoots reached 72 and 80% in Tulameen and Autum Bliss. Plants survival reached 100% during the acclimatization stage in the greenhouse.

Key words: Explants, *in vitro*, establishment, micropropagation, rooting, regenerated.

INTRODUCCION

El género *Rubus* es de distribución universal, pertenece a la familia de las rosáceas y comprende alrededor de 500 especies dispersas en los cinco continentes. *Rubus idaeus* es un arbusto perenne con una estructura aérea bienal, su raíz es de tipo fibroso. El fruto es una polidrupa, o sea, el agregado de pequeños drupéolos sobre un receptáculo elevado, que no requiere de luz para desarrollar sus antocianinas. Es utilizado frecuentemente en actividades culinarias. Se consume en forma de fruta fresca, enlatadas o congelada. La mermelada y la gelatina también son populares, así como el uso de la frambuesa para dar sabor a ciertos licores. Se destaca por su bajo

contenido en grasas y su alto contenido en fibra. Contiene materias nitrogenadas, hierro, tiamina, riboflavina, celulosa, ácido cítrico y salicílico, vitaminas A y C. Es una leñosa adecuada para micropropagación por cultivo *in vitro*, debido a que su multiplicación presenta dificultades por métodos tradicionales de propagación asexual. Están limitados por patrones estacionales de crecimiento, por el número de nodos disponibles para corte vegetativos uninodales, por el número de yemas apicales para el acodamiento, o el número de chupones para la propagación por remoción de plantas con retoño. El primer paso en el desarrollo de los procesos de fitomejoramiento (Berastegui *et al.*, 1998) es contar con un sistema de

regeneración altamente eficiente. En este sentido, el estudio del comportamiento *in vitro* de diferentes cultivares de *Rubus idaeus*, constituye un aporte al área productiva y científica. La obtención de plantas completas, permite proveer material uniforme, específico y sano como material de partida (Pierik *et al.*, 1997). El objetivo de este trabajo fue estudiar las condiciones óptimas de micropropagación para regeneración de plantas completas de *Rubus idaeus* (cvs. Tulameen y Autum Bliss), con material vegetal de interés regional.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de plantas rustificadas de *Rubus idaeus* (cvs. Autum Bliss y Tulameen) provenientes de material adulto de campo, (INTA-Bolsón) se escindieron segmentos de 3 o 4 nudos de material adulto, con yemas apicales y axilares (Hopfner y Nestby, 1991). Previo a la siembra se desinfectaron con etanol al 80% durante cinco minutos y luego en solución de hipoclorito de sodio en concentraciones entre 2,0 y 10,0 % (Bennett *et al.*, 1994). El medio utilizado: Murashige y Skoog (1962), fue suplementado con un complejo vitamínico; 87,6 mM de sacarosa, 0,7% de agar bacteriológico y con las combinaciones de 6-bencilaminopurina (BAP: 4,5 μM) y ácido indolbutírico (IBA: 0,5 μM) (Donnelly *et al.*, 1980). Se realizaron tres repeticiones de 10 yemas en cada cultivar por estación. En la etapa de micropropagación, los explantos establecidos (rosetas), se escindieron en microtallos que fueron sembrados en medio MS, con las combinaciones de 6-bencilaminopurina (BAP: 4,5 y 9,0 μM) o Kinetina (K: 4,5 y 23,0 μM) y ácido indolbutírico (IBA: 0,5 y 2,5 μM) (Donnelly *et al.*, 1980). Se realizaron seis sub-

cultivos (N=30), cada 25 días. La tasa de multiplicación se obtuvo por cultivar y tratamiento hormonal (microtallos obtenidos/explanto). Los cultivos de establecimiento y micropropagación se incubaron con un fotoperíodo de 16 hs y una intensidad lumínica de 120 $\text{mE cm}^{-2} \text{s}^{-1}$. Posteriormente los microtallos fueron sometidos a inducción de raíces en condiciones *extra vitro*. La estimulación se realizó sumergiendo la base de los microtallos en solución auxínica (IBA: 5,0 mM) y se sembraron en turba perlita 1:1 previamente autoclavada a 120°C, durante 20 minutos. Las plántulas regeneradas (microtallos enraizados), fueron transferidas a condiciones de invernadero en condiciones de luz y temperatura controlada (fotoperíodo 16 hs. y 25 °C). Se realizaron 4 repeticiones (N=30). La eficacia de los tratamientos en el establecimiento de explantos se analizó utilizando un modelo log—lineal para tablas trifactoriales (Sokal y Rohlf, 1995). La tasa de multiplicación de explantos mediante un análisis de la varianza factorial. Para establecer las diferencias a posteriori se utilizó el test de Tuckey y Kramer. El enraizamiento de los cvs. a través de una prueba de G ajustada por corrección de William.

RESULTADOS Y DISCUSION

Yemas de material adulto de campo (cvs. Tulameen y Autum Bliss) fueron aisladas estacionalmente y colocadas en condiciones de cultivo *in vitro*. Los datos de la viabilidad de las yemas en cultivo se analizaron con relación a los cvs., a la presencia y ausencia de fitohormonas en el medio y según el origen estacional de los explantos. Con respecto a los factores analizados el análisis estadístico sobre la frecuencia de explantos establecidos, mostró que no existe interacción

trifactorial (Tabla I). Por el contrario en la frecuencia de yemas viables entre los cultivares y el origen estacional, surgió que existe asociación significativa ($G=17,916$; $p<0,01$; $GL=6$). También se registró asociación significativa ($G=27,879$; $p<0,01$; $GL=6$), entre la presencia y ausencia de fitohormonas en el medio de cultivo, y las yemas establecidas según el origen estacional. Avitia García y Castillo González en 1992 obtuvieron similares resultados en otros

cultivares de *Rubus* spp. A partir de explantos aislados en verano, el cultivar Autum Bliss (Fig. 1) alcanzó el más alto porcentaje de yemas viables, en medio libre de fitohormonas (54%). En las mismas condiciones de cultivo el cv. Tulameen registró similar proporción (51%) en primavera. En la tabla I se muestra el análisis trifactorial de los datos con relación a explantos establecidos en el medio de cultivo.

Tabla I. *Rubus idaeus*. cvs Tulameen y Autum Bliss. Análisis de tablas trifactorial. Representación de los modelos probados y el modelo log-lineal final. Debajo de cada modelo se indica el valor de G de ajuste y los grados de libertad correspondientes. Las flechas indican el paso de un modelo jerárquicamente superior a uno inferior y las letras: M=Media de los logaritmos naturales de las frecuencias esperadas; C=cultivares; H=fitohormonas y E= estaciones

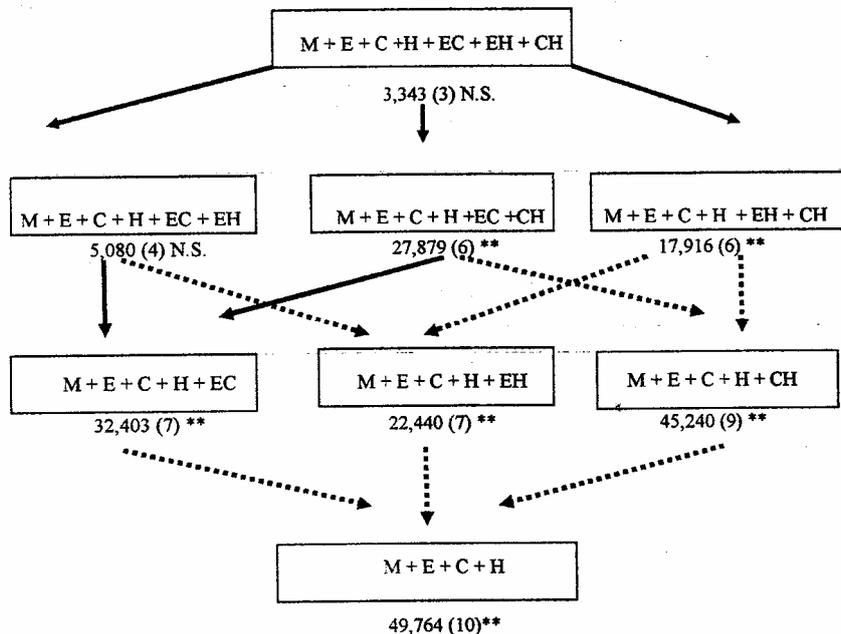


Figura 1. *Rubus idaeus* cv. Autum Bliss. Establecimiento de esquejes uninodales en medio MS suplementado con BAP:IBA (4,5:0,5 μ M) a los 20 días de cultivo. (x7)



Micropropagación

Los microtallos establecidos fueron sometidos a distintos tratamientos con fitohormonas. Desde el primer subcultivo se observó multiplicación en los vástagos. Esta respuesta se contradice con lo expresado por Hoepfner y Nestby (1991) en otras variedades de *Rubus*. Los datos obtenidos en la micropropagación fueron tratados mediante un análisis de varianza factorial donde la variable dependiente fue la tasa de multiplicación y las variables independientes fueron los cultivares y los tratamientos hormonales. Los resultados obtenidos indicaron que las plantas del cv. Autum Bliss, registraron mejores tasas de multiplicación, con relación a las del cv. Tulameen ($p=0,02$). Con respecto a los tratamientos con reguladores del crecimiento (BAP: IBA ; BAP solo y Kin: IBA), las diferencias fueron altamente significativas ($p = 0,01$). El test a posteriori indicó que la tasa de multiplicación fue significativamente mayor en plantas (cv. Autum Bliss) sometidas al tratamiento con

BAP solamente, a una concentración de 4,5 μ M ($p<0,01$) con una tasa óptima de $5,62 \pm 1,96$, mientras que, en el cv. Tulameen (Fig. 2), la tasa más alta obtenida fue de $2,57 \pm 1,37$, con BAP: IBA (4,5:2,5 μ M). Después de varios subcultivos se observó que las tasas de multiplicación se mantienen contrariamente a lo informado por Hoepfner y Nestby (1991), que señalaron que después de varias generaciones, la capacidad de proliferación disminuye.

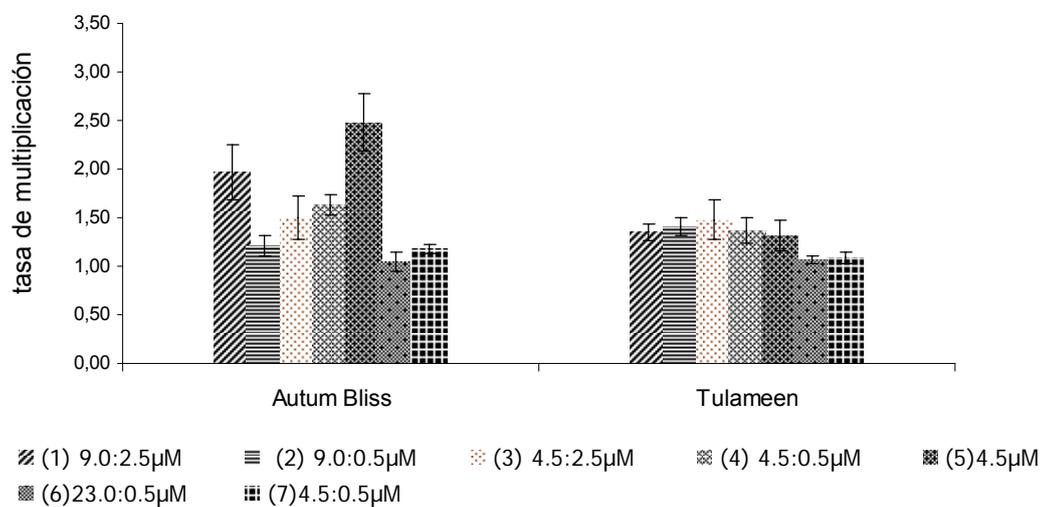
En la Fig. 3 se muestran los resultados de la micropropagación de microtallos cultivados en medio MS con distintas concentraciones de fitohormonas. En general las mayores tasas de multiplicación se obtuvieron con BAP:IBA en ambos cultivares.

Paralelamente a los resultados de multiplicación en masa descriptos, se evidenció la inhibición del sistema radicular en los microtallos proliferados. Esto coincide con lo informado por Skirvin *et al.*, (1981) en otros cultivares de *Rubus*.

Fig. 2. *R. idaeus* cv. Tulameen. Microtallos a los 20 días después de su siembra; segundo subcultivo en medio MS suplementado con BAP:IBA (4,5:2,5 μ M). (x12)



Fig. 3. *R. idaeus*. Efecto de los reguladores de crecimiento en la multiplicación de los microtallos cultivados en medio MS con fotoperíodo 16 hs. Los valores entre (1) y (4) corresponden a combinaciones de BAP:IBA; el (5) corresponde a BAP solo; los señalados con (6) y (7) corresponden a combinaciones de Kin:IBA. Los datos son promedio de seis subcultivos de 25 días cada uno \pm E.S



La formación de raíces en la etapa de rizogénesis se realizó en condiciones *extra vitro*. Los microtallos multiplicados de ambos cvs. fueron estimulados previamente con IBA y transferidos a turba:perlita. El análisis de los resultados obtenidos mostró que las diferencias en la formación de raíces entre los cultivares no fueron estadísticamente significativas ($G=1.567$; $p=0,2106$; $GL=1$). El porcentaje de plantas enraizadas fué entre el 72 al 80% en Tulameen y Autum Bliss respectivamente (Fig.4). Es posible que dentro de las rosáceas, el control de la rizogénesis esté condicionado por la

sinergia originada en la suma de efectos dados por auxinas y fenoles. Según James (1979) este comportamiento parece explicar la producción de raíces en leñosas. Con respecto a la etapa de aclimatación en invernadero resultó que la totalidad de las plantas (100%) superó el período crítico. Las plantas obtenidas fueron de lámina foliar ancha, color verde intenso y gran cantidad de raíces, vigorosas, que mantuvieron su viabilidad después de los ensayos de aclimatación en invernadero, las que las hace aptas para los requerimientos del mercado.

Fig. 4: *R. idaeus* cv. Autum Bliss. Aspecto de la planta completa enraizada *extra vitro* a los 30 días de cultivo.



CONCLUSIONES

El establecimiento de yemas viables en medio MS libre de fitohormonas registró las mejores respuestas en ambos cultivares con yemas aisladas en primavera y verano. Existe en las plantas de ambos cultivares una evidente concordancia entre la estacionalidad y la respuesta al establecimiento. En la etapa de multiplicación, la mejor respuesta fue en medio MS suplementado con BAP ya sea, con BAP solamente (4,5 μ M) o combinado con IBA (2,5 μ M). Los dos cultivares de *Rubus* respondieron en forma similar, a los tratamientos de regeneración de planta completa (establecimiento-multiplicación y rizogénesis) pero se observó mayor efectividad en el cultivar Autumn Bliss. La aclimatación en invernadero fue del 100% obteniéndose plantas aptas para su explotación económica.

BIBLIOGRAFÍA:

- Avitia García, E. & Castillo González, A.M. 1992. Propagación *in vitro* de cuatro cultivares de frambuesa (*Rubus* spp.) Revista Chapingo Vol.16, N°78: 104-106.
- Bennett, Y. J., McComb, J. A., Tonkin, C. M. & McDavid, D. 1994. Alternating Cytokinins in multiplication media stimulate *in vitro* shoot growth and rooting of *Eucalyptus globulus* Labill. *Annals of Botany* **74**: 53-58.
- Berastegui, A., Rico A., Perales, S., Pérez, L., Walicki, V. & Peneff, R. 1998. Cultivo *In Vitro*: Una estrategia de producción regional. Jornadas de Investigación y Tecnología en el Contexto del Desarrollo Patagónico. Vol II:74-77.
- Donnelly, D.J., Stace-Smith, R. & Mellor, F.C. 1980. *In vitro* cultures of three *Rubus* spp. *Acta hortic.* 112: 69-75.
- Hoepfner, A. S. & Nestby, R. 1991. Micropropagation of two Red Raspberry Clones: Effect of Medium Composition in Multiplication, Microshoot Size and Rooting. *Acta Agric. Scand.* 41: 285- 293.
- James, D.J. 1979. The role of auxins and phloroglucinol in adventitious root formation in *Rubus* and *Fragaria* grown *in vitro*. *Journal of Horticultural Science* **54**: 273-277.
- Murashige, T.& Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiología Plantarum*, 15:473-497.
- Pierik, R. L. & Ruibing, M. A. 1997. Development in micropropagation industry *Plant Tissue culture and Biotechnology*. 3: 148-151.
- Skirvin, R. M., Chu, M.C. & Gomez, E.1981. *In vitro* propagation of thornless trailing blackberries. *Hort Science* 16: 310-311.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*. W. H. Freeman & Company. New York. 887 pp.

Naturalia patagónica, 3(2): 17-36 (2007)

ASOCIACIONES DEL MACROZOOBENTOS DEL LITORAL ROCOSO EN LA COSTA CENTRAL DEL GOLFO SAN JORGE (ARGENTINA).

Macrozoobenthic assemblages in rocky shores of the central coast of San Jorge Gulf (Argentina)

Cabezas Eduardo †, Giménez Olga, Balzi Pamela P., Cerdá Roberto, Gil Damián G., Marcinkevicius Mauro y Rico. Alicia

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología General, Ciudad Universitaria S/N, Km 4, Comodoro Rivadavia (9000), Chubut, Argentina. Email: ogimenez@unpata.edu.ar

RESUMEN

La zona central del golfo San Jorge es un área densamente poblada con un rápido incremento de actividades económicamente rentables (explotación petrolera, pesca, micro emprendimientos). Los objetivos de este estudio fueron determinar las principales asociaciones presentes en el litoral rocoso relacionándolas con los horizontes litorales y evaluar la diversidad. Las asociaciones del macrozoobentos litoral rocoso fueron analizadas mediante técnicas estadísticas univariadas y multivariadas para evaluar el estado de la comunidad y posibles alteraciones futuras. El estudio se realizó en las localidades de Punta Piedras, Punta Maqueda y Playa Agüero, ubicadas en la costa central del golfo San Jorge. Punta Maqueda presentó mayor riqueza y diversidad que P. Piedras y P. Agüero. No se encontraron diferencias significativas en la equitabilidad entre los tres sitios. El análisis multidimensional (nMDS) y la prueba de ANOSIM, indicaron que existen diferencias significativas en la composición de la comunidad entre los sitios para el horizonte infralitoral. No obstante en el horizonte mesolitoral, Punta Maqueda difiere de las otras dos localidades. En el horizonte infralitoral, las abundancias de *Perumytilus purpuratus*, *Aulacomya atra atra* y *Clunio brasiliensis*, tienen grandes influencias en el porcentaje de disimilaridad entre los sitios mientras que en el horizonte mesolitoral, la disimilaridad esta dada por las abundancias de *P. purpuratus*, *Lasaea* sp. y *Balanus glandula*. Las curvas de dominancia sobre abundancia de especies para los tres sitios estudiados y en los horizontes mesolitoral e infralitoral mostraron que la dominancia fue mayor en el sitio de Playa Agüero. La dominancia es mínima en Punta Maqueda, sitio de mayor diversidad y riqueza específica.

Palabras clave: Macrozoobentos, asociaciones, litoral rocoso, Golfo San Jorge, Patagonia.

ABSTRACT

The central zone of the San Jorge Gulf is a high populated area with an increasing economy, such as: petroleum exploration, fishery and other small industries. The aim of this research describe the main macrofaunal assemblages at these coastal rocky shores; determine the similarity of community structure between sites and shore level; and evaluate the diversity. The assemblages were studied with univariate and multivariate statistical tools, which have considerable potential for monitoring natural and anthropogenic effects. The study was done at Punta Piedras, Punta Maqueda and Playa Agüero. Punta Maqueda showed higher species richness and diversity than P. Piedras and P. Agüero. There were not significant differences between the three sites in the equitability. Significant differences in the community structure between sites on the infralittoral fringe were revealed by the nMDS and the ANOSIM test. However, Punta Maqueda differs of the other sites at the mesolittoral fringe. The abundance of *Perumytilus purpuratus*, *Aulacomya atra atra* and *Clunio brasiliensis*, have large influences on the dissimilarity between sites on the infralittoral fringe, while in the mesolittoral, the dissimilarity is given mainly by the abundances of *P. purpuratus*, *Lasaea sp.* and *Balanus glandula*. K-dominance curves for species abundance at the two shore levels, showed a macrofaunal community dominated by few species at Playa Agüero. The dominance is low at Punta Maqueda, whereas high diversity and species richness were found.

Key words: Macrofaunal assemblages, intertidal rocky shore, San Jorge Gulf, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

Una extensa literatura acerca de comunidades litorales ha sido sintetizada por Paine (1994), Little & Kitching (1996), Raffaelli & Hawkins (1996) e Ingólfsson (2005). En nuestro país se han desarrollado diversos estudios sobre comunidades litorales de ambientes rocosos y/o factores que las regulan, principalmente en la zona de Mar del Plata y Quequén (Penchaszadeh, 1973; Olivier *et al.*, 1966a; López Gappa *et al.*, 1990,1993), en golfo San José (Zaixso *et al.*, 1994; Sánchez & Zaixso, 1995, Zaixso *et al.*, 1998), en golfo Nuevo (Olivier *et al.*, 1966b), Puerto Deseado (Zaixso & Pastor, 1977; Otaegui & Zaixso,1974) y

en el extremo sur de Argentina (Zaixso *et al.* 1978).

En la zona costera central del golfo San Jorge son escasos los antecedentes de trabajos referidos a comunidades litorales, pudiendo citar algunos aspectos referidos a la recolonización de sustratos mesolitorales (Balzi & Muniain, 1992), incrustaciones biológicas (Rico, 2005) y flora algal (Boraso de Zaixso, 1998; Boraso de Zaixso & Zaixso, 1998; Pérez, 2005; Perales, 2005).

Esta región comprende un área densamente poblada, en donde en los últimos años se ha registrado un rápido incremento de actividades económicamente rentables como la

explotación petrolera, la pesca y múltiples emprendimientos costeros. Existe entonces la necesidad de realizar estudios de base para programas de conservación y manejo costero.

El propósito del presente trabajo fue determinar las principales asociaciones presentes en el litoral rocoso relacionándolas con los horizontes litorales y evaluar la diversidad para un sector costero del área central del Golfo San Jorge.

Este trabajo formó parte de la Tesis de Maestría del Licenciado Eduardo Cabezas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La restinga estudiada corresponde a una plataforma de erosión de ola, formada por una base de arcilitas tobáceas gris amarillentas, muy diaclasadas, con interconexiones yesosas poco consolidadas (Formación Patagonia) que pasa hacia abajo en transición a una capa de tobas arcillosas gris blanquecinas, poco consolidadas también (Formación Sarmiento) (Feruglio, 1950). Las mareas son de régimen semidiurno; la amplitud de mareas de sicigia es de 6,19 m y la media de cuadratura es de 4,34 m (Servicio de Hidrografía Naval, 2002). El agua del mar presenta en Comodoro Rivadavia una temperatura superficial promedio mínima de 7,9 ° C y máxima de 16,5 ° C ; la salinidad del agua tuvo escasa variación, con valores que oscilaron entre 33,4 y 33,8 ‰ (Rico, 2005).

Los sitios estudiados fueron: Punta Piedras (45°58' S 67°34' W), Punta Maqueda (46°01' S 67°35' W) y Playa Agüero (46°30'S 67°30'W). El primero de ellos es una restinga situada a 6 kilómetros de la localidad de Comodoro

Rivadavia y a sólo 400 m de Rada Tilly. Se halla contigua tanto al norte como al sur de playas de arena fina. Los niveles superiores están bajo la influencia de las playas arenosas circundantes y las descargas originadas por el arroyo La Mata que transporta efluentes derivados de la actividad petrolera y aportes de aguas continentales. Punta Maqueda, restinga ubicada a 25 km aproximadamente de la ciudad de Comodoro Rivadavia y a 45 km de Caleta Olivia, contigua a una pequeña playa de arena, presenta una amplia plataforma de abrasión rocosa y declive suave hacia el este, con canales y piletas de marea de poca extensión y profundidad. No recibe aportes de agua continental y presenta una mínima actividad antrópica. Playa Agüero ubicada 4 km al sur de Caleta Olivia, está constituida por una plataforma de abrasión rodeada de playas de canto rodado (Fig. 1).

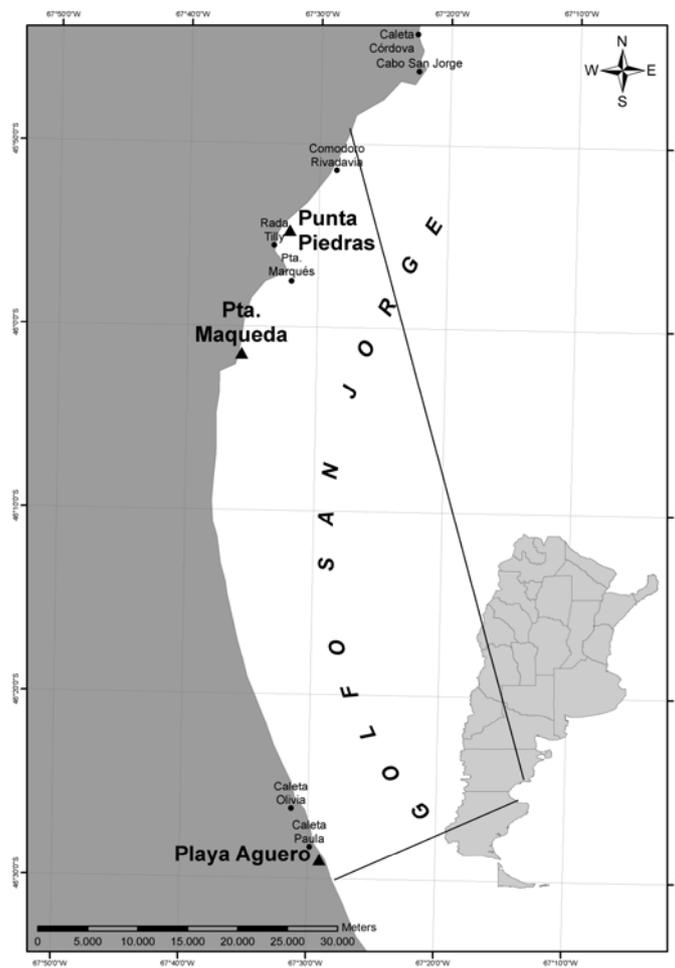
Metodología de campo y laboratorio

Se realizó en cada sitio un muestreo sistemático estratificado entre marzo y abril de 2002 mediante una transecta en la que se definieron diez niveles igualmente espaciados en el litoral somero. En cada uno de ellos se tomaron entre cuatro y ocho unidades muestrales al azar, de acuerdo a la extensión del área estudiada y a la altura de los distintos horizontes litorales. La unidad muestral (u.m.) consistió en una cuadrícula de 225 cm². En total se tomaron 130 u.m. (Punta Piedras: 39 u.m., Punta Maqueda: 40 u.m. y Playa Agüero: 51 u.m.). Las alturas respecto del plano de reducción local fueron utilizadas para definir los horizontes supralitoral, mesolitoral e infralitoral correspondientes a cada sitio.

El tratamiento de cada una de las muestras previamente fijadas en formol salino al 10 %, consistió en el tamizado (abertura de malla de 500 μm) y clasificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Luego se realizó el

conteo de los ejemplares para determinar la densidad (ind.um.). Los poliquetos no fueron incluidos en el análisis. Las especies que no pudieron ser identificadas fueron enviadas a especialistas para su determinación.

Fig. 1: Sitios de muestreo: Punta Piedras, Punta Maqueda y Playa Agüero.



Análisis estadístico de las muestras

La composición obtenida del macrozoobentos se organizó en una tabla de frecuencias de especies por sitio. Para analizar las asociaciones del macrozoobentos en cada uno de los sitios, se organizaron los datos en una matriz de muestras por especies [Punta Piedras (39x32), Punta Maqueda (40x52) y Playa Agüero (51x37)]. Estas matrices se estudiaron mediante un análisis de agrupamiento (Modo Q), empleando el método UPGMA de aglomeración jerárquica, aplicando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). Para disminuir la contribución de las especies dominantes, se procedió a transformar los datos mediante raíz cuadrada. Se excluyeron del análisis las u.m. que carecían de especies. Complementariamente se realizó un examen de ordenación por medio de un análisis factorial de correspondencias (CA) (Legendre & Legendre, 1979).

Los grupos de muestras obtenidas mediante el UPGMA (Sneath & Sokal, 1973; Legendre & Legendre, 1979) se utilizaron para realizar el análisis de dominancia al 80 % de abundancia, que define las especies que componen las asociaciones.

Para la determinación de índices ecológicos univariados de diversidad, sólo se consideraron aquellos taxa sobre los cuales se tenía una importante presunción de estar representando una sola especie. Se determinaron los siguientes índices ecológicos: (1) riqueza específica (igual al número total de especies por muestras); (2) índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') según Sanders (1968): $H' = -\sum_i p_i (\log p_i)$ en donde p_i es la proporción del número total

de individuos que aparece representada en la especie i , para los cálculos correspondientes se utilizó logaritmo natural (Magurran, 1991); y (3) equitabilidad según el índice de uniformidad de Pielou: $J = H'_{(observado)} / H'_{(max)}$, en donde $H'_{(max)}$ es la diversidad máxima posible que se podría obtener si todas las especies fueran igualmente abundantes (Ludwig & Reynolds, 1988). Este índice representa la uniformidad (equitabilidad) en la distribución numérica entre las diferentes especies del conjunto estudiado en cada sitio de muestreo.

Con los valores de diversidad obtenidos se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) de una entrada para detectar diferencias significativas en los índices empleados en relación a los sitios estudiados. Previo a estos análisis, se llevó a cabo una prueba C de Cochran de homogeneidad de varianzas (Sokal & Rohlf, 1997) y se verificó asimismo la normalidad de los datos. Los análisis con resultado positivo fueron seguidos de una prueba Tukey (HSD para n desiguales) de comparación múltiple de medias.

Las diferencias en la composición de la comunidad entre los sitios para los horizontes infralitoral y mesolitoral fue representada mediante el método de escalamiento multidimensional (nMDS) empleado sobre datos de abundancia de especies y usando el índice de similitud de Bray-Curtis con transformación raíz cuadrada. Este coeficiente fue adoptado debido a que no está afectado por la ausencia simultánea de una especie rara en dos muestras y es suficientemente robusto para datos marinos (Field *et al.*, 1982). En forma complementaria se realizó un análisis de agrupamiento empleando el método UPGMA. Las diferencias significativas en la composición de la comunidad entre sitios para

cada horizonte considerado, fueron identificadas mediante sendos análisis de similitud de una vía (ANOSIM). Con el objeto de reducir el error tipo I, se procedió a ajustar el nivel de significación de $\alpha=0,05$ a $\alpha=0,017$ (Corrección de Bonferroni, Sokal & Rohlf, 1997). Luego se realizó una prueba de porcentaje de similitud (SIMPER) utilizando un nivel de corte del 60%, para identificar la contribución de cada especie a la distancia entre sitios. Se utilizaron descriptores gráficos, en la forma de curvas K de dominancia, con datos de abundancia de especies discriminadas por sitios. El conjunto matricial de datos fue analizado siguiendo las rutinas de los

programas PRIMER (Clarke & Warwick, 1994; Clarke & Gorley, 2001) y CANOCO 4.0 (ter Braak & Smilauer, 1998).

RESULTADOS

Características generales del ensamble macrozoobentónico

En total se identificaron 52 especies y taxa superiores, las cuales se distribuyeron en un total de 46447 individuos recolectados para los tres sitios de muestreo. Las especies analizadas corresponden a los horizontes mesolitoral e infralitoral, debido a que no se hallaron ejemplares en el horizonte supralitoral. Las abundancias totales en cada sitio se describen en la Tabla I.

Tabla I: Lista de taxa macrofaunísticos bentónicos y sus correspondientes abundancias numéricas, recolectados en los sitios A (Playa Agüero), B (Punta Piedras) y C (Punta Maqueda) durante los meses de marzo y abril del 2002

Taxa	Localidades			
	P. Agüero	P. Piedras	P. Maqueda	
PLATHYELMINTHES				
TURBELLARIA				
INDET	1	0	0	
MOLLUSCA				
POLYPLACOPHORA				
<i>Plaxiphora aurata</i>	(Spalowsky, 1795)	4	8	5
<i>Tonicia lebruni</i>	Rochebrune, 1887	0	0	3
GASTROPODA				
<i>Ataxocerithium pullium</i>	(Phillipi, 1845)	6	0	9
<i>Crepidula dilatata</i>	(Lamarck, 1822)	8	10	7
<i>Eatoniella argentinensis</i>	Castellanos & Fernandez, 1972	1209	6	257
<i>Epitonium</i> sp.		0	2	0

<i>Fissurella radiosa</i>	Lesson, 1831	17	1	19
<i>Kerguelenella lateralis</i>	(Gould, 1846)	0	2	17
Littorinidae INDET		11	36	92
<i>Nacella delicatissima</i>	(Strebel, 1907)	1	0	0
<i>Nacella (Patinigera) deaurata</i>	(Gmelin, 1791)	3	3	4
<i>Nacella (Patinigera) magellanica</i>	(Gmelin, 1791)	5	3	4
<i>Omalogyra</i> sp.		113	4	57
<i>Pareuthria plumbea</i>	(Philippi, 1844)	84	141	33
<i>Scissurella</i> sp.		2	0	3
<i>Siphonaria lessoni</i>	(Blainville, 1824)	786	35	308
<i>Subonoba fuegoensis</i>		23	0	3
<i>Trophon geversianus</i>	(Pallas, 1774)	18	23	7
<i>Turbonilla smithi</i>	Pfeffer, 1906	32	0	10
BIVALVIA				
<i>Aulacomya atra atra</i>	Molina, 1782	274	2	1124
<i>Carditella naviformis</i>	Reeve, 1844	27	0	0
Galeommatoidea INDET		3	3	31
<i>Lasaea</i> sp.		273	396	3863
<i>Mytilus edulis platensis</i>	d'Orbigny, 1846	449	390	125
<i>Neolepton</i> sp.		145	9	48
<i>Netastoma darwinii</i>	(Sowerby, 1849)	2	1	0
<i>Nucula pisium</i>	Sowerby, 1832	9	0	0
<i>Perumytilus purpuratus</i>	(Lamarck, 1819)	9191	9351	7589
<i>Venus antiqua</i>	King & Broderip, 1832	10	0	7
ARTHROPODA				
CRUSTACEA				
<i>Balanus glandula</i>	Darwin, 1854	2	2824	14
Amphipoda INDET 1		7	0	32
Amphipoda INDET 2		0	0	4
<i>Edotia tuberculata</i>	Guerin-Meneville, 1843	0	27	0
<i>Exosphaeroma</i> sp.		45	323	22
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	Dana, 1851	0	0	1
<i>Halicarcinus planatus</i>	Fabricius, 1775	16	24	4
Tanaidaceos		16	0	94
CHELICERATA				
<i>Heydeniella</i> sp.		22	61	79

<i>Hyadesia</i> sp.		0	33	23
<i>Halozetes</i> sp.		0	0	91
Halacaridae INDET 1		7	0	132
Halacaridae INDET 2		198	0	226
INSECTA				
<i>Clunio brasiliensis</i>	Oliveira, 1950	1528	1299	2546
Tricoptera INDET 1		0	0	1
Tricoptera INDET 2		1	0	0
PYCNOGONIDA				
INDET		0	0	1
ECHINODERMATA				
ASTEROIDEA				
<i>Anasterias minuta</i>	Perrier, 1875	6	1	1
OPHIUROIDEA				
<i>Ophiactis asperula</i>	(Philippi, 1858)	4	0	0
ECHINOIDEA				
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	(Philippi, 1857)	0	0	3
HEMICHORDATA				
INDET		0	0	2
BRYOZOA				
INDET		Pte.	Pte.	Pte.

Asociaciones del macrozoobentos discriminadas por sitio Punta Piedras (PP)

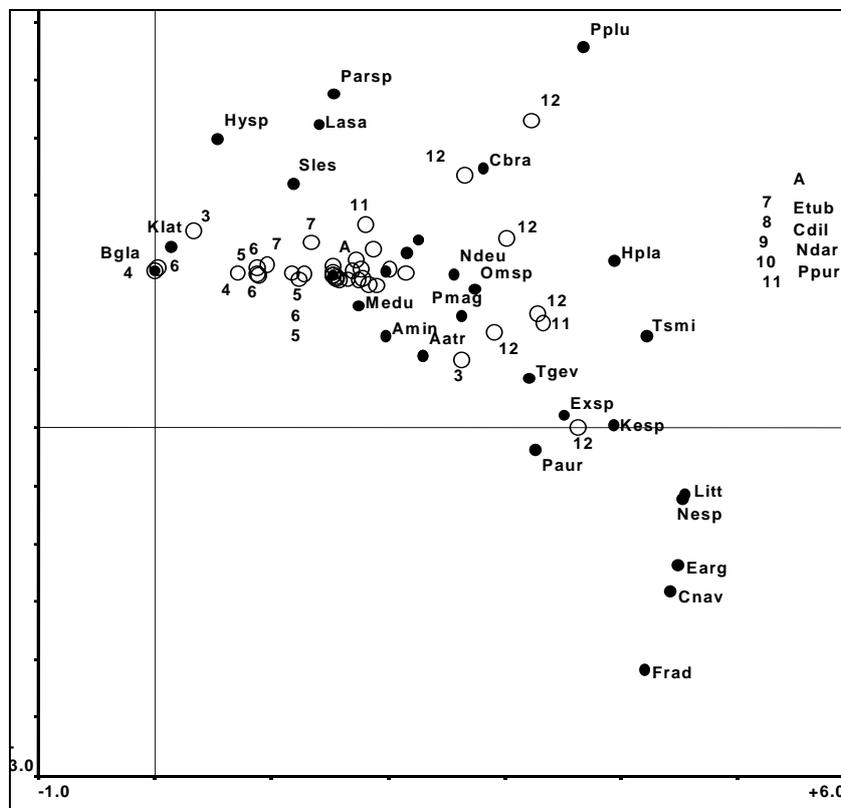
Del análisis de correspondencias sobre la matriz de muestras por especies se obtuvo que los ejes primero y segundo explican, el 25,3% y 33,6% respectivamente, la varianza de la relación muestras-especies. El diagrama de ordenación y la clasificación UPGMA indicaron tres asociaciones entre los pisos de

los horizontes y las especies allí encontradas (Fig. 2). El análisis de dominancia para un porcentaje de abundancia del 80 %, definió las especies que componen las siguientes asociaciones: Asociación I: altura menor a 1,09 m (infralitoral): la larva del quironómido *Clunio brasiliensis*, el isópodo *Exosphaeroma* sp., el caracol *Pareuthria plumbea* y el mitílido *Mytilus edulis platensis*.

Asociación II: altura entre 1,09 y 2,53 m (mesolitoral inferior): el mitílido *Perumytilus purpuratus*, el caracol *P. plumbea* y el caracol *Eatoniella argentinensis*.

Asociación III: altura entre 2,54 y 3,97 m (mesolitoral medio): *P. purpuratus* y el cirripedio *Balanus glandula*.

Fig. 2: Diagrama de ordenación por análisis factorial de correspondencias para las unidades muestrales de punta Piedras.



Referencias: muestras, **N**: nivel, **M**: muestra; especies, **Hysp**: *Hyadesia* sp., **Klat**: *Kerguelenella lateralis*, **Bgla**: *Balanus glandula*, **Ppur**: *Perumytilus purpuratus*, **Ndar**: *Netastoma darwinii*, **Cdil**: *Crepidula dilatata*, **Etub**: *Edotia tuberculata*, **Medu**: *Mytilus edulis platensis*, **Amin**: *Anasterias minuta*, **Aatr**: *Aulacomya atra atra*, **Pplu**: *Pareuthria plumbea*, **Cbra**: *Clunio brasiliensis*, **Ndeu**: *Nacella (Patinigera) deurata*, **Omosp**: *Omalogyra* sp., **Pmag**: *Pseudechinus magellanicus*, **Hpla**: *Halicarcinus planatus*, **Tsmi**: *Turbonilla smithi*, **Tgev**: *Trophon geversianus*, **Exsp**: *Exosphaeroma* sp., **Kesp**: *Kellya* sp., **Paur**: *Plaxiphora aurata*, **Litt**: Lithorinidae, **Nesp**: *Neolepton* sp., **Earg**: *Eatoniella argentinensis*, **Cnav**: *Carditella naviformis*, **Frad**: *Fisurella radiosa*

Punta Maqueda (PM)

Del análisis de correspondencias sobre la matriz de muestras por especies, se obtuvo que los ejes primero y segundo explican el 33,2% y 47,8% respectivamente, la varianza de la relación muestras-especies.

Complementariamente, el análisis de dominancia para un porcentaje de abundancia del 80 %, señaló la presencia de tres asociaciones coincidentes con los siguientes pisos de los horizontes (Fig. 3):

Asociación I: altura menores a 2,53 m (mesolitoral inferior e infralitoral): la cholga *Aulacomya atra atra*, el quironómido *C. brasiliensis* y la almeja *Lasaea* sp.

Asociación II: altura entre 1,10 y 5,42 m, (mesolitoral superior, medio e inferior): *P. purpuratus*, *Lasaea* sp. y *C. brasiliensis*.

Asociación III: altura entre 2,53 y 5,42 m (mesolitoral superior y medio): *P. purpuratus*, *Siphonaria lessoni* y *C. brasiliensis*.

Playa Agüero (PA)

Del análisis de correspondencias para la matriz de muestras por especies

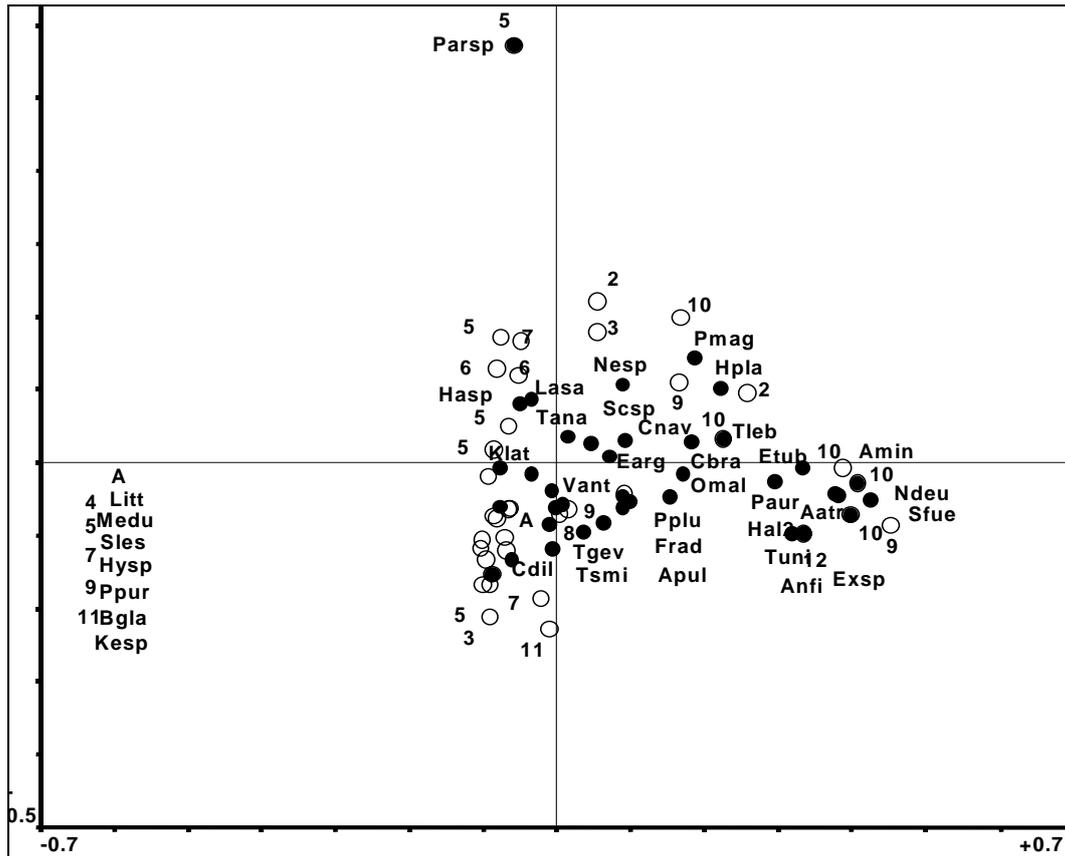
se obtuvo que los ejes primero y segundo explican el 31,1% y 51,9%, respectivamente la varianza de la relación muestras-especies. Parcialmente, podemos señalar una clara separación entre las unidades muestrales de tres asociaciones (Fig. 4). El carácter complementario de la técnica de agrupamiento señaló un resultado similar al obtenido con el análisis factorial de correspondencias. Las asociaciones encontradas son las siguientes:

Asociación I: altura menor a 0,30 m (infralitoral): el pequeño caracol (*Eatoniella argentinensis*), cholga (*Aulacomya atra atra*), almejas filia. Veneroidea, mejillón (*Mytilus edulis*) y mejillín (*Perumytilus purpuratus*).

Asociación II: altura entre 0,30 y 1,08 m (infralitoral): larva de quironómido (*C. brasiliensis*), *E. argentinensis*, un ácaro (*Parasitiphis* sp.) y *P. purpuratus*.

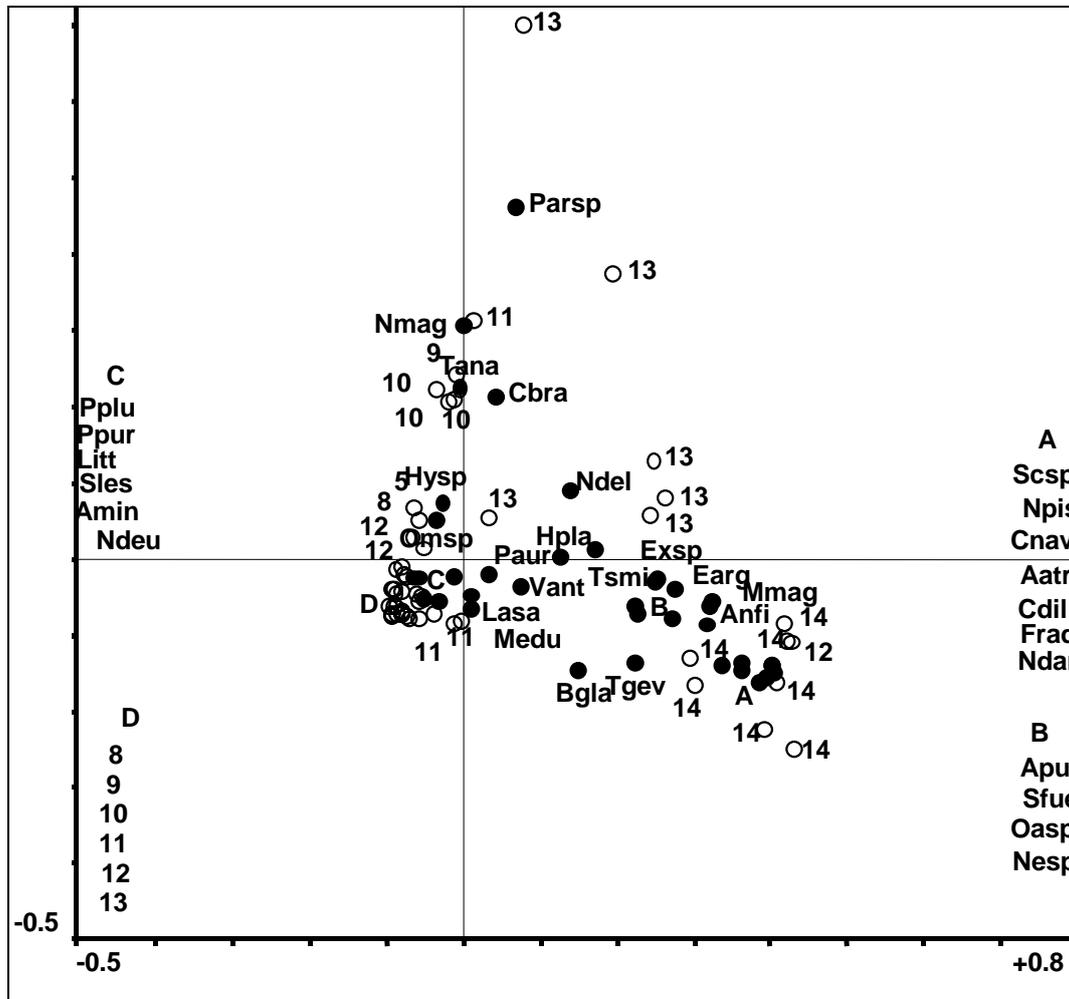
Asociación III: altura entre 1,09 y 2,52 m (mesolitoral inferior): *P. purpuratus* y *C. brasiliensis*.

Fig. 3: Diagrama de ordenación por análisis factorial de correspondencias para las unidades muestrales de punta Maqueda.



Referencias: muestras, **N:** nivel, **M:** muestra; especies, **Parsp:** *Parasitiphis* sp., **Nesp:** *Neolepton* sp., **Pmag:** *Pseudechinus magellanicus*, **Hpla:** *Halicarcinus planatus*, **Lasa:** *Lasaea* sp., **Tana:** Tanaidaceos, **Scsp:** *Scissurella* sp., **Cnav:** *Carditella naviformis*, **Tleb:** *Tonicia lebruni*, **Hasp:** *Halozoetes* sp., **Earg:** *Eatoniella argentinensis*, **Cbra:** *Clunio brasiliensis*, **Omsp:** *Omalogyra* sp., **Vant:** *Venus antiqua*, **Klat:** *Kerguelenella lateralis*, **Pplu:** *Pareuthria plumbea*, **Frad:** *Fisurella radfiosa*, **Apul:** *Ataxocerithium pullium*, **Tgev:** *Trophon geversianus*, **Cdil:** *Crepidula dilatata*, **Tsmi:** *Turbonilla smithi*, **Litt:** Littorinidae, **Medu:** *Mytilus edulis platensis*, **Sles:** *Siphonaria lessoni*, **Hysp:** *Hyadesia* sp., **Ppur:** *Perumytilus purpuratus*, **Bgla:** *Balanus glandula*, **Kesp:** *Kellya* sp., **Etub:** *Edotia tuberculata*, **Amin:** *Anasterias minuta*, **Paur:** *Plaxiphora aurata*, **Ndeu:** *Nacella (Patinigera) deurata*, **Sfue:** *Subonoba fuegoensis*, **Aatr:** *Aulacomya atra atra*, **Exsp:** *Exosphaeroma* sp., **Hal2:** Halacaridae2, **Tuni:** Tunicado, **Anfi:** Anfiboda.

Fig. 4: Diagrama de ordenación por análisis factorial de correspondencias para las unidades muestrales de playa Agüero.



Referencias: muestras, **N:** nivel, **M:** muestra; especies, **Parsp:** *Parasitiphis* sp., **Nmag:** *N. magellanica*, **Tana:** Tanaidaceos, **Cbra:** *Clunio brasiliensis*, **Hysp:** *Hyadesia* sp., **Omsp:** *Omalogyra* sp., **Ndel:** *Nacella delicatissima*, **Hpla:** *Halicarcinus planatus*, **Paur:** *Plaxiphora aurata*, **Vant:** *Venus antiqua*, **Exsp:** *Exosphaeroma* sp., **Tsmi:** *Turbonilla smithi*, **Earg:** *Eatoniella argentinensis*, **Mmag:** *Mathilda magellanica*, **Anfi:** Anfipodos, **Lasa:** *Lasaea* sp., **Medu:** *Mytilus edulis platensis*, **Bgla:** *Balanus glandula*, **Tgev:** *Trophon geversianus*, **Scsp:** *Scissurella* sp., **Npis:** *Nucula pisium*, **Cnav:** *Carditella naviformis*, **Aatr:** *Aulacomya atra atra*, **Cdil:** *Crepidula dilatata*, **Frad:** *Fisurella radiosa*, **Ndar:** *Netastoma darwinii*, **Apul:** *Ataxocerithium pullium*, **Sfue:** *Subonoba fuegoensis*, **Oasp:** *Ophiactis asperula*, **Nesp:** *Neolepton* sp., **Pplu:** *Pareuthria plumbea*, **Ppur:** *Perumytilus purpuratus*, **Litt:** Littorinidae, **Sles:** *Siphonaria lessoni*, **Amin:** *Anasterias minuta* y **Ndeu:** *Nacella (Patinigera) deurata*.

Diferencias en la comunidad entre sitios

El análisis de la varianza de una entrada para el índice de riqueza específica (S) y para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), señaló diferencias significativas para los sitios evaluados (S: F = 9,7; p<0,001; H': F = 3,3; p<0,01). Las comparaciones *a posteriori* dan como resultado un incremento significativo (p<0,001) tanto en el número de especies como en H' para los sitios de P. Maqueda respecto de P. Piedras y P. Agüero. No se encontraron diferencias significativas en el índice de Pielou (F = 0,07; p>0,05) para los tres sitios (Tabla II).

El nMDS y el análisis de similitud (ANOSIM) aislaron claramente a los distintos sitios en el horizonte infralitoral, indicando la existencia de una composición diferente del macrozoobentos (Prueba global R = 0.618, p = 0.001). Con respecto al horizonte mesolitoral, la ordenación separó las muestras correspondientes a Punta Maqueda en tanto que no hubo separación neta entre Piedras y Agüero (Tabla III). Las muestras de P. Piedras para los dos horizontes presentaron una considerable variación (Fig. 5). Las asociaciones son consistentes con los agrupamientos de las muestras obtenidas por UPGMA.

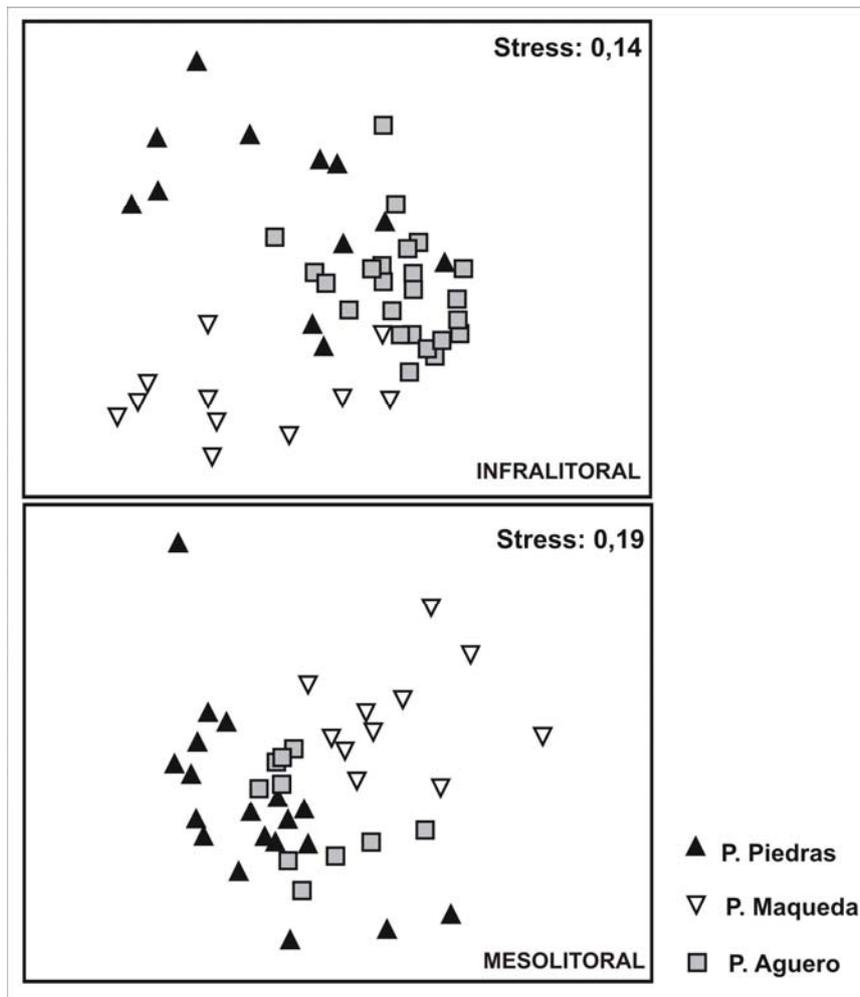
Tabla II: Índices de diversidad. Media ± 0.95 límites de confianza (N).

Sitio	S	H'	J
Punta Piedras	6,60 ± 0,57 (35)	0,84 ± 0,07 (35)	0,48 ± 0,02 (35)
Punta Maqueda	10,11 ± 0,58 (34)	1,10 ± 0,08 (34)	0,49 ± 0,03 (34)
Playa Agüero	7,80 ± 0,47 (51)	0,95 ± 0,06 (51)	0,47 ± 0,02 (51)

Tabla III: Comparación pareada del análisis de similitud (ANOSIM) entre punta Piedras (PP), Punta Maqueda (PM) y playa Agüero (PA) para cada horizonte. La probabilidad ajustada por la corrección de Bonferroni es $\alpha/3 = 0,017$

	Infralitoral		Mesolitoral	
	R	p	R	p
PP vs PM	0.606	0.001	0.498	0.001
PP vs PA	0.539	0.001	0.08	0.144
PM vs PA	0.726	0.001	0.351	0.001

Fig. 5: Análisis de ordenación (nMDS) para los sitios de P. Piedras, P. Maqueda y P. Agüero, en los horizontes mesolitoral e infralitoral



El análisis de similitud (SIMPER) sobre los datos transformados permitió la evaluación de las especies que contribuyeron a la distancia entre los sitios en sus correspondientes horizontes.

En el horizonte infralitoral, las abundancias de *P.purpuratus*, *A. atra atra* y *C. brasiliensis*, tienen grandes influencias en el porcentaje de disimilaridad entre los sitios. Las especies que discriminaron PP de PM fueron *P. purpuratus*, *A. atra atra*, *C. brasiliensis*, *Lasaea* sp y ácaros; estas especies fueron mas abundantes en PM. Las especies que discriminaron PP de PA fueron *P. purpuratus*, *C. brasiliensis*, *M. edulis* y *Exosphaeroma* sp.; siendo las tres primeras mas abundantes en PA. Las especies que discriminaron PM de PA fueron *P. purpuratus*, *A. atra atra*, *C. brasiliensis*, ácaro y *Lasaea* sp; siendo la primera mas abundante en PA y *A. atra atra* y *C. brasiliensis* en PM.

En el horizonte mesolitoral, las abundancias de *P. purpuratus*, *Lasaea* sp y *B. glandula*, tienen amplias influencias en el porcentaje de disimilaridad entre los sitios. Las especies que diferenciaron PM de PP fueron *P. purpuratus*, *B. glandula*, *Lasaea* sp, *C. brasiliensis* y *S. lessoni*, siendo las dos primeras mas abundantes en PP. La diferencia encontrada entre PA y PM se debe a la contribución de *P. purpuratus*, *C. brasiliensis*, *Lasaea* sp. y *E. argentinensis*; las dos primeras fueron mas abundantes en PA.

Las curvas K de Dominancia sobre abundancia de especies para los tres sitios estudiados mostraron que la dominancia fue mayor en el sitio de Playa Agüero en los horizontes infralitoral y mesolitoral (Fig. 6). La dominancia es

mínima en Punta Maqueda, sitio de mayor diversidad y riqueza específica (Tabla II).

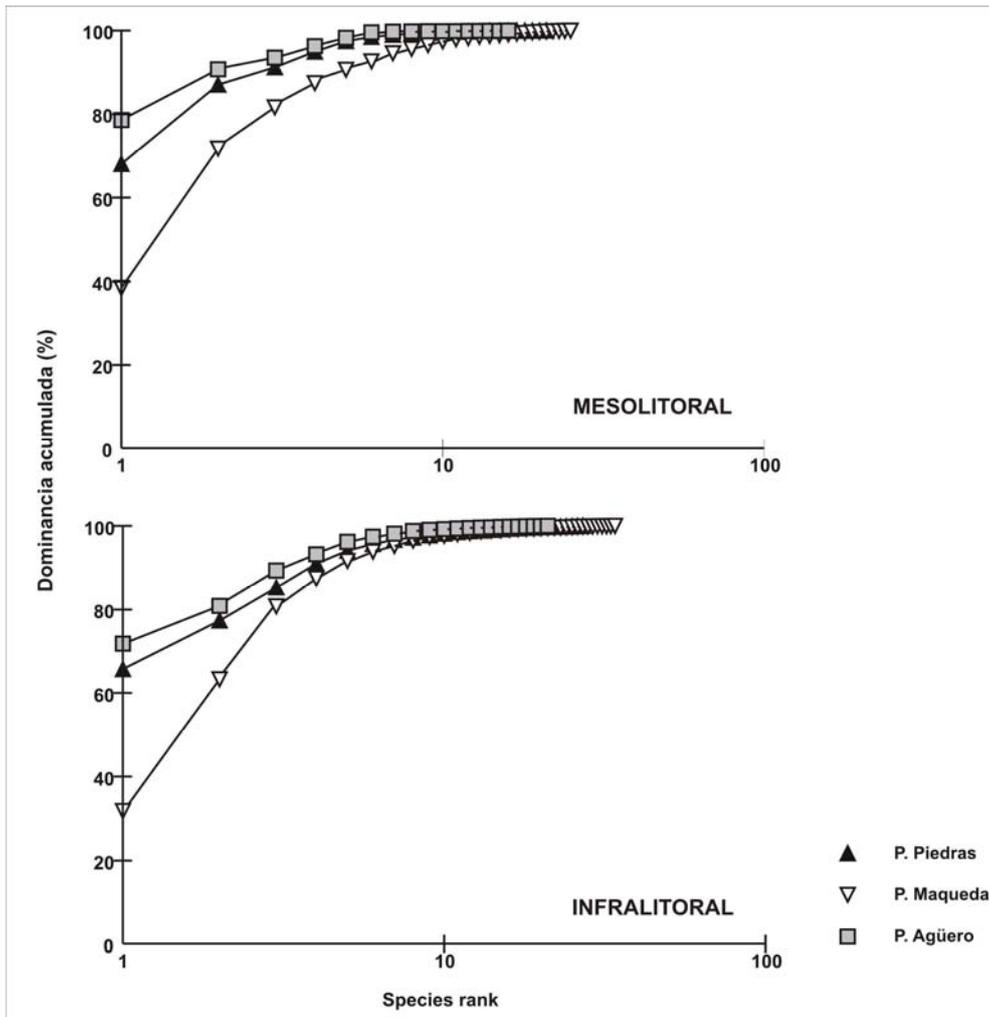
DISCUSION Y CONCLUSIONES

Este estudio provee información cuantitativa sobre los patrones de distribución del macrozoobentos litoral en la costa central del Golfo San Jorge. Los organismos de las distintas comunidades del bentos litoral no han sido estudiados bajo el punto de vista biocenológico. Al no existir trabajos de referencia para el Golfo San Jorge las localidades estudiadas más cercanas resultan ser los Golfos San José y Nuevo (Olivier, *et al.*, 1966b) y la Ría Deseado (Zaixso & Pastor, 1977; Otaegui & Zaixso, 1974).

En las costas rocosas de la Patagonia la zona litoral presenta una comunidad compleja denominada por lo general mejillinar. Este nombre hace referencia a la dominancia en algunas facies de esta comunidad, del mitilido *P. purpuratus*. En la ría Deseado se utilizó el nombre de comunidad epilítica mesolitoral para este tipo de comunidad, debido a que la misma presenta distintas facies y en algunas de ellas los mejillines no son el organismo dominante; estas facies se hallan en función del nivel del intermareal, tipo de sustrato e inclinación del mismo. (Zaixso & Pastor, 1977).

El litoral rocoso de la zona estudiada está dominado por *P. purpuratus*, *M. edulis platensis*, *A. atra atra*, y *C. brasiliensis*. Los patrones de zonificación observados caracterizan al infralitoral por la presencia de un cinturón de algas, hecho ampliamente registrado en otras regiones (Peres, 1961; Klavestad & Klavestad, 1963; Olivier *et al.*, 1966a, Zaixso & Pastor, 1977) y asociado a este *M. edulis platensis* y *A. atra atra*.

Fig. 6: Dominancia acumulada para punta Piedras, punta Maqueda y playa Agüero en los horizontes mesolitoral e infralitoral.



El horizonte mesolitoral en cambio esta dominado principalmente por la presencia de *P. purpuratus*. Según Lanas y Rico (2005) en una costa abierta de Comodoro Rivadavia el intermareal inferior se encuentra casi exclusivamente ocupado por el alga roja *Corallina officinalis* y en menor proporción por *Aulacomya atra atra* y *Perumytilus purpuratus*; mientras que *B. glandula* y *P. purpuratus* presentan mayor densidad en el intermareal medio.

El análisis multidimensional (nMDS) y la prueba de ANOSIM revelan diferencias en la estructura de las comunidades entre los sitios para los horizontes infralitoral y mesolitoral.

En el infralitoral Punta Maqueda difiere de los otros dos sitios debido a la mayor abundancia de *Lasaea* sp., ácaros, cholga *A. atra atra* y del quironómido *C. brasiliensis*. Si bien *Lasaea* sp. se considera indicador de niveles superiores (Oldfield, 1964; McGrath & Ó Foighil, 1987), hemos encontrado que se extiende hasta niveles inferiores. En Playa Agüero las diferencias se deben a una mayor abundancia del mejillín, *P. purpuratus* (y en menor grado *C. brasiliensis* y *M. edulis platensis*). En Punta Piedras fueron la baja abundancia del mejillín y del quironómido y la alta abundancia del isópodo *Exosphaeroma* sp., las que dieron las diferencias.

En el mesolitoral se encontró una menor variabilidad en la composición de las comunidades. Solo se encontraron diferencias entre Punta Maqueda y Playa Agüero y entre Punta Maqueda y Punta Piedras. El mesolitoral de Punta Maqueda difiere de los otros dos sitios debido a una menor abundancia del mejillín y a una mayor abundancia de *Lasaea* sp., *C. brasiliensis* y *S. lessoni*. Mientras que el

cirripedio *B. glandula* discriminó a Punta Piedras.

Tanto los índices de diversidad, las curvas de dominancias y los análisis multivariados muestran la existencia de una variabilidad espacial en las comunidades en los diferentes horizontes. Estas diferencias podrían deberse a diversos factores como: exposición al oleaje, fisonomía de la playa (disturbios originados por influencia de arena o canto rodado), contaminación por efluentes, influencia de descargas de agua dulce (Arroyo La Mata) y/o diferencias en el reclutamiento.

La restinga es una zona de alta energía teniendo en cuenta la exposición al oleaje y la extensión vertical. El disturbio producido por el oleaje provee de sustrato a los individuos de *B. glandula*, zona originariamente dominada por *P. purpuratus* (Lanas & Rico, 2005).

En Punta Maqueda, se halló la mayor diversidad, es una zona de poca actividad antrópica, con una restinga extensa y una pequeña playa de arena en cercanías.

Punta Piedras posee una amplia restinga con una fuerte exposición al oleaje dado la fisonomía de la playa, con influencia de arena y con el aporte proveniente del arroyo La Mata. Los resultados mostraron una considerable variación en las muestras del mesolitoral, una menor diversidad y un mayor estrés ambiental.

AGRADECIMIENTOS:

Se agradece al Lic. Héctor Zaixso, Lic. Elena Gómez Simes, Dr. Pablo Martínez y Dr. Diego Zelaya por su colaboración en la determinación del material. Al Dr. Juan José López Gappa por la lectura crítica del manuscrito. Al Técnico Edmundo Ivany, a los alumnos

Matías Tourné, Lucas Casali, Gabriela Martínez y Marina Acosta por la colaboración en el análisis de las muestras. Al Sr. Marcelo Sosa por la elaboración del mapa. Al Director del CADACE Juan Heupel, por su colaboración en el muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Balzi, P. & Muniain, C. 1992. Colonización de sustratos mesolitorales en la zona de Comodoro Rivadavia, Seminario de Licenciatura (inédito), 107 pp.
- Boraso de Zaixso, A. 1998. *Porphyra columbina* (Rhodophyta). II. Estadios de desarrollo en Punta Maqueda (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Physis* Secc. A, **55** (128-129): 9-15.
- Boraso de Zaixso, A. & Zaixso, H. 1998. *Porphyra columbina* Montagne (Rodophyta). I. Morfología y distribución vertical en Punta Maqueda (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Physis* Secc.A, **55** (128-129): 1-7.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **27**: 325-349.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, United Kingdom, 144 pp.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2001. PRIMER v.5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth, 91 pp.
- Feruglio, E. 1950. Descripción geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires. **2**: 1-349.
- Field, J.G., Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 37-52.
- Ingólfsson, A. 2005. Community structure and zonation patterns of rocky shores at high latitudes: and interocean comparison. *J. Biogeogr.*, **32**: 169-182.
- Klavestad, I.J. & Klavestad, N. 1963. The natural history of the hardangerfjord. 4. The benthic algal vegetation. *Sarsia*, **9**: 1-99.
- Lanas, P. & Rico, A. 2005. Distribución y aspectos ecológicos de *Balanus glandula* (Ciripedia, Toracica) en una costa abierta de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina). *Naturalia Patagónica*, **2**: 15-31.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1979. *Ecologie Numérique*. V.2. La structure des données écologiques. Masson, Paris & Presses de l'Université du Québec, 254 pp.
- Little, C. & Kitching, J.A. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University Press, Oxford, 240 pp.
- López Gappa, J.J., Tablado, A. & Magaldi, N.H. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **63**: 163-175.
- López Gappa, J.J., Tablado, A. & Magaldi, N.H. 1993. Seasonal changes in an intertidal community affected by sewage pollution. *Environ. Pollut.*, **82**: 157-165.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York, 337 pp.

- McGrath, D. & Ó Foighil, D. 1987. Population dynamics and reproduction of hermaphroditic *Lasaea rubra*. *Ophelia* **25**:209-219
- Magurran, A.E. 1991. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London, 179 pp.
- Oldfield, E. 1964. The reproduction and development of some members of the Erycinidae and Montacutidae (Mollusca, Eulamellibranchiata). Proc. Malacological Society London. **36**:79-120.
- Olivier, S.R., Escofet, A., Orensanz, J.M., Pezzani, S.E., Turro, A.M. & Turro, M.E. 1966. a- Contribución al conocimiento de las comunidades bénticas de Mar del Plata. I. El litoral rocoso entre Playa Grande y Playa Chica. *An. Comn. Invest. Cient. Prov. B. Aires.*, **7**: 185-206.
- Olivier, S.R., Kreibhom de Paternóster, I. & Bastida, R. 1966. b- Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). *Bol. Inst. Biol. Mar.*, **10**: 74 pp.
- Otaegui, A.V. & Zaixso, H.E.. 1974. Distribución vertical de los moluscos marinos del litoral rocoso de la Ría de Puerto (Santa Cruz, Argentina). Una guía para reconocer los distintos pisos y horizontes litorales. *Physis Secc. A*, **33**: 321-334.
- Paine, R.T. 1994. Marine rocky shores and community ecology: and experimentalist's perspective. Ecology Institute, Northbunte, 159 pp.
- Penchaszadeh, P.E. 1973. Ecología de la comunidad del mejillín (*Brachydontes rodriguezi* D'Orb) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina): El proceso de recolonización. *Physis Secc. A.*, **32**: 51-64.
- Perales, S. 2005. Distribución y características biológicas de *Blidingia minima* (Chlorophyta) en Punta Maqueda (Golfo San Jorge). *Naturalia Patagónica*, **2**: 175-180.
- Peres, J.M. 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie benthique. Presses Universitaires de France, Paris, 541 pp.
- Pérez, L.B. 2005. Estudio sobre algunas Chordariales en Punta Maqueda (Provincia de Santa Cruz). *Naturalia Patagónica*, **1**: 155-158.
- Raffaelli, D. & Hawkins, S.J. 1996. Intertidal ecology. Chapman & Hall, London, 356 pp.
- Rico, A. 2005. Primeras etapas del desarrollo de incrustaciones biológicas sobre sustratos intermareales y submareales en el Puerto de Comodoro Rivadavia (Provincia del Chubut). *Naturalia Patagónica*, **2**: 159-165.
- Sánchez, V. & Zaixso, H.E. 1995. Secuencias de recolonización mesolitoral en una costa rocosa del golfo San José (Chubut, Argentina). *Naturalia Patagonica*, **3**: 57-83.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, **102**: 243-282.
- Servicio de Hidrografía Naval. 2002. Tabla de mareas, República Argentina. Puertos de la República argentina y algunos Puertos de Brasil, Uruguay y Chile, 550 pp.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1997. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research, Third Edition, W. H. Freeman & Company, New York, 887 pp.

- Sneath, P.H.A. & Sokal, R.R. 1973. Numerical Taxonomy, W.H. Freeman and Co, San Francisco, 513 pp.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows software for canonical community ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, New York), 352 pp.
- Zaixso, H.E. & Pastor, C.T. 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitílidos de la Ría Deseado. Distribución y análisis biocenótico. *Ecosur*, **4**: 1-46.
- Zaixso, H.E., Boraso, A. & López Gappa, J.J. 1978. Observaciones sobre el mesolitoral rocoso de la zona de Ushuaia (Tierra del Fuego) Argentina. *Ecosur*, **5**: 119-130.
- Zaixso, H.E., Vidal, A. & Lizarralde, Z.I. 1994. Recolonización en un poblamiento de mitílidos del mesolitoral inferior del golfo San José (Chubut, Argentina). *Naturalia Patagonica, Cs. Biol.*, **2**: 71-81.
- Zaixso, H.E., Lizarralde, Z.I., Pastor, C.T., Gómez Simes, E., Romanello, E. & Pagnoni, G. 1998. Distribución espacial del macrozoobentos submareal del Golfo San José (Chubut, Argentina). *Rev. biol. mar. oceanogr.*, **33**: 43-72.

CONTENIDO DE COLESTEROL EN MARISCOS COMERCIALES PATAGÓNICOS

Cholesterol content in comercial Patagonian seafood.

Crovetto, Cecilia; Varisco, Martín; Barrientos Eunice; Sánchez Eduardo; Risso, Susana. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Bioquímica, Ciudad Universitaria Km 4, (9000). Comodoro Rivadavia, Chubut-ARGENTINA. e-mail: srisso@unpata.edu.ar

RESUMEN

En las zonas costeras los peces y moluscos son parte importante de la dieta de grandes grupos poblacionales. Con el objetivo de contribuir a las tablas de composición de alimentos regionales argentinos y, dada la importancia del consumo de lípidos en nuestra dieta, la determinación de colesterol en cuatro especies de mariscos que se encuentran en la zona de Comodoro Rivadavia tiene especial significación, ya que permitirá realizar recomendaciones a la población, respecto a su consumo. Los valores obtenidos de colesterol varían estacionalmente y los máximos fueron en carne cocida: mejillón (69,03 mg %) en primavera, sombrerito (87,10 mg %) en verano, calamar (85,96 mg %) en otoño y langostino (38,96 mg %) en verano. Este trabajo es una contribución al conocimiento del aporte dietario de colesterol de mariscos marinos patagónicos.

Palabras clave: colesterol – lípidos - composición química - mariscos comerciales.

ABSTRACT

Seafood in Patagonian coast are an important part of the diet of great population groups. To make a contribution to Argentine Food Composition Table cholesterol was determined in tissues from four species of seafood that are usually found in Comodoro Rivadavia coast. This study will recommend the amount to consume. Cholesterol values had seasonal change in cooked flesh. The maximum value was: for mussel (69,03 mg %) in spring, for limpets (87,10 mg %) in summer, for squid (85,96 mg %) in autumn and for shrimp (38,96 mg %) in summer. This is a contribution to cholesterol knowledge of Patagonian seafood.

Key words: cholesterol- fat- chemical composition - seafood.

INTRODUCCION

En las zonas costeras de nuestro país los mariscos son parte de la dieta de grupos poblacionales. En las tablas nacionales de composición de alimentos existe escasa información de los nutrientes de mariscos marinos de nuestro país. Muchas de estas especies son apreciadas a nivel nacional e internacional por la exquisita palatabilidad de su carne.

El estudio de lípidos en especies marinas posee gran interés a nivel mundial, por sus conocidos efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades coronarias aterogénicas, como también por los efectos antioxidantes de sus ácidos grasos insaturados (Dyerberg, 1986; Glomset, 1985; Herald y Kinsella, 1986; Egeland y Middaugh, 1997).

El colesterol es un importante precursor de enfermedades aterogénicas (infartos y/o accidentes cerebrovasculares) (Mazza, 1998). Un adulto normal sintetiza de 1,2 a 2,0 g por día, e ingiere otros 0,3 g por día con los alimentos (Gómez et al., 1995). Se encuentra principalmente en alimentos de

origen animal como el huevo, la carne, el hígado y el cerebro que contienen cantidades considerables de colesterol (Souci et al., 1989). En presencia de suficiente cantidad de sales biliares el colesterol de la dieta se absorbe un 30 a 70 % (Ravai, 1989).

Los mariscos reciben una reputación equivocada de poseer alto contenido en colesterol. Esto es debido a los métodos utilizados para su determinación, donde también cuantifican sustancias semejantes al colesterol y por lo tanto dan resultados falsamente elevados (Cason, 2000).

La mayoría de las especies capturadas en el golfo San Jorge no se poseen datos de colesterol, composición química, minerales ni ácidos grasos.

Los resultados serían un aporte valioso a las tablas de composición de alimentos nacionales y al rótulo nutricional de estos productos.

La abundancia de estas especies en nuestro litoral marítimo y la carencia de datos nacionales acerca de su composición en colesterol, justifican la importancia del estudio de colesterol en mariscos patagónicos como mejillón

(*Mytilus edulis*), sombrerito (*Patinigera magellanica*), calamar (*Illex argentinus*) y langostino (*Pleoticus muelleri*) en distintas épocas del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras

La cantidad de ejemplares fue de 25 mejillones y sombreritos, 10 calamares y 30 langostinos por estación. Los dos primeros fueron recolectados durante la bajamar en Punta Maqueda, situado a 46° 01' LS y 67° 34' LW, en el golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz.

Los calamares y langostinos se obtuvieron de la pesca comercial del golfo San Jorge (Departamentos de Escalante, provincia de Chubut y Deseado, provincia de Santa Cruz), entre los 45° S y 46° S por la flota de barcos de rada o ría, que operan diariamente, en el Puerto de Comodoro Rivadavia (45° 51' S y 46° 27' W, Chubut, Argentina). El arte de pesca empleado para la captura de estos ejemplares, fue la red de arrastre de fondo con portones, con luz de malla 120 mm.

Tratamiento y preparación de las muestras

Todas las especies estudiadas se trasladaron refrigeradas al laboratorio. Los ejemplares de cada especie fueron medidos y pesados. La longitud se determinó con calibre de precisión 0,1 mm. El peso se obtuvo con balanza de 2 decimales de precisión y se expresó en gramos (g).

La muestra fue cocida en agua caliente durante 10 minutos. De la carne se obtuvo un homogeneizado que se guardó en freezer, a - 20° C, en recipientes de plástico, hasta el momento de ser procesadas para las determinaciones correspondientes.

Determinaciones

La determinación de colesterol en carne cocida se realizó por el método enzimático (Trinder, 1969). Los resultados se expresaron como mg de colesterol en 100 g de carne.

Conjuntamente se realizó la determinación de lípidos totales por el método de Bligh & Dyer (1959) y humedad por el método A.O.A.C (1990).

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Con los resultados obtenidos se realizaron análisis estadísticos de análisis de la varianza y test no paramétricos de Tukey y Kramer (Sokal & Rohlf, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las medidas morfométricas promedio fueron variables a lo largo del año. La mayor longitud para el mejillón fue en invierno (61,25 cm), sombrerito en primavera (35,42 cm), calamar en verano (43,83 cm) y langostino en otoño (17,07 cm). La variación más amplia de longitud se observó en calamar y la menor en langostino.

Las variaciones de la composición química de la carne de peces y mariscos, en particular la grasa, están muy relacionadas con la alimentación, la migración y principalmente con el desove, donde se produce un gasto energético importante (Marquez, et al., 1996; de Vido 1984).

Los lípidos totales de estas especies fueron menores a 2,37 % por lo tanto se podrían considerar magras según la "clasificación técnica de pescados y mariscos" (Bertullo, 1975) y aunque sufren variaciones durante las distintas estaciones del año, no llegan a ser significativas ($p < 0,05$), pero sí respecto a los valores de colesterol (**Tabla II**).

Tabla I. Medidas morfométricas \pm desviación estándar de mejillón, sombrerito, calamar y langostino en las distintas épocas del año 2005-2006..

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Mejillón				
Longitud (cm)	57,23 \pm 4,5	52,00 \pm 4,0	53,40 \pm 4,6	61,25 \pm 2,9
Ancho (cm)	29,40 \pm 3,7	24,10 \pm 2,3	25,00 \pm 2,3	28,30 \pm 1,5
Alto (cm)	24,36 \pm 2,3	20,90 \pm 2,0	20,60 \pm 1,9	23,15 \pm 2,7
Peso (g)	12,48 \pm 1,1	13,51 \pm 4,0	12,78 \pm 2,7	15,62 \pm 2,1
Sombrerito				
Longitud (cm)	35,42 \pm 4,8	32,68 \pm 3,2	33,00 \pm 4,3	34,72 \pm 2,7
Ancho (cm)	28,65 \pm 4,4	18,04 \pm 3,5	25,80 \pm 2,2	28,31 \pm 3,0
Alto (cm)	18,42 \pm 5,2	25,90 \pm 2,7	19,16 \pm 2,6	19,75 \pm 2,2
Peso (g)	6,35 \pm 1,8	9,00 \pm 3,1	10,14 \pm 2,1	11,83 \pm 1,7
Calamar				
Longitud (cm)	26,12 \pm 1,5	43,83 \pm 4,1	31,29 \pm 6,9	21,3 \pm 2,1
Peso (g)	183,71 \pm 23,	237,23 \pm 32,6	199,16 \pm 47,8	119,16 \pm 37,1
Langostino				
Longitud (cm)	15,11 \pm 1,4	15,75 \pm 1,3	17,07 \pm 1,2	16,40 \pm 1,0
Peso (g)	28,97 \pm 7,3	24,57 \pm 6,8	35,93 \pm 7,8	34,12 \pm 6,9

Los valores de humedad fueron variables en todas las especies y en las distintas estaciones del año de 70,00 a 83,37 g %: la especie que presentó menor variación fue el langostino y la de mayor variación fue el calamar.

Los valores de lípidos totales no presentaron diferencias significativas en langostino pero si fueron distintos los lípidos de mejillón en invierno, sombrerito en primavera y verano, calamar en verano. Los valores de colesterol

máximos oscilaron para las distintas especies entre 38,96 y 87,10 mg %. Los mayores fueron la carne de sombrerito en verano y calamar en otoño.

El langostino presentó un máximo de contenido de colesterol para la carne cocida de 38,96 mg % en verano. Este valor resulta menor que para la carne cocida del langostino *Pandalus borealis* de Canadá que posee 135 mg % (Krzynowek y Panunzio, 1989). Los valores de humedad y lípidos totales en

las distintas estaciones del año fueron similares a los hallados por Jeckel (1991). En mejillón el mayor valor de colesterol para la carne cocida se obtuvo en primavera, previo al desove, para sombrerito y langostino en verano, y para calamar en otoño, época en que ha concluido el desove de verano (Brunetti et al., 1999).

En el patrón electroforético de la carne cruda de otoño e invierno de sombrerito se apreciaron 24 bandas en un rango de masa molecular aparente de 18,60 a 148,80 kDa (Tabla II).

En esta especie se aprecia mayor cantidad de bandas proteicas que no comparte con el mejillón. El PM de estas proteínas es: 106,80; 104,50; 87,50; 76,70; 64,20; 53,80; 41,30; 34,60; 19,50 y 18,60 kDa.

Las bandas para la carne cocida fueron 5 y comparte la proteína de 53,80 kDa con la carne cruda. (TABLA II).

Si bien los patrones electroforéticos de estas especies son diferentes, la carne cruda de mejillón y sombrerito comparten 10 bandas entre sí y también con otros moluscos y peces de la zona estudiados.

Tabla II. Valores promedio de colesterol, humedad y lípidos de carne cocida de mejillón, sombrerito, calamar y langostino, \pm desviación estándar, en las distintas épocas año 2005-2006.

	Colesterol	Humedad	Lípidos
	mg %	g %	g %
Mejillón			
Primavera	69,03 \pm 1,96 ^a	76,64 \pm 0,04 ^a	0,44 \pm 0,03 ^a
Verano	33,93 \pm 5,02 ^b	83,37 \pm 0,11 ^b	0,75 \pm 0,06 ^b
Otoño	22,00 \pm 1,79 ^c	82,92 \pm 0,03 ^c	0,88 \pm 0,05 ^b
Invierno	3,20 \pm 0,39 ^d	82,26 \pm 0,18 ^d	0,23 \pm 0,20 ^a
Sombrerito			
Primavera	13,04 \pm 0,92 ^a	74,00 \pm 0,24 ^a	0,64 \pm 0,03 ^a
Verano	87,10 \pm 4,5 ^b	70,00 \pm 0,25 ^b	2,37 \pm 0,08 ^b
Otoño	20,83 \pm 1,86 ^c	71,90 \pm 0,08 ^c	1,12 \pm 0,06 ^c
Invierno	8,70 \pm 1,28 ^d	72,48 \pm 0,14 ^d	1,22 \pm 0,09 ^c
Calamar			
Primavera	4,14 \pm 0,76 ^a	80,48 \pm 0,27 ^a	1,83 \pm 0,25 ^{ac}
Verano	1,78 \pm 1,43 ^b	72,21 \pm 0,01 ^b	1,00 \pm 0,12 ^b
Otoño	85,96 \pm 3,20 ^c	76,43 \pm 0,14 ^c	1,81 \pm 0,07 ^{ac}
Invierno	55,81 \pm 1,50 ^d	70,37 \pm 0,15 ^d	1,67 \pm 0,08 ^a
Langostino			
Primavera	1,27 \pm 0,18 ^a	75,88 \pm 0,09 ^{ac}	1,44 \pm 0,06 ^a
Verano	38,96 \pm 1,03 ^b	74,34 \pm 0,05 ^b	1,61 \pm 0,08 ^a
Otoño	27,83 \pm 3,48 ^c	75,34 \pm 0,48 ^a	1,71 \pm 0,02 ^a
Invierno	7,23 \pm 0,74 ^d	76,60 \pm 0,02 ^c	1,51 \pm 0,09 ^a

Estas proteínas de masa molecular aparentemente similar con la tropomiosina, actina F, tropomiosina α -helicoidal, troponina, tropomiosina, actina y proteína M, tienen bandas de masa molecular de (31,60), (39,80), (44,0), (56,30), (61,50), (109,20), (148,80) kDa respec-

tivamente (Risso et al., 2005; Roura et al.,1990).

Comparando los valores promedio de las 4 especies, se observa que el langostino posee el menor valor de colesterol y las otras tres especies presentan valores similares entre sí. (**Tabla III**).

Tabla II. Masa molecular aparente de las bandas encontradas en las muestras crudas y cocidas de verano y otoño de sombrerito.

Número de banda	Distancia (mm)	Muestra cruda Masa Molecular (kDa)	Muestra cocida Masa Molecular (kDa)
1	1	148,80	-----
2	2	142,30	-----
3	6	119,30	-----
4	7	-----	114,10
5	8	109,20	-----
6	8,5	106,80	-----
7	9	104,50	-----
8	12	91,50	-----
9	13	87,50	-----
10	15	80,10	-----
11	16	76,70	-----
12	18	70,20	-----
13	2	64,20	-----
14	21	61,50	-----
15	23	56,30	-----
16	24	53,80	53,80
17	25	51,50	-----
18	26	49,30	-----
19	28	45,10	-----
20	29	43,20	-----
21	30	41,30	-----
22	31	-----	39,50
23	33	-----	36,20
24	34	34,60	-----
25	36	31,70	-----
26	37	-----	30,30
27	47	19,50	-----
28	48	18,60	-----

Diferentes letras dentro de la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Tabla III. Valores de colesterol promedio de las cuatro estaciones del año.

Marisco comestible	Colesterol promedio en carne cocida (mg %)
Mejillón	32,04
Sombrero	32,41
Calamar	36,92
Langostino	18,82

CONCLUSIONES

En conclusión las especies estudiadas aportan valores menores a 100 mg % de colesterol lo cual puede ser considerado como un valor intermedio para la dieta humana respecto a otros alimentos de origen animal.

Este trabajo es una contribución al conocimiento del aporte dietario de colesterol de mariscos marinos patagónicos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods for Analysis. 1990. The A.O.A.C. 15th, Washington D.C.U.S. Government Printing Office: 643-644.
- Bertullo, V. H. 1975. *Tecnología de los productos y subproductos de pesca, moluscos y crustáceos*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina: 168-169.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipids extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.
- Brunetti, N. E.; Ivanovic, M. L. & Sakai, M. 1999. Calamares de importancia comercial en la Argentina. Japan International Cooperation Agency – JICA – Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. Mar del Plata, República Argentina: 21.
- Cason, R. F. 2000. Seafood's low-fat advantage for extending life: Cholesterol and shellfish. <http://www.miamiseafood.com/EXTENDLIFEATSEAFOOD.html>
- De Vido de Mattio, N. 1984. Variación estacional de la composición bioquímica de la vieyra *Chlamys tehuelcha* (d'Orbigny) en el golfo San José. Contrib. Científica Centro Nacional Patagónico (CENPAT), **92**: 5.
- Dyerberg, J. 1986. Linolenate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nut.Rev.*, **44**: 125.

- Egeland, G. M. & Middaugh, J. P. 1997. Balancing fish consumption benefits with mercury exposure. *Science*, **278**: 1904-1905.
- Glomset, J. 1985. Fish fatty acids and human health. *New England J. Med.*, **312**: 1253.
- Gómez del Río, M.E.; Gurevich, N. & Portela M.L. 1995. Nutrición y salud: curso para farmacéuticos. Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires: 61-72.
- Herald, P. & Kinsella, J. 1986. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease: A comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**: 566.
- Jeckel, W. H.; Aizpun de Moreno, J. E. & Moreno, V. J. 1991. Seasonal variations in the biochemical composition and lipids of muscle and carapace in the shrimp, *Pleoticus muelleri*, Bate during the molting cycle. *Comp. Biochem. Physiol.*, 98B, **2/3**: 261-266.
- Krzynowek, J. & Panunzio, L. J. 1989. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. *J Food Science*. **54**, 2: 237 – 239.
- Márquez, M. E.; Casaux, R. J. & Mazzotta, A. S. 1996. Cambios estacionales en la composición química del tejido muscular de *Notothenia rossii*. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, **102**: 22-28.
- Mazza, G. 1998. Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de proceso. Ed. Acribia, Zaragoza, España: 379-399.
- Mazzei, M.; Puchulu, M. & Rochaix, M. 1995. Tabla de composición química de alimentos. (CENEXA) CONICET-Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Ravai, M. 1989. The natural way to a healthier heart. *Nutr. Today* **30**: 173 - 176.
- Sokal, R. & Rohlf, F. 1981. Biometry. Freeman and Co., New York, United States: 859.
- Souci, S. W.; Fachman, W. & Kraut, H. 1989. Food composition and nutrition tables 1989/1990. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart, Germany.
- Trinder, P. 1969. *Ann.Clin. Biochem.* **6**: 24.

Naturalia patagónica, 3(2): 45-51 (2007)

PATRÓN ELECTROFORÉTICO COMO MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE MEJILLÓN (*Mytilus edulis*) Y SOMBRERITO (*Patinigera magellánica*)

Electrophoretic pattern as a method to characterize mussel (*Mytilus edulis*) and limpets (*Patinigera magellánica*) meat.

Crovetto, Cecilia A.; Varisco, Martín A.; Cordoba, Osvaldo L.; Risso, Susana J.
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales,
Departamento de Bioquímica, Ciudad Universitaria Km 4, (9000). Comodoro Rivadavia,
Chubut-ARGENTINA. e-mail: srisso@unpata.edu.ar

RESUMEN

Se realizó el patrón electroforético en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) de las proteínas de músculo (pie) de sombrerito y del interior (glándula digestiva, gónadas, músculo) de mejillón para establecer criterios que puedan contribuir a la caracterización de estas especies.

Se analizaron en forma diferencial muestras crudas y cocidas. Se encontraron 9 bandas para muestras de mejillón cocido, 19 bandas para mejillón crudo, 24 bandas para muestras de sombrerito crudo y 5 bandas en las muestras cocidas, cuyas masas moleculares aparentes varían entre 18,60 y 148,80 kDa. No se observó variación estacional del patrón electroforético en las muestras de ambas especies.

Palabras clave: patrón proteico - mejillón- sombrerito- gel electroforesis.

ABSTRACT

Polyacrylamide gel electrophoresis pattern of muscle protein of *P. magellánica* and *M. edulis*, were done to establish criteria for these species characterization. Nine protein banding patterns for boiled mussel, nineteen protein banding for raw mussel, and five for boiled limpets and twenty four for raw limpets were found. They showed apparent mass weight (MW) between 18.67 to 148.80 kDa. No season variation on the electrophoresis pattern for these species were found.

Key words: protein profiles – mussel – limpets - gel electrophoresis.

INTRODUCCION

El patrón electroforético es específico para cada especie ya que las proteínas son codificadas genéticamente y presentan variación y diferencias moleculares. Esto nos permite identificar las diferentes especies. Algunos países contemplan la utilización de estos patrones como método de identificación de las especies empleadas en la alimentación humana (Chen y Hwang, 2002).

La electroforesis en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) es una técnica conveniente y de uso frecuente para la separación de mezclas de proteínas. Permite diferenciarlas según su tamaño molecular (Schägger y von Jagow, 1987; Hames y Rickood, 1990). Ha sido utilizada en trabajos de caracterización de la carne de centolla y langostino (Risso et al, 2005).

El mejillón *Mytilus edulis* y el sombrerito *Patinigera magellanica* son dos mariscos apreciados por las características de textura y sabor de su carne. Su consumo es frecuente en la actividad gastronómica de la región y también a nivel doméstico.

Hasta la realización del estudio se desconocen trabajos publicados sobre la

caracterización electroforética de las proteínas de la carne de mejillón y sombrerito del golfo San Jorge, lo que motivó dicho estudio en estas especies marinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de mejillón y sombrerito estudiados fueron recolectados durante la bajamar en Punta Maqueda, situado a 46° 01' LS y 67° 34' LW, en el golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz.

Para la obtención de las muestras se seleccionaron 25 ejemplares adultos de talla comercial de cada marisco, con el objetivo de obtener un patrón de utilidad bromatológica.

Tratamiento y preparación de las muestras

Los ejemplares de cada especie fueron medidos y pesados. La longitud se determinó con calibre de precisión 0,1 mm. El peso se obtuvo con balanza de 2 decimales de precisión y se expresó en gramos (g).

La longitud y el peso promedio de los individuos fue de 55,9 mm y 13,60 g para mejillón y 33,9 mm y 9,33 g para sombrerito. Parte de la muestra de músculo (pie) de sombrerito y el interior

(glándula digestiva, gónadas, músculo) de mejillón fue cocida en agua caliente durante 10 minutos y el resto permaneció cruda. Se preparó un homogeneizado que se conservó en freezer a -20 °C. Luego ambas fracciones fueron procesadas con buffer fosfato 40 mM, pH 7,4 y centrifugadas durante 5 minutos a 10.000 rpm.

Un volumen de 50 microlitros (μ l) del sobrenadante se mezcló con igual volumen de solución amortiguadora de la muestra (0,5 M Tris HCl pH 6,8, 2% 2-mercaptoetanol, 4% SDS, 20% glicerol y 0,1 % azul de bromofenol) y se incubaron a 90° C durante 3 minutos (Laemmli, 1970; García Segura *et al.*, 1999). Las muestras se sembraron en un gel SDS-PAGE discontinuo, que presenta un primer gel de siembra (staging) cuya concentración de acrilamida es 4%, preparado en buffer 0,1 M Tris HCl pH 6,8 y un segundo gel de resolución (running) cuya concentración de acrilamida es 16 %, preparado con buffer 0,1 M Tris HCl pH 8,8. Se trabajó con un equipo mini Protean II BioRad. El tiempo de corrida fue de 2 h a un voltaje menor a 100 volts. Las bandas proteicas se colorearon con Coomassie Brilliant Blue G 250 y posteriormente se aclararon en un sistema de solventes metanol-acético (Schägger y von Jagow, 1987).

Características del patrón de referencia

El patrón de referencia presenta un amplio rango de masa molecular expresado en kilo Dalton (kDa) que abarca de fosfato deshidrogenasa (36,0); ovoalbúmina (45,0); glutamato

deshidrogenasa (55,0); fosfato quinasa (84,0); seroalbúmina (86,0); fosforilasa b (97,0); galactosidasa (116,0); a miosina (205,0); Sigma. Esto es importante para referenciar en un solo gel la mayor cantidad de bandas proteicas posibles (Risso *et al.*, 2005). De acuerdo a la distancia medida en milímetros (mm) para cada banda y según el gráfico del logaritmo de masas moleculares aparentes versus la distancia recorrida por las proteínas del patrón de referencia se calcularon las masas moleculares aparentes de las proteínas en estudio.

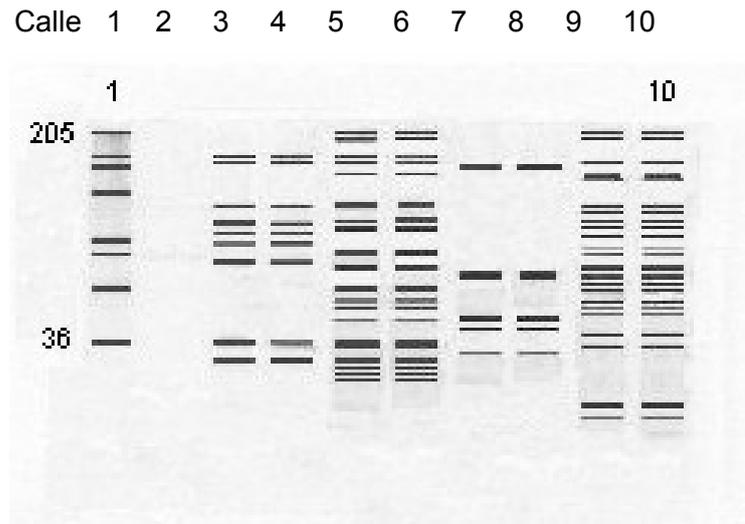
RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se presentan los patrones electroforéticos correspondientes a las distintas muestras analizadas.

En las carnes crudas y cocidas de mejillón y de sombrerito no se apreciaron diferencias en los patrones electroforéticos para las muestras de verano y de otoño. Estudios realizados en otras latitudes no han demostrado variaciones del patrón electroforético para una misma especie en las diferentes estaciones del año estudiadas (Gangar *et al.*, 1996; Risso *et al.*, 2000).

Las masas moleculares aparentes de las proteínas de la carne cruda de mejillón se presentaron en 19 bandas y fueron de 24,30 a 148,80 kDa (TABLA I). Las bandas características del mejillón crudo que no comparte con el sombrerito ni con el músculo esquelético son las de PM 124,7; 39,50; 26,50; 25,40 y 24,30 kDa.

Figura 1. Fotografía del gel de poliacrilamida con las muestras de carne cruda y cocida de otoño y verano de mejillón y sombrerito.



1 y 2: Patrón masa molecular (36,0 - 205,0 kDa) y calle libre

3 y 4: Muestra cocida de otoño y verano de mejillón.

5 y 6: Muestra cruda de otoño y verano de mejillón.

7 y 8: Muestra cocida de otoño y verano de sombrerito.

9 y 10: Muestra cruda de otoño y verano de sombrerito.

En la carne cocida se determinaron 9 bandas de las cuales comparte 5 con la carne cruda y se presentan 4 nuevas causadas por la desnaturalización en el tratamiento térmico (**Tabla I**). La temperatura del proceso de cocción de la

carne afecta a las proteínas cuali y cuantitativamente. Esto determina una desaparición de gran cantidad de bandas y da lugar a la aparición de otras debido a la desnaturalización de las mismas (Civera & Parisi, 1991).

Tabla I. Masa molecular aparente de las bandas de muestras crudas y cocidas de verano y otoño de mejillón.

Numero de banda	Distancia (mm)	Muestra cruda Masa Molecular (kDa)	Muestra cocida Masa Molecular (kDa)
1	1	148,80	-----
2	2	142,30	-----
3	5	124,70	124,70
4	6	119,30	119,30
5	8	109,20	-----
6	12	91,50	91,50
7	15	80,10	-----
8	16	-----	76,70
9	17	73,40	-----
10	18	-----	70,20
11	19	-----	67,20
12	21	61,50	-----
13	22	-----	58,80
14	23	56,30	-----
15	26	49,30	-----
16	28	45,10	-----
17	29	43,20	-----
18	31	39,50	-----
19	36	31,70	31,70
20	39	27,70	27,70
21	40	26,50	-----
22	41	25,40	-----
23	42	24,30	-----

En el patrón electroforético de la carne cruda de otoño e invierno de sombrerito se apreciaron 24 bandas en un rango de masa molecular aparente de 18,60 a 148,80 kDa (**Tabla II**).

En esta especie se aprecia mayor cantidad de bandas proteicas que no comparte con el mejillón. El PM de estas proteínas es: 106,80; 104,50; 87,50; 76,70; 64,20; 53,80; 41,30; 34,60; 19,50 y 18,60 kDa.

Las bandas para la carne cocida fueron 5 y comparte la proteína de 53,80 kDa con la carne cruda. (TABLA II)

Si bien los patrones electroforéticos de estas especies son diferentes, la carne cruda de mejillón y sombrerito comparten 10 bandas entre sí y también con otros moluscos y peces de la zona estudiados. Estas proteínas de masa molecular aparentemente similar con la tropomiosina, actina F, tropomiosina α -helicoidal, troponina, tropomiosina, actina y proteína M, tienen bandas de masa molecular de (31,60), (39,80), (44,0), (56,30), (61,50), (109,20), (148,80) kDa respectivamente (Risso et al., 2005; Roura et al., 1990).

Tabla II. Masa molecular aparente de las bandas encontradas en las muestras crudas y cocidas de verano y otoño de sombrerito.

Número de banda	Distancia (mm)	Muestra cruda Masa Molecular (kDa)	Muestra cocida Masa Molecular (kDa)
1	1	148,80	-----
2	2	142,30	-----
3	6	119,30	-----
4	7	-----	114,10
5	8	109,20	-----
6	8,5	106,80	-----
7	9	104,50	-----
8	12	91,50	-----
9	13	87,50	-----
10	15	80,10	-----
11	16	76,70	-----
12	18	70,20	-----
13	2	64,20	-----
14	21	61,50	-----
15	23	56,30	-----
16	24	53,80	53,80
17	25	51,50	-----
18	26	49,30	-----
19	28	45,10	-----
20	29	43,20	-----
21	30	41,30	-----
22	31	-----	39,50
23	33	-----	36,20
24	34	34,60	-----
25	36	31,70	-----
26	37	-----	30,30
27	47	19,50	-----
28	48	18,60	-----

CONCLUSIONES

El método electroforético SDS-PAGE es una técnica fácil y de rápida ejecución que permite la caracterización de carne cruda y cocida de las especies de mejillón (*M. edulis*) y sombrerito (*P. magellánica*).

BIBLIOGRAFÍA:

Civera, T. & Parisi, E. 1991. The use of sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis for the identification of raw and cooked shrimps and crabs. *Ital. J. Food Sci.* **2**: 149 – 157.

- Chen, T. Y. & Hwang, D. F. 2002. Electrophoretic identification of muscle proteins in 7 puffer species. *Food Chem. and Toxic.* **63** (3): 936 – 942.
- Gangar, V.; Huang, T. S. & Wei, C. I. 1996. Comparison of crabmeat protein patterns by isoelectric focusing. *Food Control* **7** (6): 295 – 307.
- García-Segura, J; Gavilanes, J; Martínez del Pozo, A; Montero, F; Oñadera, M & Vivanco, F. 1999. Técnicas instrumentales de análisis en bioquímica. Ed. Síntesis S. A., Madrid, España, 246.
- Hames, B. D. & Rickwood, D. 1990. Gel electrophoresis of proteins. A practical approach. 2nd. Ed. Oxford University Press, New York: 13.
- Laemmli, U. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage T4. *Rev. Nature* **227**: 680-685.
- Risso, S. J.; Fernández, S.; Ureta, D. B.; Córdoba, O. L.; Sánchez, E. I. & Balzaretti, V. 2000. Estudio de la composición de la carne de la palometa (*Parona signata*). *La Industria Cárnica Latinoamericana* **118**: 40-45.
- Risso, S. J., Ureta D. & Sánchez E. I. 2005. Patrón electroforético como método de caracterización de la carne de langostino (*Pleoticus muelleri*) y centolla (*Lithodes santolla*). *Naturalia Patagónica*, **2** (1): 57-65.
- Roura, S.; Montecchia, C.; Goldemberg, A. L.; Trucco, R. & Crupkin, M. 1990. Biochemical Physicochemical properties of Actomyosin from Pre-hand post-spawned Hake (*Merluccius hubbsi*) Stored on Ice. *J. of Food Sci.*, **55** (3): 1132-1135.
- Schägger, H. & von Jagow, G. 1987. Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrilamide gel electrophoresis for the separation of proteins in the range from 1 to 100 kDa. *Anal. Biochem.*, **166**: 368-379.

ÁCAROS DEL INTERMAREAL ROCOSO EN EL GOLFO SAN JORGE, ARGENTINA.

Intertidal mites from the rocky shores of San Jorge gulf, Argentina.

Giménez Olga ¹, Martínez Pablo A.², Balzi Pamela P.¹, Gil Damián G. ^{1,3} y Marcinkevicius Mauro ¹

¹ Laboratorio de Biología Gral., FCN, Univ. Nac. de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria S/N, (9005) Comodoro Rivadavia, Argentina. e-mail: ogimenez@unpata.edu.ar, pbalzi@infovia.com.ar

² Departamento de Biología, FCEyN, Univ. Nac. de Mar del Plata. Funes 3350, (7600) Mar del Plata, Argentina. e-mail: pamartin@mdp.edu.ar

³ Centro de Desarrollo Costero (CDC). FHyCS. UNPSJB.

RESUMEN

Los ácaros (Quelicerata, Arachnida) son una clase extremadamente diversa y en general poco estudiada, excepto para aquellos taxones de importancia médica, veterinaria y agrícola. Su enorme radiación adaptativa se asemeja a la de los insectos, hallándose desde las mayores alturas a las fosas abisales. Son también frecuentes en la región intermareal, asociados a coberturas de algas o de bivalvos, sobre las rocas. En nuestro país el conocimiento de los ácaros marinos es escaso y las citas de especies del litoral continental casi nulas. En el marco de un estudio integral de la biota del intermareal rocoso del Golfo San Jorge (sur de la provincia de Chubut y norte de Santa Cruz), en la Patagonia Argentina se constató la presencia de varias especies de ácaros marinos. El área de estudio corresponde a 3 localidades: Punta Piedras (Chubut), Punta Maqueda y Playa Agüero, (Santa Cruz). Los taxones hallados fueron: *Parasitiphis* sp. (Mesostigmata: Ologamasidae), *Hyadesia* sp. (Astigmata: Hyadesiidae) y *Halozetes* sp. (Oribatida: Ameronothridae). Con los taxones aquí descriptos se amplía su distribución conocida al litoral del Golfo San Jorge. El hallazgo es interesante no solo por la poca información que se tiene del grupo en la región sino porque se los considera indicadores de condiciones ambientales y sensibles a efectos antrópicos.

Palabras clave: ácaros, intermareal, Patagonia, Argentina, biogeografía, biodiversidad.

ABSTRACT

The Acari (Quelicerata, Arachnida) are a high diversified class, not much studied except for those of medical and veterinary relevance. Its enormous adaptive radiation is quite similar to insects, inhabiting from high mountains to deep abyssal fosses. Mites are also frequent at marine intertidal habitats, mainly associated with algae/bivalve communities or on bare rock. In Argentina the knowledge of marine mites is scarce and references for littoral species are almost absent. During a study of rocky intertidal macrofaunal associations in San Jorge's Gulf (South of Chubut Province and North of Santa Cruz Province) we found the presence of different species of marine mites. The identified taxa are: *Parasitiphis* sp. (Mesostigmata: Ologamasidae), *Hyadesia* sp. (Astigmata: Hyadesiidae) and *Halozetes* sp. (Oribatida: Ameronothridae). This paper expands the geographic distributions of mites to this region. Our findings are interesting not only because the improvement of available information but for the potential use of this animals as bio indicator of anthropogenic disturbs.

Key words: acari, intertidal rocky shore, Patagonia, Argentina, biogeography, diversity.

INTRODUCCION

Los ácaros (Quelicerata, Arachnida) son una clase extremadamente diversa, con una radiación adaptativa de magnitud semejante a la de los insectos, y sin embargo mucho menos estudiados que éstos, excepto para aquellos taxones de importancia médica, agrícola y veterinaria. Se considera que su pequeño tamaño y un aparato trófico-sensorial muy versátil, llamado gnatosoma, han sido las claves de su asombrosa radiación (Bernini, 1986). Habitan desde las cumbres más altas hasta las profundidades de las fosas marinas. Aunque la mayor parte son de vida libre, muchas especies han desarrollado asociaciones con diversos organismos incluido el hombre. En la región intermareal, son frecuentes asociados a coberturas de algas y colonias de bivalvos o balánidos, sobre las rocas. De los siete órdenes considerados tradicionalmente para la Clase Acari, cuatro tienen representantes

marinos: Prostigmata, Astigmata, Mesostigmata y Oribatida. La adaptación al medio acuático se ha dado en grupos monofiléticos dentro de cada orden, es decir en líneas que evolucionaron hacia ese tipo de vida y se diversificaron posteriormente, o bien por especies aisladas, de distintas líneas dentro de cada orden, que conquistaron independientemente el nuevo hábitat. Así, las familias Halacaridae (Prostigmata) y Hyadesiidae (Astigmata) están representadas por organismos exclusivamente acuáticos y la familia Ameronothridae (Oribatida) reúne especies mayormente vinculadas a este medio. Por otra parte, algunas especies de Mesostigmata y de otras familias de los mencionados órdenes, también han colonizado secundariamente este medio. La familia Halacaridae es la única que habita, además del intermareal, los fondos marinos hasta las máximas profundidades.

En nuestro país el conocimiento de los ácaros marinos es escaso y las citas de especies del litoral continental casi nulas debido, básicamente, a la escasa prospección de este área en busca de ácaros y al pequeño tamaño de éstos. Su importancia radica, además del interés intrínseco por la biodiversidad de la región, en que se los considera indicadores de condiciones ambientales e impacto, como por ejemplo algunas especies de la familia Hyadesiidae (Astigmata), cuya presencia en gran número es indicadora de un ambiente deteriorado (Luxton, 1989).

En el marco de un estudio integral de la biota del intermareal rocoso del Golfo San Jorge (sur de la provincia de Chubut y norte de Santa Cruz), en la Patagonia Argentina (Cabezas et al. en prensa), se constató la presencia de varias especies de ácaros marinos. Su determinación y algunas consideraciones ecológicas y biogeográficas son el objeto de este estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio corresponde a intermareales rocosos de 3 localidades del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina: Punta Piedras (45° 58' S 67° 34' W), (Chubut); Punta Maqueda (46° 01' S 67° 35' W) y Playa Agüero (46° 30' S 67° 30' W) al sur de Caleta Olivia (Santa Cruz) (Fig. 1). Para cada localidad se determinaron las densidades de las

especies de ácaros componentes de la comunidad, mediante el uso de una cuadrícula de 225 cm², en los horizontes mesolitoral e infralitoral, determinándose en cada caso el nivel respecto del plano de reducción local. Los muestreos se llevaron a cabo durante los meses de marzo y abril del año 2002. Se tomaron muestras de cada asociación y se fijaron en formol salino al 10 %. En el laboratorio se desmenuzaron y filtraron con tamices de malla de 500 µm. Los ácaros se recolectaron bajo lupa binocular. Posteriormente se aclararon en ácido láctico, y se montaron en ese medio en portaobjetos excavados para su identificación con microscopio óptico..

RESULTADOS

Se hallaron especies de los órdenes Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata y Oribatida. La familia Halacaridae (Prostigmata) resultó más abundante y representada por más especies que los restantes grupos, y será objeto de un análisis futuro. Los tres órdenes restantes estuvieron representados por una especie cada uno. Los taxones hallados fueron: *Parasitiphis* sp. (Mesostigmata: Ologamasidae), *Hyadesia* sp. (Astigmata: Hyadesiidae) y *Halozetes* sp. (Oribatida: Ameronothridae).

Se observó una distribución diferencial de los taxa por sitio y horizonte (Tabla 1).

Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

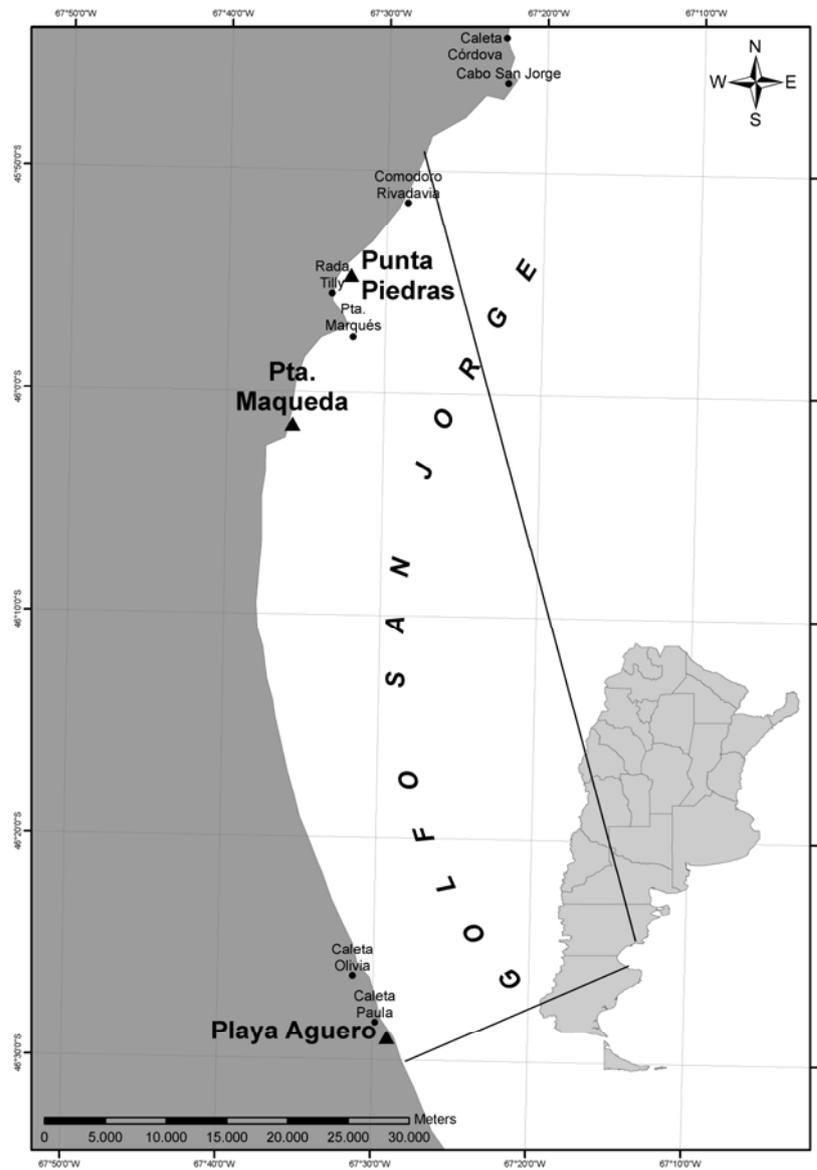


Tabla I: Presencia (+) de las especies de ácaros analizadas por sitio y horizonte intermareal. MS= Mesolitoral superior, MM= Mesolitoral medio, MI= Mesolitoral inferior, I= Infralitoral

	Localidades											
	Punta Piedras				Punta Maqueda				Playa Agüero			
	MS	MM	MI	I	MS	MM	MI	I	MS	MM	MI	I
Taxa												
<i>Parasitiphis</i> sp.	+	+	+	+	+	+		+				+
<i>Hyadesia</i> sp.	+	+	+	+	+							
<i>Halozetes</i> sp.					+							

A continuación se detalla la ubicación sistemática de los mismos y se brinda información de carácter ecológico y datos sobre la distribución de la familia y el género.

Parasitiphis

Orden Mesostigmata (=Gamasida)
 Familia Ologamasidae Ryke, 1962
 Gen. *Parasitiphis* Womersley, 1956
Parasitiphis sp. (Fig. 2B)

El género está asociado al ambiente litoral, con distribución austral. Se conocen cuatro especies: *Parasitiphis brunnae* (Kramer 1898) de Tierra del Fuego, *P. jeanneli* (André 1947) de Nueva Zelanda y las islas Kerguelen, Macquarie y Heard, *P. littoralis* Womersley 1956 de Nueva Zelanda y sur de Australia y *P. aurora* Lee 1970 de las islas Maquarie y Gough.

Parasitiphis sp. es el ácaro más frecuente y abundante en nuestros muestreos. Por la combinación de caracteres que presenta, se trata de un nuevo taxón, cuya descripción será objeto

de un trabajo posterior. A excepción de la especie de Tierra del Fuego, ninguna otra de este género había sido citada para el litoral marítimo de Argentina.

Asociaciones: *Parasitiphis* sp. se halló en comunidades dominadas por *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia), donde también se observaron *Balanus* sp. (Cirripedia), *Lasaea* sp. (Bivalvia) y abundantes larvas de *Clunio brasiliensis* (Insecta: Chironomidae). Las algas asociadas fueron, en Punta Piedras *Plocamium* sp. (I) (Abreviaturas como en Tabla 1), *Streblocladia* sp. (I), *Cladophora* sp. (I), *Aphanocladia* sp. (MI, I), *Ceramium rubrum* (MI, I), *Enteromorpha* sp. (MS, MM), *Blidingia minima* (MS) y *Corallina officinalis* (MI, I); en Punta Maqueda a Rhodophytas indet. (MS) y Clorophytas indet. (MS); en Playa Agüero a Chlorophytas indet. (MM), *Rhizoclonium* sp. (MM) y *Corallina officinalis* (MM).

Halozetes

Orden Oribatida (=Cryptostigmata)
 Familia Ameronothridae Willmann, 1931

Gen. *Halozetes* Berlese, 1917
Halozetes sp. (Fig. 2A)

La familia Ameronothridae reúne en la actualidad nueve géneros, de los cuales *Ameronothrus*, *Halozetes* y *Alaskozetes* son los que cuentan con mayor número de especies y más amplia distribución. Muchas de sus especies, en particular las del género *Halozetes*, se asocian a ambientes litorales. *Halozetes* está citado para Antártida, Islas Malvinas e islas subantárticas (Stary, 1995; Stary y Block, 1996) y Nueva Zelanda. Subías (2004) cita 15 especies y 5 subespecies de *Halozetes*. De ellas, 8 son citadas para la Antártida, 1 para las Is. Orcadas del Sur, 2 para las Is. Shetland del Sur, 1 para las Is. Georgias del Sur, 3 para la Is. Príncipe Eduardo, 1 para la Isla Campbell, 1 para la Is. Macquarie, 2 para Nueva Zelanda y 1 para Antártida y Nueva Zelanda.

El presente hallazgo es el primero para la costa de Argentina continental, así como para el resto de la Región Neotropical.

Asociaciones: *Halozetes* sp. se halló solamente en el mesolitoral superior de Punta Maqueda, en comunidades dominadas por *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia), registrándose además *Lasaea* sp. (Bivalvia), y larvas de *Clunio brasiliensis* (Insecta: Chironomidae). Las algas presentes fueron Rhodophytas indet. y Chlorophytas indet.

Hyadesia

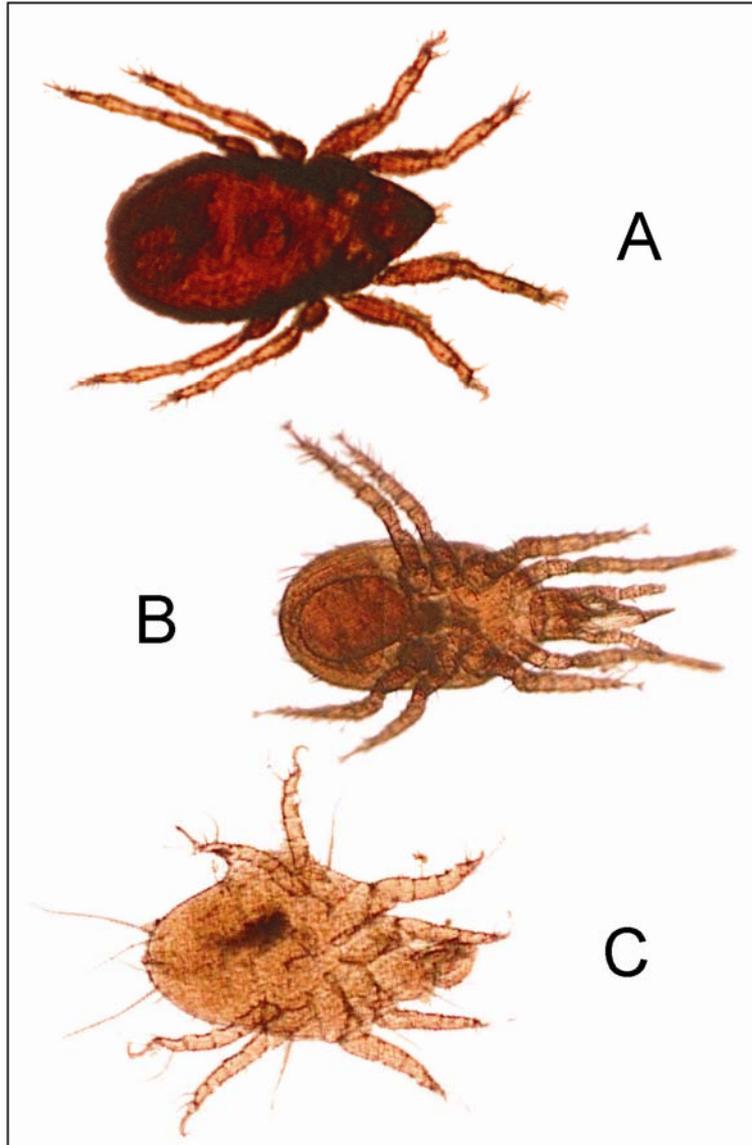
Orden Astigmata (=Acaridida)
Familia Hyadesiidae Albert, 1915
Gen. *Hyadesia* Mégnin, 1891
Hyadesia sp. (Fig. 2C)

El género *Hyadesia* cuenta con alrededor de 30 especies marinas (y unas pocas de agua dulce), siempre asociadas a sustratos rocosos, distribuidas principalmente en la región antártica-subantártica, Sudáfrica, Sur de Australia, Nueva Zelanda, Nueva Guinea, Mar Rojo, Pacífico Indo-Occidental, Pacífico Tropical-Oriental, Caribe, Atlántico Norte y Mediterráneo. El género fue propuesto a partir de una especie de Tierra del Fuego, a fines del siglo XIX (*Hyadesia uncifer* Mégnin, 1891), pero posteriormente a ese trabajo no se han registrado nuevos hallazgos en el litoral patagónico de Argentina y solo uno fuera de él, en costas de Mar del Plata (Martínez *et al.*, 1996).

Asociaciones: *Hyadesia* sp. se halló en comunidades dominadas por *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia), registrándose además *Lasaea* sp. (Bivalvia), *Balanus* sp. (Cirripedia) y *Mytilus edulis platensis* (Bivalvia). Las algas asociadas en Punta Piedras fueron *Chaetomorpha* sp. (MM) (Abreviaturas como en Tabla 1), *Enteromorpha* sp. (MS) *Blidingia minima* (MS) y *Corallina officinalis* (l).

Giménez Olga, et al.: Ácaros del intermareal rocoso patagónico.

Figura 2. A: *Halozetes* sp., vista dorsal, largo total= 0,8 mm. **B:** *Parasitiphis* sp., hembra, vista ventral, largo (sin gnatosoma)= 0,8 mm.. **C:** *Hyadesia* sp., hembra, vista ventral, largo total= 0,5 mm.



DISCUSIÓN

Las revisiones más recientes sobre la distribución global de los ácaros marinos (Procheş y Marshall, 2001; Bartsch, 2004) dan cuenta de pocos taxones registrados para el Atlántico sudoccidental, en comparación con áreas vecinas como las regiones antártica y subantártica. Para los ácaros internareales no halacáridos, principalmente Hyadesiidae y Ameronothridae, Procheş y Marshall (2001) recopilan 162 especies a nivel global, de las cuales citan solo 3 especies para el sur de Sudamérica. Considerando las extensas plataformas del mesolitoral patagónico, con una alta diversidad de microhábitats (variados tipos de sustratos y comunidades bentónicas, además de la amplitud de mareas que se traduce en diferentes niveles habitables) la fauna de ácaros marinos de esta zona está claramente subestimada. En el litoral de Nueva Zelanda, que ocupa un rango latitudinal coincidente con gran parte de nuestro litoral, Luxton (1990) da cuenta de 30 géneros y 65 especies. El autor comenta "los ácaros tienden a ser ignorados o pasados por alto por ser diminutos y crípticos". Adicionalmente, en sitios como Nueva Zelanda, no se los considera porque su taxonomía es difícil o desconocida" (Luxton, 1990). Esa descripción es aplicable a lo que actualmente ocurre con el conocimiento de los ácaros marinos en Argentina, donde es previsible la existencia de decenas de especies, hasta ahora ignoradas.

CONCLUSIONES

El presente trabajo es el primer acercamiento al estudio de los ácaros marinos del intermareal del Golfo San

Jorge, en la Patagonia Argentina. Con los datos aquí presentados se amplía la distribución de los géneros mencionados al litoral del Golfo San Jorge y, en el caso del género *Halozetes*, a la Argentina continental y a la Región Neotropical. Asimismo se da inicio al estudio de los ácaros marinos en la región, que consideramos importante no solo por la poca información que se tiene del grupo, sino porque se los considera indicadores de condiciones ambientales y sensibles a efectos antrópicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al licenciado Roberto Cerda, al técnico Edmundo Ivany y a los alumnos Matías Tourné, Lucas Casali, Gabriela Martínez y Marina Acosta por la colaboración en el análisis de las muestras. Al Sr. Marcelo Sosa por la elaboración del mapa. Al Director del CADACE Juan Heupel, por su colaboración en el muestreo. A la Dra. Ana Salazar Martínez (UNLP) por la lectura crítica del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartsch, I. 2004. Geographical and ecological distribution of marine halacarid genera and species (Acari: Halacaridae). *Experimental and Applied Acarology*, **34**: 37-58.
- Bernini, F. 1986. Current ideas on the phylogeny and the adaptive radiations of Arcarida. *Bolletín de Zoologie*, **53**: 279-313.
- Cabezas, E.; Giménez O.; Balzi P.P.; Cerdá R.; Gil D.G.; Marcinkevicius M. & Rico A. en prensa. Asociaciones del macrozoobentos del litoral rocoso en la costa

Giménez Olga, et al.: Ácaros del intermareal rocoso patagónico.

- central del Golfo San Jorge (Argentina). *Naturalia Patagónica*.
- Luxton, M. 1989. Mites of the family Hyadesiidae from New Zealand. *Zoological Journal of Linnean Society*, **95**: 71-95.
- Luxton, M. 1990. The marine littoral mites of the New Zealand region. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, **20**: 367-418.
- Martínez, P.A.; Vallarino E.A.; Lucero N.M. & Scelzo M.A. 1996. Registro de ácaros de las Familias Hyadesiidae (Acari: Acaridida) y Halacaridae (Acari: Actinedida) en el intermareal rocoso de Mar del Plata, Argentina. *Nerítica*, **10** (1-2): 81-86.
- Procheş, Ş. & Marshall D.J. 2001. Global distribution patterns of non-halacarid marine intertidal mites: implications for their origins in marine habitats. *Journal of Biogeography*, **28**: 47-58.
- Sary, J. 1995. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of Beauchene Island, Falklands, South Atlantic. *Journal of Natural History*, **29**: 1461-1467.
- Sary, J. & Block W. 1996. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of the Falkland Island, , South Atlantic and their zoogeographical relationships. *Journal of Natural History*, **30**: 523-535.
- Subías, L. 2004. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros Oribátidos (Acariformes, Oribatida) del mundo (1758-2002). *Graellsia*, **60**: 3-305.

Naturalia patagónica, 3(2): 61-75 (2007)

**INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD HUMANA SOBRE LA COSTA DE COMODORO
RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT**

Human activity influence on Comodoro Rivadavia coast Chubut Province

Iantanos, N.¹; Fajardo, M.A.²; Abril, M.¹ e Isla, F.³

¹ Dpto. Geología –Fac. Naturales UNPSJB. iantanos@unpata.edu.ar

² Dpto. Bioquímica – CRIDECIT - UNPSJB. bromato@unpata.edu.ar

³ CONICET- Centro Geología de Costas y del Cuaternario–UNMdP. fisla@mdp.edu.ar

RESUMEN

Se estudian las variaciones inducidas por actividades humanas en la costa de la ciudad de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut. Comparando fotografías aéreas, de la zona portuaria de la ciudad, se observa un ritmo de erosión de 1,2 m/año para el intervalo 1983 – 1995. Se analizan las causas de esta erosión, concluyendo que es la falta de provisión de sedimento es la principal causante.

Palabras clave: línea de costa, erosión, actividad humana.

ABSTRACT

The variations induced by human activities in the coast of the city of Comodoro Rivadavia, Chubut province are studied. The comparison of aerial views of, the port area of the city, shows a rhythm of erosion of 1.2 m/year between 1983 and 1995. The causes of this erosion are analyzed, concluding that the main cause is the lack of sediment provision.

Key words: coast line, erosion, human factors.

INTRODUCCION

El sector costero de la ciudad de Comodoro Rivadavia (45° 47' S y 67° 30' O), nos muestra evidencias de estar sometido a intensos cambios que pueden tener lugar no solo en años o décadas, sino también en cuestión de horas.

Las playas de gravas eran bastante extendidas en los años 60 condición que se mantuvo hasta 1994. Se supone que el deterioro actual obedece a modificaciones en la dinámica por alteración del trazado portuario, o a una disminución significativa de los aportes.

En la actualidad no sólo es importante observar y describir las geoformas costeras, sino además conocer su génesis, evolución y en función de ellas proponer medidas mitigadoras y/o remediadoras y planificar las distintas obras de desarrollo urbano. El objetivo del presente trabajo es brindar un aporte al conocimiento de la dinámica costera, procurando sopesar las causas más directas de la erosión costera en el ejido de la ciudad.

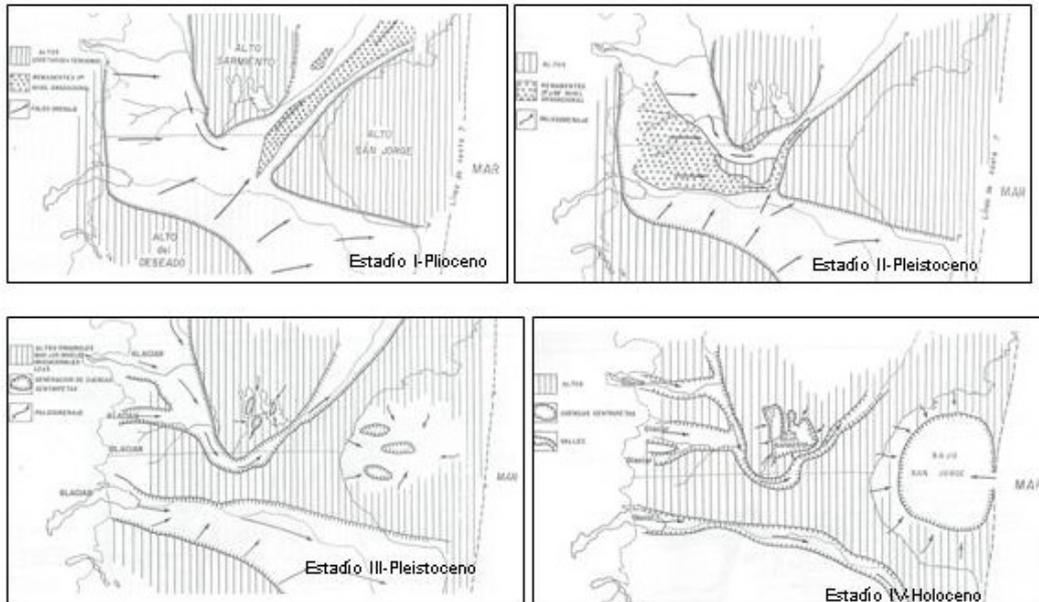
Caracterización e Historia Geológica

Durante el Pleistoceno un positivo topográfico ocupaba el sector oeste del golfo San Jorge y desviaba los ríos Chubut y Deseado hacia el norte y sur respectivamente. Este relieve positivo por

estar conformado por materiales fácilmente erosionables fue sometido a una intensa deflación, que movilizó todo ese material hacia el mar dando como resultado el golfo tal como lo conocemos hoy. (Fig. 1); (Cesari *et al.*, 1986). Es esta la probable razón por la que, de las seis terrazas que Feruglio (1950) reconoce en Puerto Deseado provincia de Santa Cruz, sólo la más baja (8 - 12 m) está representada en la costa del golfo entre Comodoro Rivadavia y Caleta Olivia.

El actual sector costero de Comodoro Rivadavia, está formado por bancos subhorizontales de areniscas, cineritas y arcillas con algunos bancos de ostreas y otros fósiles triturados, a los que se denomina Formación Chenque (Oligo-ceno superior-Mioceno inferior 25 ± 5 Millones de años). Son depósitos marinos, originados por una estrecha transgresión del golfo San Jorge hacia el oeste. (Windhausen 1924^a; Feruglio 1949; Bellosi 1987). En la zona Norte (Caleta Córdova) los acantilados están conformados por la Formación Sarmiento (Eoceno inferior - Oligoceno inferior 31 millones de años) (Simpson, 1941), compuesta por rocas piroclásticas (tobas), de coloraciones claras. Estos sedimentos fueron transportados en suspensión desde el oeste y depositados como ceniza volcánica en un ambiente continental.

Fig. 1: Evolución del golfo San Jorge según Cesari et al.,(1986)



En estas costas existe un claro dominio de los procesos erosivos cuyo desarrollo está dado por las características geológicas, el clima y el mar adyacente. Por su importante control tectónico, fallas de rumbo oeste-este, presenta una serie de fosas y pilares; en las primeras es común encontrar playas de arena mediana y los pilares son típicos salientes, que en algunos casos, sirven de apostaderos para lobos marinos. A medida que la costa fue erosionada se fueron generando acantilados, y plataformas de abrasión marina, sobre la que se han depositado en tiempos geológicos recientes, las gravas que conforman la mayoría de las playas de la ciudad. Estas gravas son el resultado de las grandes corrientes glaciales y procesos de sedimentación (Fidalgo y Flint, 1964) que

surgieron por la ablación de los espesos mantos de hielo que cubrieron el sector cordillerano. Fueron transportadas hacia el mar por el río Chubut, caudaloso en su momento, que pudo labrar un valle de varios kilómetros de ancho y luego, depositadas en su desembocadura, en donde era el mar quien se encargaba de redistribuirlas a lo largo de toda la costa patagónica. En la actualidad, varios ríos patagónicos están considerablemente disminuidos en caudal y poseen poco aporte de sedimento (Kokot, 2004; Isla y Cortizo 2005)

Mareas y olas

Las amplitudes de marea semidiurna fluctúan entre 3,3 (cuadraturas) y 4,94 m (sicigias) (SHN, 1987).

Estudios anteriores sobre diagramas de refracción de olas en el golfo San Jorge y en la zona costera de la ciudad determinaron que los trenes de olas del ESE y SE, son los predominantes durante el año (Isla *et al.*, 2002). Sin embargo, los mayores daños sobre la costa los ocasionan las tormentas del ENE que afortunadamente son menos frecuentes (Com. pers. pescadores de Caleta Córdova).

Clima

Comodoro Rivadavia posee un clima de árido a semiárido con precipitaciones anuales que no superan los 250 mm y la temperatura media anual es de 12,7 °C. Los vientos predominantes son del oeste (43%), con velocidades medias de 41 km/h y ráfagas de 100 km/h promedio. Los vientos del este son esporádicos (5,6%) soplan con velocidades promedio de 25 km/h. (SMN, 1981-1990). Como el viento es uno de los agentes más energéticos en la dinámica de ésta costa, es de destacar la significativa disminución de los promedios horarios máximos registrados entre el período 1958 – 1994 con valores de 200 km/h a promedios horarios de 150 km/h para el período 1981-1990.

Indirectamente el viento aporta sedimentos finos a las playas del sur del golfo, donde se destacan los efectos de corredores eólicos hacia las playas de Rada Tilly, Alsina, El Límite y dentro del ejido urbano Restinga Alí y Stella Maris, estas últimas también asociadas a la presencia de pequeños cauces que

aportaron el material fino (Isla *et al.*, 2002).

Morfología costera

Las playas de Comodoro Rivadavia, están en el límite entre playas disipativas hacia el sur y reflectivas hacia el norte. Las playas Alsina, El Límite, La Herradura, Rada Tilly y dentro del ejido urbano Stella Maris y Restinga Alí alcanzan y, en la mayoría de los casos superan, los 300 m de área intermareal. Están compuestas por arenas finas a muy finas, con una pendiente inferior al 1,5% y relacionadas con aportes de arenas desde el continente. Las playas al norte de Comodoro Rivadavia, tales como, la del Puerto, Km 3, Km 4, Km 5 y Caleta Córdova, no superan los 50 m de intermareal, están compuestas de arena gruesa y grava y su pendiente es mayor al 10%. Estos materiales, probablemente, son relictos de la erosión sobre playas fósiles.

a) Playa del Puerto

Las costas en equilibrio mantienen el balance entre la energía de las olas, el material transportado y redistribuido y la morfología de la costa (en planta y en perfil). El resultado de una mayor energía queda reflejado en los cambios morfológicos que se producirán hasta que se retorne a un estado de equilibrio dinámico.

Comparando fotografías aéreas, de la zona portuaria, de los años 1983 y 1995 (Fig. 2) se dedujo un ritmo de erosión de los acantilados de 1,2 m/año..

Fig. 2: Retroceso de la línea de costa según fotografías de 1983 y1995.



La erosión obedece a una intensificación de la dinámica originada en los cambios morfológicos (prolongación de muelles, escolleras) ó a una disminución significativa de los aportes.

Como ya refiriéramos, el sector costero lo conforman acantilados activos (el mar llega hasta ellos) formados por materiales inconsolidados y totalmente vulnerables a la acción de las olas. Durante cada pleamar, y por acción hidráulica (la presión de las olas que rompen en la base del acantilado) son

debilitados, socavados y van perdiendo estabilidad, esto provoca una importante erosión en *media caña* en la base del mismo, que se manifiesta con el desplome de la parte superior generando el *retroceso* del acantilado.

Cuando estos depósitos caen sobre la playa son retransportados por las corrientes de deriva, una parte de este material queda atrapado dentro del mismo puerto (en la parte de atrás de la zona franca) y el resto sale del sector formando una pluma sedimentaria que seguirá rumbo al sur. (Fig. 3 a y b).

Fig. 3a y b: Sector portuario con plumas de material en suspensión. (fotografía tomada de la pág. web "puerto C.R").



En 1995, el sector donde hoy se observa una importante sedimentación servía para el amarre de barcos de pesca. (Fig. 4 y Fig. 5).

Además de depender de los procesos de sedimentación y de erosión,

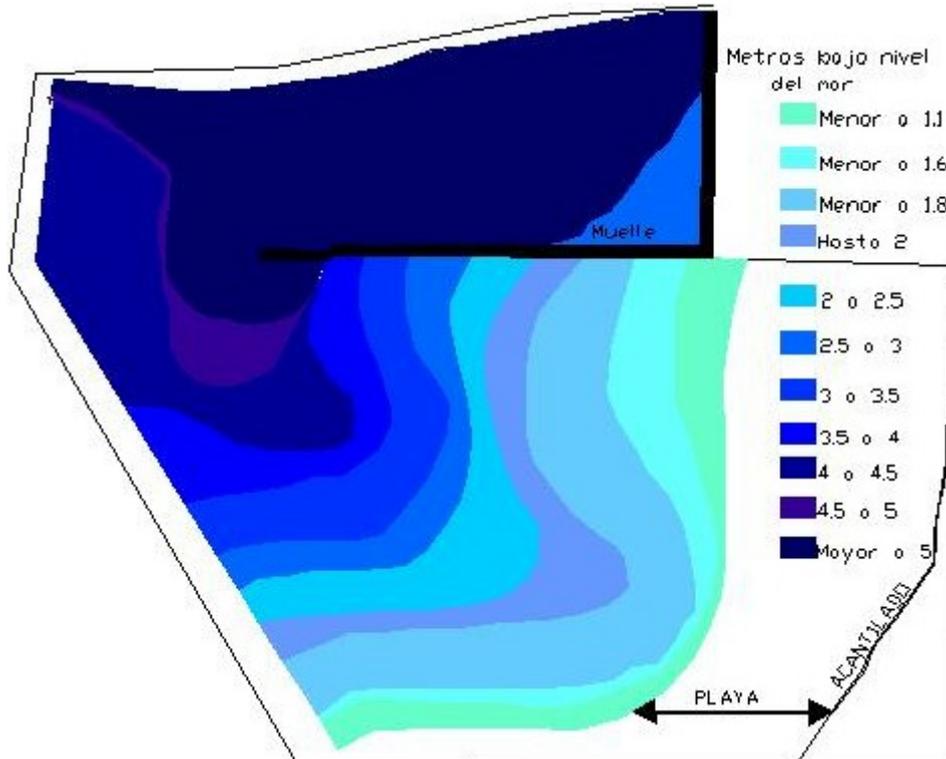
los paisajes costeros dependen de la posición relativa de la línea de costa.

Los seres humanos también afectan el paisaje. Entre las acciones más importantes está la construcción de obras civiles, tales como espigones y defensas.

Fig. 4: Foto aérea del sector del muelle



Fig. 5: Batimetría del sector del muelle. (realizado con altura de marea de 1 m – Gentileza Club Náutico Comandante Espora)



Desde hace años los habitantes de Comodoro Rivadavia han sido testigos de cambios en la fisonomía de las playas, como por ejemplo la playa del puerto. En el año 1965, la playa de grava tenía una considerable pendiente producto de la abundancia de gravas (Fig. 6 a). La morfología de la playa permanecía en 1994 (Fig. 6b). En los últimos años, se ha registrado falta de sedimentos en el sector. Los acantilados han perdido las gravas que acorazaban su base. Estas gravas hoy se acumulan hacia el puerto (Fig. 6 c). La marejada del 5 de octubre de 2006, ha aumentado el riesgo de las

construcciones del sector (Chalet Huergo, Fig. 7 a).

El mayor problema que enfrenta este sector de la ciudad, es la “ausencia” de las gravas originales que protegían la costa (costa acorazada) como hoy se dan en la zona de La Lobería. Estos materiales sufrieron las consecuencias de un cambio en la dinámica del sistema, a partir de la construcción del espigón del puerto. Mientras este no existía, las corrientes que ingresaban al sector distribuían *uniformemente* las gravas sobre la playa. Esta dinámica cambió y hoy son las corrientes del NE las que

ingresan y distribuyen el material sobre el sector sur de la playa. De tal modo, que es únicamente en ese sector donde el ingreso de las olas es amortiguado por estos depósitos, que cumplen la función de disipar parte de la energía que transporta el oleaje. En el sector donde éstas gravas ya no son depositadas, al no existir “algo” que disminuya la energía que transportan las olas, estas ingresan y

“chocan” contra el acantilado provocando la erosión del mismo.

Otra causa que contribuye, si bien en menor escala, a este proceso erosivo especialmente a la altura del Chalet Huergo, es la alternancia de estadios húmedos y secos del acantilado, como resultado del riego de los jardines del chalet.

Fig. 6. a) Playa del Puerto en 1965 (Gentileza Club Náutico Comandante Espora).



Fig. 6. b) Fotografía aérea del Puerto. **c)** En septiembre de 2006, la playa original ha desaparecido prácticamente y las gravas se acumulan sólo hacia el sur.



Fig. 6. c) En septiembre de 2006, la playa original ha desaparecido prácticamente y las gravas se acumulan sólo hacia el sur



Fig. 7a) Acantilado con Chalet Huergo en el tope



Fig. 7 b): Filtración de agua en la base del acantilado



b) Playa de Caleta Córdova

En la zona Norte, Caleta Córdova presenta el aspecto que se observa en la figura 8 a.

También la costa de Caleta Córdova ha resultado vulnerable a la acción del mar. En este sector los privados han sufrido el embate de las olas y algunas casas han tenido que ser abandonadas. Tratando de paliar la situación se construyeron defensas costeras. La situación empeoró debido a

la posición de las mismas: *perpendiculares a la dirección del oleaje*. En los sectores entre defensas, se generaron corrientes *rip* que aumentaron la energía de las olas que inciden perpendicularmente (*runup*) y se generaron conflictos mayores de los ya existentes (Fig. 8 b).

A la salida de Caleta Córdova (hacia el norte) también se nota un cambio en la morfología de la playa. Durante el intermareal aparecen sectores desprovistos de arena, que en este caso es arena mediana (Fig. 9)

Fig. 8 a: Rompeolas (rip-raps)



Fig. 8 b: Sector intermareal reducido y escolleras en Caleta Córdova.



Fig. 9: Cambios en los depósitos a la salida de Caleta Córdova (hacia el norte).



DISCUSIÓN

La evolución de una costa se produce a través de una serie de estados, donde cada uno es dependiente de los anteriores; el paso de un estado a otro está en función de las variaciones o modificaciones a los que estén expuestos y esto puede suceder en una escala de tiempo relativamente corta. Por tanto se puede concluir que la acción antrópica es el factor que mas influye en el momento de pasar de un estado a otro. En la bibliografía hay muchos ejemplos de modificaciones (escolleras, diques, dragados, extracción de arena de la playa, etc) que han alterado la dinámica del lugar, algunas de ellas de carácter irreversible, otras que han necesitado costosas recuperaciones ambientales. Como ejemplos se puede citar la construcción de un dique portuario en la costa de Lugo, España y la extracción de arena de la playa de Laida (Guernica). (Flor, G. 2000).

CONCLUSIÓN

1. Las características actuales de la zona y los datos históricos que de ella tenemos, hacen suponer que hasta finales del siglo XX la línea de costa estaba bastante mas alejada de lo que se encuentra en la actualidad.
2. El balance de estas playas se ha desequilibrado (se pierde más material del que llega por deriva o erosión de playas fósiles). Dos serían las eventuales causas de la erosión costera inducidas por las actividades humanas en Comodoro Rivadavia:
 - el aumento de la energía de las olas provocado por las construcciones (muelles, escolleras).
 - una significativa disminución del aporte de sedimentos.

La disminución significativa en la velocidad de los vientos del oeste, como agente atenuador del oleaje, puede hacer que las olas que provenientes del sector Este incidan sobre la costa con una presión mayor. Sin embargo, las imágenes satelitales muestran plumas de material muy fino en suspensión, lo que pone en evidencia el dominio de los procesos de sedimentación.

Por otro lado las playas de grava del golfo San Jorge se originaron por retrabajo de playas gravosas fósiles. Al urbanizarse y quedar la costa fijada, dejó de haber aportes de gravas por deriva. Estas gravas poco a poco se fueron desplazando hacia el fondo a medida que las playas se iban haciendo cada vez mas reflectivas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las personas que colaboraron en la elaboración de este trabajo; especialmente al Señor Matías Roura (Presidente Club Náutico Comandante Espora) y a la alumna Cecilia Velásquez.

BIBLIOGRAFÍA:

- Cesari, O., Simeoni, A. y Beros, C. 1986. Geomorfología del sur del Chubut y Norte de Santa Cruz. *Universidad Abierta, UNPSJB*. 1: 18-36.
- Bellosi, E. 1987. Litoestratigrafía y sedimentación del "Patagoniano" en la Cuenca de San Jorge, Terciario de Chubut y Santa Cruz. PhD. Thesis. University of Buenos Aires, 252 pp; unpublished.
- Fidalgo, F. y Flint, R. 1964. Glacial geology of the east flank of the Argentine Andes between latitude 39 10'S and latitude 41°20'S. *Geological Society of America Bulletin*.

- Flor, G. 2000. Aspectos dinámicos y morfosedimentarios en estuarios mesomareales cantábricos. Problemática ambiental. En: J.de Andrés y F. Gracia (ed), Geomorfología Litoral. Procesos Activos. Instituto Tecnológico Geominero de España, Eds, Madrid: 157-174.
- Isla, F.; Iantanos, N. y Estrada, E. 2002. Playas reflectivas y disipativas del golfo San Jorge. *Asociación Argentina de Sedimentología*. 9 (2): 155-164.
- Isla, F.I. y Cortizo, L. C. 2005. Patagonian cliff erosion as sediment input to the continental shelf. *Actas XVI Congreso Geológico Argentino*, La Plata. **IV**: 773-778.
- Kokot, R. R. 2004. Erosión en la costa por cambio climático. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*., **59** (4): 715-726.
- Feruglio, E. 1950. Descripción geológica de la Patagonia, Tomo III. Ed: Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires. 431 pp.
- Servicio de Hidrografía Naval, 1987. Carta Argentina H 361, H 3: Golfo San Jorge.
- Servicio de Hidrografía Naval*. Comando en Jefe de la Armada Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1992. Estadísticas climatológicas 1981-1990. *Serie B N° 37 Fuerza Aérea Argentina*. Comando de Regiones Aéreas. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires. 1ª edición. 710 pp.
- Simpson, G. 1941. The Eocene of Patagonia. *American Museum Novitates* **1120**: 1-15.
- Windhausen, A., 1924. Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo San Jorge. *Boletín Academia Nacional de Ciencias Córdoba*. **27**:167-320.

Naturalia patagónica, 3(2): 76-87 (2007)

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA DINÁMICA DEL PAISAJE EN EL DISTRITO DEL
GOLFO SAN JORGE, PROVINCIA DE CHUBUT.**

**Structural Analysis of Landscape Dynamic in San Jorge Gulf District, Chubut
Province.**

Rueter, B. L.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales,
Departamento de Biología General, Ciudad Universitaria Km 4, (9000). Comodoro
Rivadavia, Chubut-ARGENTINA. barbararueter@unpata.edu.ar

RESUMEN

Los paisajes naturales han cambiado en todo el mundo en los últimos años con una evidente tendencia a la pérdida de diversidad paisajística y riqueza natural como consecuencia de la actividad antrópica. Esta alteración en la estructura de los paisajes puede comprometer la integridad funcional de los ecosistemas. Este trabajo evaluó el cambio en la estructura del paisaje de los ecosistemas pertenecientes al Distrito del Golfo San Jorge, sudeste de la provincia de Chubut, en un período de 10 años de estudio (1996-2005), a través de la aplicación de índices métricos (Porcentaje de Paisaje, Densidad de Parches, Índice de Agregación e Índice de Diversidad de Shannon). Se compararon dos unidades de paisaje: pampas (P) y cañadones (C), en las cuales, a través de una Clasificación No Supervisada de imágenes Satelitales Landsat V TM se identificaron cuatro clases (o parches) sobre los cuales se centraron la métricas paisajísticas. Se encontró una tendencia general hacia un empobrecimiento del área de estudio. La unidad de paisaje más afectada fue P, donde la clase Estepa Arbustiva Degradada mostró un aumento en superficie y en agregación y una disminución de densidad, con el consecuente retroceso del resto de las clases. El índice de diversidad mostró en general una tendencia a la pérdida de diversidad, con una tendencia evidente hacia la homogenización en la unidad de paisaje P que en C, aunque en los dos casos la diversidad disminuyó en el período analizado.

Palabras clave: Paisaje, Unidades de Paisaje, Métricas Paisajísticas, Distrito del Golfo San Jorge, Patagonia.

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

ABSTRACT

Natural landscapes have changed all over the world in the last few decades, with an evident trend to the loss of landscape diversity and natural richness as a consequence on man activities. This disruption in landscape patterns may compromise the functional integrity of the ecosystems. This work assessed the change in the structure of the landscape in the ecosystems in San Jorge Gulf District, southeast of Chubut Province, in a period of 10 years (1996-2005), through the application of landscape metrics (Percentage of Landscape, Patch Density, Aggregation Index and Shannon Diversity Index). Two landscape units were compared: pampas (P) and hills (C), where through Unsupervised Classification of the satellite images Landsat V TM, four classes were identified for the corresponding application of the metrics. A general trend to the impoverishment of the landscape was found in the period analyzed. The most affected unit was P where the class Degraded Shrub Steppe showed an increase in surface and aggregation and a reduction of density, with the consequential loss of the other classes. The diversity index showed a general trend to the loss of diversity, and although the trend to the homogenization was more evident in P than in C both landscape units suffered a decrease in the diversity in the period of time analyzed.

Key words: Landscape, Landscape Units, Landscape Metrics, San Jorge Gulf District, Patagonia.

INTRODUCCION

La ecología de paisaje, como cuerpo teórico, es una ciencia joven sin conceptos y definiciones únicos (Farina, 1998). Un amplio espectro de disciplinas converge en dirección a ella y por lo tanto hay muchas definiciones de paisaje, como la que propusieron en 1986, Forman y Gordón: "el paisaje es un área heterogénea compuesta de clusters de ecosistemas que interactúan de manera repetida". En general se considera al paisaje como una unidad con varias características ecológicas, cuya dinámica se expresa en el flujo de energía, de nutrientes minerales y de especies entre los ecosistemas y el consecuente cambio en los mismos (Forman y Godron, 1986). Ésta es una definición pragmática de paisaje basada en la perspectiva

"centrada en el organismo" correspondiéndose con la perspectiva humana del medio ambiente; desde la cual, el paisaje puede abarcar un espectro muy amplio de escalas según su propio tamaño.

Una característica de los ecosistemas áridos y semiáridos de Patagonia es la heterogeneidad espacio temporal que se expresa en la mayoría de los atributos cuantificables del ambiente, evidenciando la complejidad de los mismos. Una definición simple de complejidad es la de Urban *et al.* (1987) que la explica como la conectividad entre el número de parches de un paisaje, sus características funcionales, su tamaño y su forma. Los ecosistemas patagónicos, como muchos ecosistemas del mundo, han sido estudiados bajo la aproximación estándar "estructural – funcional", siendo

estos dos atributos esenciales de los ecosistemas. En este trabajo se realizó un análisis estructural del paisaje considerando la vegetación perenne dominante como base para la identificación de las clases constituyentes de las unidades de paisaje.

Cada paisaje es considerado como un mosaico de parches que definen un patrón determinado. Este patrón está formado por una variedad de agentes: disturbios, procesos bióticos y presiones ambientales. A su vez estos agentes deben considerarse dentro de un espectro espacio temporal, del cual emerge un escenario de mosaicos de parches de varios tamaños, formas, orígenes, estados, etc. En este trabajo se aplicó el Modelo del Paisaje en Mosaico, el cual asume que el paisaje es un ensamble complejo de parches, limitado por otros tipos de parches. Se considera que éste es un modelo realista de aproximación al conocimiento del paisaje ya que expresa la manera en que los organismos percibimos e interactuamos con los patrones del paisaje.

Desde el punto de vista ecológico, un parche o clase representa un área discreta con condiciones ambientales relativamente homogéneas a una escala determinada y sus límites se distinguen por discontinuidades abruptas con su entorno (Kotliar y Wiens, 1990). Las Unidades de Paisaje, utilizadas como unidades de comparación en este trabajo, pueden ser entendidas como entidades que manifiestan de manera sintética circunstancias geomorfológicas y fisiográficas determinadas. La dinámica estructural de las mismas se evaluó mediante la aplicación de métricas paisajísticas, algoritmos que cuantifican atributos estructurales del paisaje, las cuales fueron seleccionadas de una canasta de

posibilidades porque mejor encapsulan las particulares del cambio estructural del paisaje.

Área de Estudio.

El área de estudio está ubicada en el sudeste del Departamento de Escalante en la provincia de Chubut, delimitada por las coordenadas: 45° 55' 45.2'' y 45° 29' 7.8'' L. S. y 67° 48' 43.81'' y 67° 8' 31.2'' L. O.

La principal característica climática del área de estudio es el bajo valor de Precipitación Total Anual (250 mm a⁻¹), concentrada en la estación invernal, determinando un clima mediterráneo. La temperatura media anual es de 12.5 °C, aunque en las mesetas basálticas por encima de los 600 msnm las temperaturas medias bajan a 9 °C. Otro aspecto característico del área es la presencia de fuertes vientos con dirección oeste – este definidos no solo por su persistencia (se presentan entre el 65 y 75 % de los días del año) sino también por su intensidad (de 15 a 22 km. h⁻¹) (Beeskow *et al.*, 1987).

El Departamento de Escalante está ubicado en las antiguas planicies fluvio glaciares originadas posiblemente durante la última glaciación Pliocena (Cesari, 1991). Las principales planicies son Pampa Salamanca y Pampa del Castillo, representando un área con dirección noreste sudoeste y con numerosos cañadones que bajan hacia el mar.

El área de estudio se encuentra comprendida dentro del Distrito del Golfo San Jorge (Soriano, 1956; Cabrera, 1971). Esta área corresponde a una franja que sigue la curvatura de la costa, y está caracterizada fisonómicamente por Estepas Herbáceas con Arbustos, Estepas Arbustivo Herbáceas, Estepas Arbustivas y Matorrales Cerrados y

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

Abiertos (Bertiller *et al.*, 1981; Bertolami, 2004; Bertolami *et al.*, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las bandas verde, rojo e infrarrojo cercano de una imágenes satelitales Landsat V TM del mes de marzo de 1996, 2002 y 2006, obtenidas en el marco del Convenio UNPSJB-CONAE por el Proyecto "Análisis del Ritmo Bioclimático de la Vegetación del Departamento Escalante (CHUBUT) mediante la utilización de Técnicas de Teledetección" (SECYT-UNPSJB); lo cual permitió una aproximación multitemporal abarcando un período de 10 años. El área de estudio fue cubierta con una sola imagen satelital. La separación de las Unidades de Paisaje se realizó a partir de la digitalización de la cota 650 de cartas topológicas (1:100.000) (IGM, Instituto Geográfico Militar).

Las imágenes satelitales fueron previamente corregidas tanto geométricamente (hasta un error mínimo de 14.5 m) como radiométricamente, para mejorar la visualización de las mismas (Chuvienco, 1990). Finalmente, se realizó una Composición en Falso Color Compuesto, asignando un triplete de colores a las bandas espectrales utilizadas.

Se realizó una Clasificación No Supervisada bajo la metodología de Isoclusters (de manera independiente en cada fecha analizada) para obtener las clases que conforman cada Unidad de Paisaje, las cuales fueron identificadas en base a la vegetación perenne dominante

con el soporte del Mapa de Vegetación (1:250.000) (Bertiller *et al.*, 1981) y trabajos realizados en el área (Bertolami *et al.*, 2005). Se estableció en número máximo de clusters en $n=5$, no habiéndose registrado clases anómalas.

Las métricas del paisaje utilizadas se aplicaron a nivel de clases (integrando por ponderación todos los parches de una misma clase) y a nivel de paisaje (integrando todas las clases del área completa). El primer nivel representa la distribución espacial de las clases permitiendo interpretar la fragmentación del paisaje, mientras que el segundo nivel da información acerca del patrón espacial del paisaje y de su heterogeneidad.

Se aplicaron cuatro métricas paisajísticas, centradas en las comunidades vegetales perennes del área de estudio (Tabla 1). El PLAND representa la proporción areal de cada clase en la unidad de paisaje, cuando se acerca a 0 corresponde a una clase rara, en cambio, valores cercanos a 100 indican que todo el paisaje consiste en una sola clase. El PD expresa el número de clases diferentes por unidad de área, cuando este índice tiende a 0, indica una menor densidad, es decir menos variedad de clases por unidad de área. El IA es igual a 0 cuando la clase focal está completamente desagregada y es 100 cuando la agregación es máxima. Cuando el SHDI es igual a 0, se interpreta que todo el paisaje está formado por una sola clase lo cual indica que no hay diversidad paisajística.

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

Tabla I. Cuadro Resumen de Métricas Paisajísticas.

Métrica	Algoritmo	Interpretación
Porcentaje de Paisaje (PLAND)	$PLAND = \sum P_i = \sum a_{ij} (A)^{-1} (100)$ $P_i =$ Proporción de paisaje de la clase i . $a_{ij} =$ Área (m^2) de la clase ij . $A =$ Total del paisaje (m^2)	Cuantifica la abundancia proporcional de cada clase. $0 < PLAND \leq 100$
Densidad de Parches (PD)	$PD = n_i (A)^{-1} (10000) (100)$ $n_i =$ Número de parches de la clase i . $A =$ Total del paisaje (m^2).	Expresa el número de parches por unidad de área. $PD > 0$
Índice de Agregación (AI)	Esta métrica se calcula a partir de la matriz de adyacencia, el cual muestra la frecuencia con que pares de clases aparecen lado a lado en la matriz paisajística. Es un porcentaje donde 0 es un paisaje completamente desagregado.	
Índice de Diversidad de Shannon (SHDI)	$SHDI = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$ $p_i =$ Proporción del paisaje ocupado por la clase i .	Indica la cantidad de información por clase. $SHDI \geq 0$, sin límite.

RESULTADOS

1. Unidades de Paisaje.

A partir de la digitalización de las curvas de nivel de la Carta Topológica, se identificaron dos unidades de paisaje: las antiguas planicies fluvio glaciares denominadas pampas (P) y los cañadones costeros (C). P corresponde a Pampas del Castillo y Pampa Salamanca, con una latitud entre 650 y 700 msnm, constituyéndose en el mayor nivel del Distrito del Golfo San Jorge. C corresponde a los cañadones orientales donde es factible la distinción de laderas sur, norte y los pedimentos. Cuatro

elementos del paisaje o clases fueron identificados en función de la respuesta espectral (Clasificación No Supervisada) y observaciones a campo.

En la Unidad de Paisaje P, se identificaron:

Clase P₁. Estepa Arbustiva Degradada. Cob. Veg.= 20 - 40%. Con representantes de *Chuquiraga avellanadae*, *Prosopis denudans*, *Lycium ameghinoi* y *L. chilensis* entre los arbustos, *Nassauvia ulicina*, *N. glomerulosa*, *Pleurophora patagonica* y *Acantholippia seriphoides* entre los

subarbustos y, finalmente *Stipa humilis* y *Stipa speciosa* entre las gramíneas.

Clase P₂. Estepa Arbustiva Herbácea. Cob. Veg.= 40 - 50%. Con representantes de *Chuquiraga avellanadae*, *Lycium ameghinoi* y *L. chilensis*, y un estrato herbáceo compuesto por *Stipa humilis*, *Stipa speciosa*, *Stipa neaei*, *Poa duseinii*, *Poa lanuginosa*, *Bromus* sp. y *Hordeum* sp.

Clase P₃. Estepa Herbácea con arbustos. Cob. Veg.= 70 - 80%. Tiene un estrato herbáceo muy bien representado, donde las especies dominantes son *Festuca pallescens* y *F. argentina*, con arbustos de *Senecio filaginoides*, *Nardophyllum obtusifolium*, *Mulinum spinosum* y *Adesmia campestris*.

Clase P₄. Estepa Arbustiva. Cob. Veg.= 80 - 90 %. Representada por arbustos de *Anarthrophyllum rigidum*, *Senecio filaginoides* y *Mulinum spinosum*. Los subarbustos están representados por *Azorella patagonica* y *Nassauvia darwinii*. Dentro de los pastos se encuentra *Festuca argentina*, *F. pallescens*, *Stipa humilis*, *Bromus* sp. and *Poa* sp.

En la Unidad de Paisaje C, se identificaron:

Clase C₁. Estepa Arbustiva Degradada. Cob. Veg.= 0 - 60%. Con especies de *Lycium chilensis*, *Junellia tridens*, *Atriplex sagittifolia*, *Retanilla patagonica* y *Colliguaja integerrima*, y subarbustos de *Acantholippia seriphioides* y *Nassauvia ulicina*.

Clase C₂. Matorral Cerrado. Cob. Veg.= 90- 95%. Se encuentra en las laderas sur de los cañadones, con especies dominantes de *Colliguaja integerrima*, *Retanilla patagonica*, *Berberis heterophylla*, *Grindelia chiloensis* y *Baccharis darwinii*. En el estrato herbáceo se encuentra *Poa lanuginosa*,

Phacelia magellanica, *Mutisia retrorsa*, *Loasa bergii*, *Leuceria* sp. y *Cerastium arvense*.

Clase C₃. Estepa Arbustivo Herbácea. Cob. Veg.= 60 -75%. Con representantes de *Colliguaja integerrima*, *Retanilla patagonica*, *Berberis heterophylla*, *Senecio filaginoides*, *Grindelia chiloensis* y *Baccharis darwinii*, con el estrato herbáceo compuesto por *Stipa humilis*, *Stipa speciosa* y *Stipa neaei*.

Clase C₄. Mallines. Cob. Veg.= 95 - 100%. Con especies de *Festuca pallescens*, *Acaena magellanica*, *Hordeum parodii*, *Juncus balticus* y *Carex subantarctica*.

2. Distribución de Clases.

El índice PLAND mostró un comportamiento similar en las unidades de paisaje analizadas (Tabla 2). En la unidad de paisaje P, la clase P₁ aumentó de 9.67 % en 1996 a 13 % en 2005, mientras que P₂ y P₃ disminuyeron su superficie en el período analizado. La clase P₄ no manifestó cambios. La evolución del PLAND en el tiempo presentó una reducción en superficie de las clases P₂ y P₃, mientras que P₁ aumentó en superficie. La clase P₃ fue la que se presentó en mayor proporción, seguida por P₂, situación que se mantuvo constante a lo largo de todo el período analizado. De igual manera, el PLAND en la unidad de Paisaje C presentó un incremento para la clase C₁ de 28.67 % en 1996 a 33.41 % en 2005, de manera inversa las clases C₂ y C₃ disminuyeron su superficie. La clase C₄ permaneció sin cambios evidentes. Las clases que ocuparon mayor superficie fueron C₁ y C₃.

Tabla II. Índice PLAND (%) para las Unidades de Paisaje y las Clases (años 1996, 2002 y 2005).

Unidad de Paisaje	Clases	PLAND 1996	PLAND 2002	PLAND 2005
P	P ₁	9.67	11.96	13
	P ₂	21.78	19.98	19.67
	P ₃	56.69	56.42	55.62
	P ₄	11.86	11.66	11.7
C	H ₁	28.67	31.12	33.41
	H ₂	18.2	16.23	15.79
	H ₃	29.56	28.96	27.09
	H ₄	23.57	23.7	23.7

3. Densidad de Clases.

El índice PD mostró en general una tendencia hacia la pérdida de parches a nivel de paisaje, con comportamientos diferentes en las Unidades de Paisaje estudiadas (Tabla 3). Considerando el PD total del área, se observó en general, una disminución de 15.27 en 1996 a 13.25 clases 100 Ha⁻¹ en el año 2005, con una tendencia clara en las tres fechas analizadas. En la Unidad de Paisaje P, se observó una tendencia a la reducción del número de clases por unidad de superficie

a lo largo del período, de 3.78 en 1996 a 2.77 clases 100 Ha⁻¹ en el año 2005. En la Unidad de Paisaje C, esta tendencia no fue tan evidente, ya que si bien el PD fue menor en el año 2005 (PD = 8.9 clases 100 Ha⁻¹) que en el año 1996 (PD = 8.93 clases 100 Ha⁻¹), en el año 2002 se observó un valor máximo (PD = 8.94 clases 100 Ha⁻¹). La Unidad de Paisaje C (PD = 8.92 clases 100 Ha⁻¹) mostró mayores valores de densidad promedio que la unidad P (PD = 3.23 clases 100 Ha⁻¹).

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

Tabla III. Índice de Densidad de Parches (PD) (Clases *100h-1) para las Unidades de Paisaje y media de PD (años 1996, 2002 y 2005).

Unidad de Paisaje	PD 1996	PD 2002	PD 2005	Media
P	3.78	3.15	2.77	3.23
C	8.93	8.94	8.9	8.92
Total	15.27	13.84	13.25	-

4. Agregación de Clases.

En general se observó un comportamiento similar en las Unidades de Paisaje analizadas (Tabla 4), más evidente en la Unidad de Paisaje P que en C. En la Unidad de Paisaje P, la clase P₁ presentó en 1996 un IA de 9.24 % mientras que en el 2005, este índice se incrementó a 12.64 %, al igual que P₄ de 11.54 % a 11.79 %. De manera inversa, las clases P₂ y P₃ presentaron una evidente reducción del índice en el mismo período analizado. La clase P₁ se agrega, mientras que P₂ y P₃ sufren un proceso de desagregación en la matriz paisajística. Similar comportamiento se observó en la Unidad de Paisaje C, donde la clase C₁ presentó un incremento en el valor del AI de 27.64 % en 1996 a 33.17 % en 2005, mientras que la clase C₃ disminuye de 32.51 % en 1996 a 27.23 % en 2005. En

la clase C₂, el proceso de desagregación no es tan evidente y en C₄ no se observa una tendencia definida en el tiempo.

5. Diversidad.

Se observó en general una disminución de la diversidad paisajística del área de estudio (Tabla 5), ya que el año 2005 presentó los menores valores (SHDI = 1.76) en las dos Unidades de Paisaje analizadas en relación al año 1996 (SHDI = 2.16). Esta tendencia es más evidente en la Unidad de Paisaje P que en C, donde la homogenización del paisaje se observa con una tendencia de todo el período, sin embargo en C, si bien los valores del índice en el año 2005 (SHDI = 1.04) son menores a los de 1996 (SHDI = 1.1), en 2002 se observó un aumento del mismo (SHDI = 1.17).

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

Tabla IV. Índice de Agregación (AI) (%) para las Unidades de Paisaje y las Clases (años 1996, 2002 y 2005).

Unidad de Paisaje	Clases	AI 1996	AI 2002	AI 2005
P	P ₁	9.24	12.31	12.64
	P ₂	22.87	20.49	19.61
	P ₃	56.34	55.53	55.94
	P ₄	11.54	11.65	11.79
C	H ₁	27.64	31	33.17
	H ₂	15.94	15.86	15.85
	H ₃	32.52	29.43	27.23
	H ₄	23.89	23.7	23.72

Tabla V. Índice de Diversidad de Shannon (SHDI) para las Unidades de Paisaje (años 1996, 2002 y 2005).

Unidad de Paisaje	SHDI 1996	SHDI 2002	SHDI 2005
P	0.72	0.65	0.49
C	1.1	1.17	1.04
Total	2.16	2.12	1.76

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

El porcentaje del paisaje cuantifica la abundancia de cada clase en la unidad del paisaje y mide entonces la composición estructural de la misma (Bonfanti *et al.*, 1997). La Unidad de Paisaje Pampas esta compuesta principalmente por la clase Estepa Herbácea con Arbustos (P_3) siguiéndole la Estepa Arbustiva Herbácea (P_2). Sin embargo, la clase identificada como Estepa Arbustiva Degradada (P_1) presentó un incremento tanto en superficie como en estado de agregación, de manera que su aparición en el paisaje no es de manera aislada y esporádica, sino sistemática. Los dos índices (PLAND y AI) tomados separadamente solo ofrecen información parcial sobre la dinámica estructural del paisaje, sin embargo analizados de manera conjunta permiten interpretar la consolidación de las clases, de esta manera, la consolidación de la Estepa Arbustiva Degradada, pareciera ocasionar el retroceso de las Estepa Arbustiva Herbácea (P_2) y la Estepa Herbácea con Arbustos (P_3), ya que ambas disminuyeron su superficie y estado de agregación. Ambos procesos, la pérdida de superficie y la desagregación podrían entenderse como procesos que se retroalimentan por la doble presión antrópica que se produce en el área, la actividad petrolera y la presión de herbivoría. Estos agentes de disturbio actuarían de manera conjunta desagregando las clases y provocando la reducción en superficie de las mismas. Sin embargo esta situación debería ponerse a prueba utilizando áreas testigo para descartar otros posibles factores de impacto.

La densidad de parches y la diversidad se analizaron a nivel de

paisaje. En ambos análisis se observó que a lo largo del período de estudio, la Unidad de Paisaje Pampas sufrió una disminución en la densidad, es decir disminuyó la variedad de clases por unidad de área, como así también presentó una menor diversidad, evidenciando una tendencia hacia la homogenización en el paisaje. Esto indica que hubo un proceso de empobrecimiento en la estructura del paisaje, favoreciendo las clases de menor diversidad biológica y calidad forrajera, en detrimento de aquellas clases con un importante estrato herbáceo con representantes de los géneros *Poa* sp., *Bromus* sp. y *Hordeum* sp.

En la Unidad de Paisaje Cañadones el comportamiento de ciertas métricas fue similar a las pampas aunque con una tendencia multitemporal menos evidente. Esto puede deberse a que tres de las cuatro clases que componen la unidad presentan proporciones areales similares (Tabla 2), otorgándole al paisaje mayor resistencia ante los disturbios antrópicos. La Unidad de Paisaje Cañadones esta compuesta por Estepas Arbustivas (C_3), Mallines (C_4) y Matorrales (C_2). La dinámica temporal indicó un avance en proporción y en el estado de agregación de la Estepa Arbustiva Degradada (C_1) y con la consecuente pérdida o retroceso de las Estepas Arbustivas Herbáceas (C_3) y los Matorrales (C_2). Aunque la disminución en el estado de agregación de esta última clase es mucho menor que en la anterior, debido a una mayor estabilidad ambiental (Díaz y Karlin, 1983) de los Matorrales como así también a la ubicación, en las laderas sur de los cañadones orientales de las pampas, mientras que las Estepas Arbustivas Herbáceas se encuentran generalmente por debajo de la cota de 300 msnm en los

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

pedimentos con suelos de depositación eólica (Cesari, 1981). Los agentes de formación del patrón del paisaje están entrelazados, de manera que sus interacciones ocasionan que algunos sitios estén más propensos o más protegidos que otros a los disturbios (Urban et al, 1987). En relación a la densidad de clases y a la diversidad paisajística, no se observó una tendencia clara, si bien puede decirse que en general hubo una disminución, al considerar la fecha inicial y final del análisis.

Las métricas paisajísticas aplicadas permitieron inferir sobre los cambios estructurales del paisaje en dos unidades del Distrito del Golfo San Jorge a través de un análisis multitemporal. Es factible inferir información útil sobre el patrón de cambio estructural del paisaje a partir de la combinación de métricas (Bonfanti *et al.*, 1997), tal como fue realizado en este trabajo a partir de la proporción de clase y su estado de agregación. El análisis del paisaje a diferentes niveles (clase o paisaje) y a diferentes escalas (espacial y temporal) permitió estudiar la tendencia del cambio en la estructura del paisaje como consecuencia de la actividad antrópica en el área.

BIBLIOGRAFÍA

- Beeskow, A. M., del Valle, H. y Rostagno, C. M. 1987. *Los Sistemas Fisiográficos de la región Árida y Semiárida de la provincia del Chubut, Argentina*. SECyT.
- Bertiller, M. B., Beeskow, A. M. y Irisarri, M. 1981. *Caracteres Fisonómicos y Florísticos de la Vegetación del Chubut*. Secretaria de estado de ciencia y tecnología. CONICET.
- Bertolami, M.A. 2004. *Structures paysagères, production et dégradation des steppes de Patagonie Argentine (Département d'Escalante, Province de Chubut)*. Tesis doctoral. Université Charles De Gaulle - Lille 3 (Lille Thèses, ISSN 0294-1767/1449043442/04). 164 pp.
- Bertolami, M. A., Stronati, M., Impaglione, L., Gratti, A., Fernández, S., Feijóo M. S., González, S., Arce, M. E., Escobar, J. y Elissalde, N. 2005. *Delimitación de Sitios de Pastoreo del Departamento de Escalante (Provincia del Chubut)*. *Naturalia Patagonia*. 2 (1): 1-14.
- Bonfanti, P., Fregonese, A. y Sigura, M. 1997. *Landscape Analysis in Areas Affected by Land Consolidation*. *Landscape and Urban Planning*. 37, 91-98.
- Cabrera, A. 1971. *Regiones Fitogeográficas de la Republica Argentina*. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2 (1) 1-85.
- Cesari, O. 1991. *Carta Geomorfológica del Departamento de Escalante, Chubut*. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. 6 pp.
- Chuvieco, E. 1990. *Fundamentos de Teledetección Espacial*. España.
- Díaz, R. O. y Karlin, U. O. 1983. *La Leñosas en los Sistemas de Producción (Chaco Árido)*. En: Taller de Arbustos Forrajeros para Zonas Áridas y Semiáridas. Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino. Mendoza. 107 pp.
- Farina, A. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall. Italy.
- Forman, R. T. y Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. Wiley, New York.

Rueter, Barbara. L.: Análisis Estructural de la Dinámica del Paisaje en el Distrito del Golfo San Jorge, Provincia de Chubut.

Kotliar, N. B. y Wiens J. A. 1990. *Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity*. *Oikos* 59:253-260.

Soriano, A. 1956. *Los Distritos Florísticos de la Provincia Patagónica*. *Rev. Ing. Agr.* 10:323-345.

Urban, D. L., O'Neil, R.V. y Shugart, H.H. 1987. *Landscape Ecology*. *Bioscience*.

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

2006

ENSAYO INMUNOENZIMATICO CINETICO DEPENDIENTE PARA EL DIAGNOSTICO DE HIDATIDOSIS

Fernandez Eduardo.

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica, realizada en la Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Sede Trelew. Director: Dr. Oscar Pucci. Defensa realizada en la Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Sede Comodoro Rivadavia. Fecha: 19 de diciembre 2006.

Palabras claves: ensayo inmunoenzimático, hidatidosis humana, antígeno, interacciones antígeno-anticuerpo.

RESUMEN

Luego de más de 40 años de investigación y de desarrollo de pruebas inmunológicas útiles, permanecen limitaciones en la serología de la hidatidosis humana basada en la detección de actividad anticuerpo.

Las limitaciones de las pruebas están relacionadas con la sensibilidad y con la especificidad. Éstas dependen del antígeno empleado, de la técnica inmunológica (presentación del antígeno) y del método seleccionado para detectar la reacción antígeno-anticuerpo.

Existe información previa referida a multiplicidad antigénica en material parasitario. La pureza del antígeno (única especie molecular, péptido sintético, antígeno recombinante) puede no ser compatible con la preservación de actividades antigénicas.

En este estudio, para la detección de actividad anticuerpo, se abordó:

- I. El antígeno;
- II. Las condiciones para las interacciones antígeno-anticuerpo y

III. El método para la detección de la reacción antígeno-anticuerpo.

El procedimiento de fraccionamiento gradual aplicado permite obtener, a partir de líquido hidatídico, preparaciones estables que aseguran la oferta de múltiples actividades antigénicas. La alteración de las propiedades del solvente acuoso provoca una disminución ó aumento gradual de la solubilidad de componentes del parásito, del huésped ó similares al huésped presentes en el líquido hidatídico.

La caracterización por inmunoelectroforesis (IEF) e inmunotransferencia (IB) de una de las fracciones, denominada antígeno LP, exhibe un patrón de bandas compatible con la presencia de los antígenos 5 y B. Por IEF, frente a sueros humanos hidatídicos y a sueros de animales inmunizados, el antígeno LP presentó el arco 5 con forma de doble media luna similar al descrito originalmente y en la prueba DD5 produjo el arco 5 con una ubicación, definición e intensidad similar a la banda obtenida con el antígeno de líquido hidatídico total liofilizado.

La coloración post electroforesis con colorantes específicos para lípidos y

proteínas comprobó la naturaleza lipo-

La resolución por SDS-PAGE de la fracción termoestable B obtenida a partir de la preparación LP revela subunidades de 9, 16 y 26 kDa con una abundancia relativa que disminuye con el aumento del Peso Molecular, característica del antígeno B.

Una preparación obtenida a partir de protoescolices de *E. granulosus*, utilizando un buffer de extracción con urea para facilitar la disolución de componentes, constituye una oferta -antígeno Pr- con diferencias antigénicas respecto a las fracciones derivadas de líquido hidatídico.

La disponibilidad de un ensayo K-ELISA con los marcadores enzimáticos alternativos utilizados, primero Ureasa y luego Peroxidasa, posibilitó la cuantificación de las actividades antigénicas y el cálculo de las relaciones de reactividades cruzadas de las preparaciones derivadas de líquido hidatídico y de protoescolices. La actividad antigénica determinada frente a suero homólogo disminuye, y la calculada frente a suero heterólogo aumenta, la relación de reactividad cruzada. Respecto a los antígenos LP y Pr, la fracción enriquecida en antígeno B presentó mayor relación de reactividad cruzada.

En el ensayo Peroxidasa IgG K-ELISA para detección de actividad anticuerpo se fijaron condiciones para no favorecer las interacciones no específicas de menor avidéz.

Con cantidades de antígeno adsorbido a la fase sólida no limitantes, la oferta de múltiples actividades antigénicas aumenta la posibilidad de que los anticuerpos específicos, respecto a los no específicos, formen con el antígeno uniones multivalentes más estables, de mayor avidéz.

La elución controlada con urea 6 M, luego de exponer la fase sólida-antígeno

proteica de la preparación LP. a los sueros en estudio, produjo una disminución del fondo no específico sin afectar la estabilidad y el potencial de la oferta antigénica.

Tanto la forma reducida como la forma oxidada del ácido ascórbico no absorben en el espectro visible. Su incorporación en el ensayo para medir actividad Peroxidasa con el sustrato TMB-H₂O₂ produce una fase de demora. Esta fase de retardo, proporcional a la cantidad de ácido ascórbico adicionado e inversamente proporcional a la actividad anticuerpo presente en la muestra, produjo una mejora en la resolución de las actividades enzimáticas correspondientes a los sueros hidatídicos con niveles de actividad anticuerpo ubicados entre y próximos a los límites superior e inferior del rango dinámico de la prueba.

En el ensayo Peroxidasa IgG K-ELISA, los antígenos LP y Pr presentaron respecto al antígeno B, mayor especificidad y un valor global ó de eficiencia diagnóstico más alto.

Ensayo a ensayo la técnica Peroxidasa IgG K-ELISA mantuvo el orden relativo de las magnitudes de sueros humanos hidatídicos con diferentes niveles de actividad anticuerpo.

En la técnica IB, los tres antígenos de mayor especificidad de 9, 16 y 24 kDa derivados de la preparación LP se identifican con claridad frente a sueros hidatídicos de la consulta espontánea ó de estudios seroepidemiológicos.

El ensayo Peroxidasa IgG K-ELISA con tres de los antígenos alternativos obtenidos (LP ó B ó Pr) se aplicó simultáneamente con las técnicas de precipitación en gel (arco 5), Hemaglutinación Indirecta e IB, al análisis de los sueros de 106 pacientes con historia hidatídica de la consulta espontánea y de 70 pacientes

con historia hidatídica detectados por encuestas serológicas y por imágenes de 1702 personas.

La combinación de las pruebas Peroxidasa IgG K-ELISA Ag LP y Peroxidasa IgG K-ELISA Ag Pr con dos o una reacción positiva por suero analizado, detectó el 98% de los pacientes hidatídicos sintomáticos. La sensibilidad de la técnica arco 5 en este grupo de pacientes fue del 38%.

La combinación de las pruebas Peroxidasa IgG K-ELISA Ag LP e IB con dos o una reacción positiva por suero analizado, detectó el 86% de los pacientes hidatídicos asintomáticos. La técnica arco 5 mostró en este grupo de pacientes una seropositividad del 21%.

La aplicación simultánea de las seis pruebas inmunológicas al análisis de los

sueros de los grupos de pacientes sintomáticos y asintomáticos, produjo resultados concordantes en un alto porcentaje de los sueros analizados con cinco de las seis pruebas (excepción técnica arco 5) y la obtención en algunos sueros de resultados negativos con una o más pruebas, y positivo/s con otra/s.

Este resultado puede constituir una comprobación experimental de la existencia en parásitos de multiplicidad de actividades antigénicas y del grado de preservación de las mismas en las ofertas antigénicas, de la diversidad de antígenos expuestos por presentar cada técnica inmunoquímica al antígeno en un contexto físico diferente y, consecuencia de esta diversidad, del requerimiento que tiene cada técnica inmunoquímica de anticuerpos con diferentes propiedades.

ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA Y VIABILIDAD DE HUEVOS DE ECHINOCOCCUS GRANULOSUS Y TAENIA HYDATÍGENA CON RELACIÓN A LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE

Sánchez Thevenet Paula

Tesis para el grado de Doctor en Bioquímica realizada en la Facultad de Ciencias Naturales UNPSJB y en la cátedra de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de la Plata (UNLP) y presentada en la Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB. Director: Prof. Dr. Juan A. Basualdo (UNLP). Co-Director: Prof. Dr. Héctor M. Alvarez (UNPSJB). Defensa: 18 de diciembre de 2006. Número total de páginas de la tesis: 107.

Palabras claves: *Echinococcus granulosus*, *Taenia hydatígena*, viabilidad huevos, dinámica transmisión, estructura, bioquímica.

RESUMEN

Esta tesis abordó el estudio de aspectos de la transmisión, la estructura y la bioquímica de huevos de Taeniidae, con relación a las condiciones del ambiente.

Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) es el agente causal de la hidatidosis, zoonosis que afecta a un gran número de animales domésticos, silvestres y también al humano. *Taenia hydatígena* (Pallas, 1766) provoca cisticercosis hepatoperitoneal (CHP), infección cosmopolita asociada a los métodos de explotación ganadera extensivos, que afecta a ovinos, caprinos y porcinos. La transmisión de ambos parásitos es el resultado de la relación presa-predador existente entre los hospederos. Así la población parasitaria en un momento dado, está determinada por tres subpoblaciones: ADULTOS en el hospedero definitivo (cánidos domésticos y silvestres), LARVAS en el hospedero

intermediario (rumiantes, equinos, porcinos) y HUEVOS en el ambiente.

La mayoría de los estudios sobre Taeniidae se han centrado en los estadíos de larva y de adulto, siendo un campo no explorado el del estadío de huevo, fase de vida libre de estos parásitos. En éste contexto se realizó la presente tesis doctoral, enfocada en los aspectos de dinámica de transmisión, estructura y bioquímica de huevos de Taeniidae, con relación a las condiciones del ambiente.

Los objetivos generales de la tesis fueron caracterizar la presencia y viabilidad de huevos de *E. granulosus* expuestos durante 41 meses a condiciones de clima árido mesotermal en la meseta patagónica y describir los mecanismos de viabilidad y cambios bioquímicos que presentan los huevos de *T. hydatígena* bajo condiciones de estrés hídrico.

Se utilizaron dos modelos de estudio, **Modelo 1**) a campo en condiciones ambientales naturales, para estudio sobre huevos de *E. granulosus* y, **Modelo 2**) en

condiciones ambientales controladas de laboratorio, para estudio sobre huevos de *T. hydatigena*. En el Modelo 1, se realizó la búsqueda de huevos envejecidos de *E. granulosus* en muestras ambientales de suelo, sedimento y de materia fecal canina y de animales silvestres. Se hizo un ensayo clínico controlado en ovinos para estudio de viabilidad de los huevos hallados. Se utilizaron técnicas de corroboración histológica y genéticas para caracterizar los quistes hidatídicos desarrollados en los ovinos. Se observaron las normas de bioseguridad y legales relativas a estudios experimentales con animales. En el Modelo 2 se estudiaron los huevos de *T. hydatigena* por medio de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (MEB). Se realizaron análisis por cromatografía en capa delgada y estudios de actividad metabólica. Se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas y analíticas.

El Modelo 1, permitió comprobar que en condiciones naturales de clima árido mesotermal, los huevos de *E. granulosus* permanecieron viables durante 41 meses, y se determinó que los mismos se encontraban en los estadios de huevo maduro y huevo semi-senescente. En el ensayo clínico se comprobó que los embriones contenidos en dichos huevos tuvieron la capacidad de penetrar, radicarse e iniciar el desarrollo post oncosférico en dirección al estadio larvario del parásito, conservando durante el periodo antes mencionado, su capacidad de producir quistes en el hospedero intermediario ovino.

La presencia y dispersión de los huevos de *E. granulosus*, en el predio utilizado para el Modelo 1, estuvo relacionada a los siguientes factores del ecosistema: hábitos de defecación y

tránsito de los perros infectados, carga de infección de cada perro, dirección prevalente de los vientos, topografía del terreno y presencia de agua superficial.

El Modelo 2 posibilitó describir características y mecanismos a nivel estructural y bioquímico, que permitieron a los huevos de *T. hydatigena* mantenerse viables por tiempos prolongados y tolerar condiciones de estrés hídrico. Se observó que parte de dichos huevos sobrevivieron aún luego de doce meses de exposición a condiciones de HR alta (89%), como intermedia (47%) y baja (31%), resultando significativas las diferencias observadas en los valores de supervivencia obtenidos entre los distintos regímenes de HR ($p < 0,05$). Los valores de supervivencia más bajos correspondieron a los huevos expuestos a HR 31%.

Del estudio de la variación de la viabilidad de los huevos de *T. hydatigena* expuestos a los regímenes de HR impuestos en éste trabajo, se evidenció la relación que existió entre las variables "humedad relativa" y "viabilidad de huevos". Los coeficientes de regresión obtenidos para cada sistema de HR mostraron valores negativos y significación estadística, confirmando que al transcurrir el tiempo de exposición a valores de HR menores, disminuyó el número de huevos viables (HR 31%: $r = -0,967$, $p < 0,01$, HR 47%: $r = -0,965$, $p < 0,01$ y HR 89%: $r = -0,858$, $p = 0,01$). Además los valores de los coeficientes de determinación (R^2) resultantes en cada sistema, corroboraron que un 93,45% de la variabilidad en la viabilidad de los huevos observada a HR baja, se debió a la exposición a 31% de HR ($R^2 = 0,9345$), un 93,15% de la variabilidad obtenida a HR media, se debió a la exposición a 47% de HR ($R^2 = 0,9315$) y un 73,58% de la

variabilidad obtenida a HR alta se debió a la exposición a 89% de HR ($R^2 = 0,7358$).

En las condiciones más desfavorables a las que fueron expuestos los huevos de *T. hydatigena* en el presente estudio, 31% HR/365 días, persistieron viables en promedio el 39% de los mismos, lo cual representaría aproximadamente 14.820 huevos de una proglótide madura del parásito adulto y supone que potencialmente se podrían generar aún alrededor de 1000 larvas en el hospedero intermediario ovino.

A través del Modelo 2 se demostró por primera vez que los huevos de *T. hydatigena* expuestos a condiciones de humedad relativa baja conformaron agregados a partir de una sustancia amorfa que los agrupó, y se constató que la mayor cantidad de huevos viables e íntegros se encontraron incluidos en dichos agregados.

Con relación a la estructura, se evidenció la morfología del embrióforo (Eb) que rodea a la oncosfera en huevos de *T. hydatigena* por MEB. El mismo está compuesto por subunidades de geometría preponderantemente hexagonal, y presenta poros de diámetro medio 0,12 μm . Se constató que el Eb conforma una cubierta que aísla y protege al embrión del medio externo y cuya integridad es importante para tolerar condiciones de desecación.

En el aspecto bioquímico, éste trabajo demostró que los huevos de *T. hydatigena* se encuentran metabólicamente activos fuera de sus hospederos habituales. Se evidenció que dichos huevos contienen lípidos, tales como colesterol libre y esterificado, triacilglicéridos (TAG), diacilglicéridos y ácidos grasos libres. Asimismo se demostró por primera vez que los TAG fueron utilizados por huevos de *T.*

hydatigena que permanecieron durante siete meses fuera del hospedero definitivo, aún bajo condiciones de estrés hídrico.

Las características y mecanismos antes descritos explicarían en parte la importante capacidad de los huevos de taenidos de permanecer viables por tiempos prolongados en el ambiente (Modelo 1) y su tolerancia a factores ambientales agresivos, como la baja humedad relativa, condición prevalente en la meseta central patagónica (Modelo 2).

Consideraciones finales: la investigación sobre transmisión, estructura y bioquímica de los parásitos tiene interés tanto en el campo del conocimiento básico como aplicado, por ser la base para la búsqueda y desarrollo de nuevos métodos de control y tratamiento de las afecciones que provocan. En este sentido el presente estudio es el primero en abordar la presencia y viabilidad de huevos de *E. granulosus* en un modelo natural, tal como lo es la meseta patagónica, y en poner en evidencia cuales de los factores de éste ecosistema se relacionaron a la dispersión de dichos huevos. Asimismo sienta las primeras bases referidas a algunas de las características estructurales y bioquímicas relacionadas al mantenimiento de la viabilidad de los huevos de taenidos fuera de sus hospederos.

Publicaciones y presentaciones científicas derivadas de la tesis durante su desarrollo:

Sánchez Thevenet, P., Jensen O., Drut, R., Cerrone, G. E., Grenóvero, M. E., Alvarez, H. M., Targovnik, H. M., Basualdo Farjat J.A. 2005. Viability and infectiousness of eggs of *Echinococcus granulosus* aged under natural conditions of inferior arid climate. Veterinary

Parasitology **133**: 71–77. ISSN: 0304-4017. DOI: 10.1016.

Sánchez Thevenet, P., Alvarez, H. M., Basualdo Farjat J. A. 2005. Lípidos en huevos de *Taenia hydatigena*. Parasitología Latinoamericana **60**: 323-324. ISSN 0717-7704. ISSN On line: 0717-7712.

Sánchez Thevenet, P., Jensen, O., Drut, R., Cerrone, G., Alvarez, H. M., Basualdo, J. A. 2004. Determinación de la viabilidad de huevos de *Echinococcus granulosus* envejecidos bajo condiciones naturales de clima árido inferior. Actas XVII Congreso Latinoamericano de Microbiología y X Congreso Argentino de Microbiología. I-459.

Sánchez Thevenet, P., Sarmiento, P., Alvarez, H. M., Basualdo, J. A. 2004. Estudio por microscopía electrónica de barrido de huevos de *Taenia hydatigena*. Actas XVII Congreso Latinoamericano de

Microbiología y X Congreso Argentino de Microbiología. I-460.

Sánchez Thevenet, P., Jensen O., Mellado I., Torrecillas, C., Raso, S., Flores, M. E., Minvielle, M. C. y Basualdo Farjat J. A. 2003. Presence and persistence of intestinal parasites in canine fecal material collected from the environment in the Province of Chubut, Argentine Patagonia. Veterinary Parasitology **117**: 263–269. ISSN: 0304-4017. DOI: 10.1016.

Jensen, O., Sánchez Thevenet, P. 2002. Consideraciones epidemiológicas de la hidatidosis/echinococcosis en la Patagonia Argentina. En: Situación de la Hidatidosis/Echinococcosis en la República Argentina. Denegri, G.M., Elissondo, M.C., Dopchiz, M.C. (eds.) . Editorial Martín. 51 – 55. ISBN: 987-543-024-2.