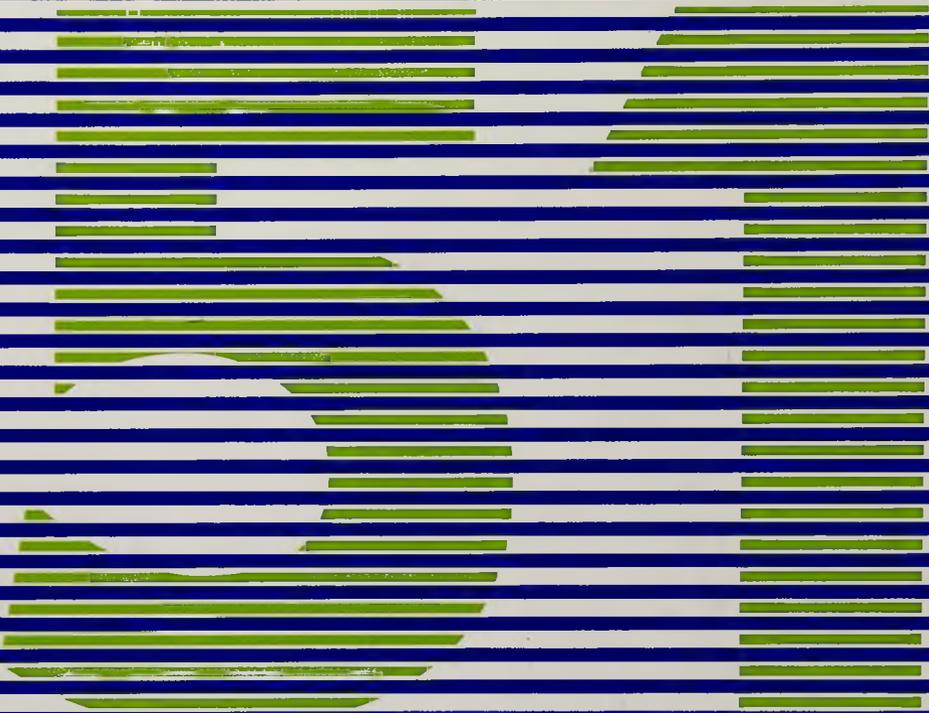


GOBIERNO DE CHILE
MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL



ISSN - 0027 - 3910

BOLETIN

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - Nº 51 - 206 p. - 2002



ISSN - 0027 - 3910

BOLETIN

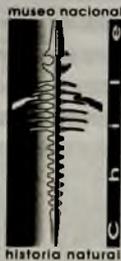
MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - Nº 51 - 206 p. - 2002

**BIODIVERSIDAD DEL PARQUE NACIONAL
LAGUNA SAN RAFAEL, AISÉN, CHILE
INICIATIVA DARWIN**



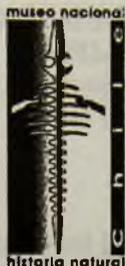
GOBIERNO DE CHILE
CONAF



British Embassy



Santiago



BOLETÍN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL CHILE

Directora

María Eliana Ramírez
Directora del Museo Nacional de Historia Natural

Editor

Daniel Frassinetti

Comité Editor

Pedro Báez R.
Mario Elgueta D.
Juan C. Torres - Mura

Consultores invitados

Sergio Avaria	Universidad de Valparaíso
Elizabeth Barrera	Museo Nacional de Historia Natural
Ariel Camousseight	Museo Nacional de Historia Natural
Agustín Iriarte	Servicio Agrícola y Ganadero
Herman Núñez	Museo Nacional de Historia Natural
Jaime Solervicens	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
Sebastián Teillier	Universidad Central
Luis Villarroel	Universidad de Santiago de Chile

© Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos
Inscripción N° 81702
Edición de 700 ejemplares
Museo Nacional de Historia Natural
Casilla 787
Santiago de Chile
www.mnhn.cl

Museo Nacional de Historia Natural
BIBLIOTECA CIENTÍFICA
Abate Juan Ignacio Molina
Casilla 787 - Santiago de Chile

MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA
Ministra de Educación Pública Mariana Aylwin O.
Subsecretario de Educación José Weinstein C.
Directora de Bibliotecas Archivos y Museos Clara Budnik S.

Contribución del
Museo Nacional de Historia Natural
al Programa del Conocimiento y Preservación
de la
Diversidad Biológica

El Boletín del Museo Nacional de Historia Natural es indizado en Zoological Records a través de Biosis

Se ofrece y se acepta canje

Exchange with similar publications is desired

Échange souhaité

Wir bitten um Austausch mit ähnlichen Fachzeitschriften

Si desidera il cambio con pubblicazioni congeneri

Deseja-se permuta com as publicações congêneres

Las opiniones vertidas en cada uno de los artículos
publicados son de exclusiva responsabilidad del autor respectivo.

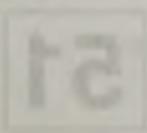
BOLETÍN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL
CHILE
2002

51

Biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael, Aisén, Chile
Iniciativa Darwin

SUMARIO

SAM ROSE y SERGIO HERRERA Biodiversidad en el Parque Nacional Laguna San Rafael, Región de Aisén, Chile	7
DAWN T. ROSE y EILEEN J. COX Diatoms (Bacillariophyta) from different benthic habitats within seven upland lakes in the Laguna San Rafael National Park, Chile	11
SEBASTIÁN TEILLIER y CLODOMIRO MARTICORENA Riqueza florística del Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile	43
WANDA QUILHOT, CECILIA RUBIO, ERNESTO FERNÁNDEZ y MARÍA E. HIDALGO Efectos de la radiación UV solar en la acumulación de 1'-cloropararina en <i>Erioderma leylandii</i> (Pannariaceae, Ascomycotina liquenizado), Laguna San Rafael, Aisén, Chile	75
WANDA QUILHOT, CECILIA RUBIO y JARLE W. BJERKE El género <i>Menegazzia</i> (Parmeliaceae, Ascomycotina liquenizado) en Laguna San Rafael, Aisén, Chile	81
WANDA QUILHOT, CECILIA RUBIO, MARIANO BERNAL y MATS WEDIN Estructura de comunidades liquénicas en <i>Embothrium coccineum</i> (Proteaceae) en Laguna San Rafael, Chile	85
FRESIA ROJAS y ALEJANDRO VERA Nota sobre insectos de desarrollo acuático del Parque Nacional Laguna San Rafael (Sector valle Soler).....	97
MARIO ELGUETA, JOSÉ MONDACA y ALEJANDRO VERA Fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del Parque Nacional Laguna San Rafael, Aisén - Chile	103
CLAUDIO C. RAMÍREZ Registro de algunas especies de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el Parque Nacional Laguna San Rafael	117



JULIETA MASSAFERRO, STEVE J. BROOKS y KELLY A. JACKSON
 Estudio preliminar de la distribución y composición de las comunidades de quironómidos (Diptera: Chironomidae) en el Parque Nacional Laguna San Rafael (46° S), Chile 123

HELEN DÍAZ-PÁEZ, CLAIR WILLIAMS y RICHARD A. GRIFFITHS
 Diversidad y abundancia de anfibios en el Parque Nacional Laguna San Rafael (XI Región, Chile) 135

NIGEL DUNSTONE, RACHEL FREER, GERARDO ACOSTA, LEON DURBIN, IAN WYLLIE, MARCELO MAZZOLI y DAWN SCOTT
 Uso del hábitat, actividad y dieta de la glúfiña (*Oncifelis guigna*) en el Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile 147

DAVID M. JOHN, ROBERT FOSTER-SMITH, GORDON L. PATERSON, MARÍA E. RAMÍREZ, NICK J. EVANS, MARY E. SPENCER JONES, DAVID G. REID y TIM J. FERRERO
 A "Biotope" approach to the marine benthic biological assemblages of the Laguna San Rafael National Park, Chile 159

CECILIA OSORIO, MARÍA E. RAMÍREZ y MARCO A. VEGA
 Distribución y abundancia de macroorganismos del intermareal de Isla Traiguén (45° S - 73° W), Estero Elefantes, Región de Aisén, Chile 175

SERGIO LETELIER V. y ANA MARÍA RAMOS L.
 Moluscos terrestres y de aguas continentales de la expedición Iniciativa Darwin (1998 - 1999), Región de Aisén, zona austral de Chile 185

DENNIS ALDRIDGE
 Implicancias para el manejo del Parque Nacional Laguna San Rafael 197

PRESENTACIÓN

BIODIVERSIDAD EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL, REGIÓN DE AISÉN, CHILE

SAM ROSE y SERGIO HERRERA
Coordinadores Proyecto Darwin

Antecedentes

Cuando en 1996, la Iniciativa Darwin para la Sobrevivencia de Especies, decidió financiar un proyecto de tres años para investigar la biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), se dio un paso significativo hacia el conocimiento y conservación de esta extensa área natural, remota y de una gran prístinidad. Este financiamiento contribuyó también a crear y mantener contactos entre personas de Chile y el Reino Unido (UK) interesadas en la investigación y conservación de la biodiversidad. Con la publicación de este Volumen de Síntesis, que contiene el trabajo de muchos científicos durante esos tres años, se hace evidente que la decisión de la Iniciativa Darwin estuvo bien fundada. El trabajo presentado aquí no sólo es de la más alta calidad y relevancia, sino que además demuestra que el proyecto ha generado colaboraciones activas, productivas y de prolongada duración.

La Iniciativa Darwin, un fondo del Gobierno Británico creado en 1992 durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, tiene como principio básico el utilizar recursos económicos y humanos británicos para colaborar y capacitar en el campo de la conservación y manejo de la biodiversidad en países ricos en diversidad biológica pero carentes en algunos recursos necesarios para su estudio y conservación. Esta asistencia se realiza en conjunto con prestigiosas instituciones de los países beneficiarios. El proyecto que generó la información presentada en este volumen, incorporó estas ideas creando y fortaleciendo lazos entre los colaboradores chilenos y británicos para acrecentar el conocimiento y contribuir a la conservación del PNLSR. Además, considerando que una de las metas de la Iniciativa Darwin es ayudar a los países firmantes de la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD) a cumplir sus obligaciones con ésta, es significativo que este volumen sea publicado en 2002, el año en que la Cumbre de la Tierra Río + 10 se efectúa en Johannesburg, y en la que convenios tales como la CBD serán revisados y reforzados.

Colaboradores

Los objetivos del proyecto fueron total o parcialmente cumplidos a través de la colaboración entre miembros de diversas instituciones. La Corporación Nacional Forestal (CONAF), en especial la Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre (UGPS) de la Región de Aisén y Raleigh Internacional (RI) conformaron el centro facilitador del proceso: CONAF como beneficiario principal y RI como implementador. CONAF, sobre la base de su gran experiencia en el manejo de Áreas Silvestres Protegidas, y de discusiones con reconocidos investigadores chilenos identificó las necesidades de manejo e investigación. RI tuvo la responsabilidad de concretar la participación de expertos del Reino Unido junto a una fuerza de trabajo de jóvenes voluntarios, que apoyaron las campañas de terreno, todos altamente interesados en colaborar en esta parte del mundo tan poco conocida.

El equipo de investigadores provino de diversas instituciones, como se desprende claramente de los capítulos de este volumen. Los colaboradores principales fueron el Natural History Museum (NHM) de Londres y el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de Santiago. Investigadores de ambos museos estuvieron involucrados en todas las etapas del proyecto, y constituyeron la mayoría de los científicos que realizaron trabajos de campo en el PNLSR, ya fuera en equipos nacionales o internacionales. Se destacan además las siguientes organizaciones colaboradoras: las Universidades de Durham

y Kent en el Reino Unido, la Universidad de Valparaíso, la U. Chile y U. Central de Santiago, U. de Los Lagos de Osorno y U. Austral de Chile. El proyecto tuvo el alto privilegio de contar en su primer taller con el recordado Profesor Edmundo Pisano de la Universidad de Magallanes de Punta Arenas.

En el campo del manejo de información sobre biodiversidad, el World Conservation Monitoring Centre del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC), fue clave no sólo en el diseño del proyecto sino que también en la facilitación del análisis de necesidades y de los talleres de revisión realizados en Coyhaique. Su aporte también se refleja en el establecimiento de un sistema de información geográfica que comenzó a desarrollarse en la UGPS de CONAF Región de Aisén.

Objetivos

El proyecto incluyó los siguientes objetivos:

- Conducir estudios de línea base de algunos componentes de la biodiversidad, y de los hábitats del PN Laguna San Rafael.
- Proporcionar el marco para el manejo de información sobre biodiversidad, para su aplicación en el proceso de toma de decisiones de manejo de Áreas Silvestres Protegidas.
- Capacitar a guardaparques de CONAF Región de Aisén en técnicas de muestreo y monitoreo.
- Identificar especies que pudieran servir como indicadores de la salud de ecosistemas y áreas de importancia ecológica especial, con fines de manejo y de identificación de procesos y actividades contaminantes que pudieran afectar la biodiversidad del parque.
- Promover el concepto de biodiversidad, y la toma de conciencia frente a los problemas de conservación entre los jóvenes participantes del trabajo de terreno, y a un público extendido de Chile y el Reino Unido.

Procesos

La actividad principal del proyecto fue estudiar la biodiversidad con los subsecuentes análisis de laboratorio. Sin embargo, debido a que la investigación de terreno se orientó a las necesidades identificadas, el proyecto se estructuró en torno a una serie de talleres de consulta y discusión, facilitados por el WCMC. Por otro lado, ya que desde las primeras reuniones de coordinación se planificaron más de diez estudios distintos, cada uno con las características propias de un proyecto científico independiente, pero persiguiendo objetivos comunes, este proyecto de la Iniciativa Darwin se transformó en un "Programa de Investigación".

El primer taller, realizado en Coyhaique en Noviembre de 1996, lanzó el proyecto y reunió a unas 25 personas, de Chile y el Reino Unido, incluyendo investigadores, conservacionistas, administradores y funcionarios públicos relacionados al manejo de las áreas silvestres protegidas y conservación de la biodiversidad. Durante cuatro días el taller discutió los problemas y necesidades del PN Laguna San Rafael. Esta reunión utilizó un proceso, nuevo para algunos de los participantes, que se enfocó en la identificación de las necesidades claves del parque, para determinar las prioridades de investigación que abordaran los requerimientos de investigación y manejo.

El segundo taller, también en Coyhaique, fue realizado inmediatamente después de la primera temporada de terreno. Durante ese período de 6 meses (Octubre de 1997 a Marzo de 1998), más de 20 científicos chilenos y británicos desarrollaron estudios que respondían a las prioridades identificadas en el primer taller. Algunos de los investigadores presentaron en este taller sus resultados iniciales, con el fin de revisar y adaptar las prioridades y actividades del proyecto. Esta reunión fue más acotada y permitió evaluar cuán efectivamente se habían alcanzado los objetivos originales, considerando en forma especial el término del proyecto, y sus proyecciones a futuro.

El taller final se efectuó en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, después de concluir las campañas de terreno. Esta reunión apuntó a revisar los resultados preliminares, evaluar el

proceso, y considerar cómo podían continuar desarrollándose en el futuro los diversos nexos y redes generados por el proyecto. Este taller fue facilitado y dirigido por CONAF y comprendió una parte de presentación de resultados y otra de discusiones. Los 25 participantes conformaron un grupo balanceado de científicos y profesionales de la conservación de CONAF, CONAMA y CODEFF. Ocho investigadores, seis de Chile y dos del Reino Unido, presentaron sus primeros resultados.

Aunque el proceso de usar talleres participativos fue en un comienzo poco familiar para algunos, éstos demostraron ser una herramienta efectiva en la conducción del programa de investigación. Más información sobre cada uno de los talleres puede encontrarse en las respectivas Actas (Rose y Herrera 1997, 1998 y 1999).

Investigación

El trabajo de campo se desarrolló en tres períodos del verano austral, entre 1996 y 1999, y entre los acuerdos tomados durante el último taller del Programa de Investigación sobre Biodiversidad en el Parque Nacional Laguna San Rafael, en Mayo de 1999, quedó expresado que “se explorará la posibilidad de publicar un volumen de síntesis de las investigaciones realizadas...”

Luego de casi tres años, la publicación de este volumen se hace realidad gracias al apoyo financiero del FCO (Foreign & Commonwealth Office), y la información producida por los distintos proyectos de investigación desarrollados en el PNLSR puede difundirse a un público más amplio, ayudando así al logro de dos de los objetivos generales establecidos en los comienzos de este programa: el promover el concepto de biodiversidad, y el proporcionar información para apoyar el manejo del PNLSR.

Este Volumen de Síntesis con resultados de 14 estudios sobre la biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael, es un valioso aporte al conocimiento de la flora y la fauna de esta Reserva Mundial de la Biosfera. No sólo se actualizan datos sino que se presenta nueva información que podrá ser utilizada por la Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre de CONAF Región de Aisén como una importante herramienta de gestión para el manejo de un área protegida que ocupa el segundo lugar nacional en cuanto a su extensión, pero que hasta hace pocos años era conocida casi exclusivamente por el glaciar y laguna que le dan el nombre.

El futuro

El legado de este proyecto de la Iniciativa Darwin es evidente no sólo por los trabajos descritos anteriormente o por las asociaciones producidas. Este programa de investigación creó una gran oportunidad para el acercamiento de la investigación científica y el manejo de las Áreas Silvestres Protegidas en Chile. Su exitosa gestión originó un proyecto de continuidad de 4 años, esta vez financiado por la Unión Europea, que se plantea con objetivos más ambiciosos y mayor cobertura geográfica. El nuevo Proyecto denominado “Biodiversidad de Aisén, Manejo Sustentable de Áreas Silvestres Protegidas” apunta a mejorar la capacidad de CONAF para manejar en forma sustentable las Áreas Silvestres Protegidas de la XI Región de Aisén; a un fortalecimiento de la capacidad técnica institucional, y a un acercamiento de las comunidades aledañas a los Parques y Reservas incluidos en el proyecto, con un importante componente de educación ambiental.

El progreso hecho en la conservación de la biodiversidad desde la conferencia de Río de 1992 ha sido considerable pero insuficiente. Esperamos que en la conferencia Río + 10 de este año, proyectos como éste puedan ser usados como estudios de caso de iniciativas positivas hacia el aumento del conocimiento de la biodiversidad, amplia difusión de la información producida, capacitación institucional, construcción y desarrollo de redes multiorganizacionales, y de un incremento en la toma de conciencia del valor de la diversidad biológica y lo crucial de cada esfuerzo dirigido a su conservación.

Reconocimientos

Sería imposible para nosotros agradecer y reconocer el trabajo de cada una de las personas e instituciones que dedicaron esfuerzos para que este proyecto rindiera frutos. Algunas de ellas son: todos los investigadores e investigadoras de Chile y el Reino Unido que sufrieron las inclemencias de la geografía y el clima en la Patagonia chilena; todos los que colaboraron en talleres y reuniones, facilitando tiempo y espacios institucionales; todas las organizaciones de financiamiento, en especial la Iniciativa Darwin. Y los cientos de voluntarios de Raleigh Internacional que con un gran espíritu de servicio y colaboración brindaron muchas horas de apoyo en terreno, en todo tipo de condiciones climáticas.

Si tuviéramos que individualizar nuestro reconocimiento, deberíamos agradecer a Dennis Aldridge de la Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre de CONAF Región de Aisén, y a Jonathan Cook de Raleigh Internacional por haber tenido la visión y la perseverancia para convertir una buena idea en un proyecto real, con resultados concretos, y que ha llenado de satisfacción a la gran mayoría de quienes estuvimos involucrados en él.

DIATOMS (BACILLARIOPHYTA) FROM DIFFERENT BENTHIC HABITATS WITHIN SEVEN UPLAND LAKES IN THE LAGUNA SAN RAFAEL NATIONAL PARK, CHILE

DAWN T. ROSE y EILEEN J. COX

Department of Botany, The Natural History Museum, London.
Cromwell Road, London, SW7 5BD, U.K.

ABSTRACT

Diatom assemblages from 18 samples from 7 lakes along an altitudinal gradient (200 - > 1000 m a.s.l.) in the Laguna San Rafael National Park, on the eastern side of the Patagonian ice cap, were analysed. Over 190 taxa from 38 genera were found and identified to species or variety wherever possible. Some taxa could not be allocated to known species. The diatom floras of the lakes differed considerably, with the lake environment showing a stronger effect on the assemblage than did the habitat type in two lakes (Alpha and Hielo Azul). However, the highest similarities were found between epiphytic samples from four lakes, Oxbow lake, Lagos Leones, Alpha and Quito. A few cosmopolitan species were found in almost all the lakes, but many taxa were restricted to one or two lakes. Assemblage data from all samples was subjected to TWINSpan revealing three major groups of assemblages, discriminated primarily by two cosmopolitan species and several acidophilic taxa. Fuller water chemistry was available for four lakes allowing the relationships between diatoms and water chemistry to be analysed using CANOCO. None of the environmental gradients were large, but DCCA discriminated clearly between the lakes, placing Buena Vista and Cachorro far apart, as they have no taxa in common. Alpha and Quito fell inbetween, but separated from each other because they share only a few, uncommon, taxa.

Key words: Diatoms, Benthic habitats, Laguna San Rafael National Park, Chile.

RESUMEN

Diatomeas (Bacillariophyta) de diferentes hábitats bénticos dentro de siete lagos de altura en el Parque Nacional Laguna San Rafael, Chile. Se analizó una colección de 18 muestras de Diatomeas colectadas en 7 lagos distintos a lo largo de un gradiente de altitud (200 ->1000 m.s.n.m.n.) del Parque Nacional Laguna San Rafael, al Este del campo de hielo patagónico norte. Se encontraron más de 190 taxones de 38 géneros que fueron identificados a especies o variedades cuando esto fue posible. Algunos taxones no pudieron ser asociados a ninguna especie conocida. La flora de diatomeas de los lagos difirió considerablemente; en dos lagos (Hielo Azul y Alpha) el medio ambiente lacustre tuvo mayor efecto sobre los ensambles que el tipo de hábitat. Sin embargo, las mayores similitudes fueron encontradas entre muestras de epifitas de cuatro lagos, Oxbow, Lagos Leones, Alpha y Quito. Algunas especies cosmopolitas fueron encontradas en casi todos los lagos, pero la mayoría de los taxones se restringieron sólo a uno o dos lagos. Los datos de los ensambles fueron procesados utilizando TWINSpan, cuyo análisis reveló la existencia de tres grupos principales de ensambles discriminados principalmente en dos especies cosmopolitas y varios taxones acidófilos. En cuatro de los lagos cuyas características químicas del agua eran conocidas se pudieron analizar las relaciones entre la química del agua y las diatomeas (usando CANOCO). Ninguno de los gradientes medioambientales fueron importantes, sin embargo el DCCA discriminó claramente entre los lagos, separando considerablemente los lagos Cachorro y Buena Vista ya que no presentan taxones en común. Alpha y Quito se ubicaron en una situación intermedia, pero separados entre ellos, ya que sólo comparten unos pocos taxones inusuales con los demás.

Palabras clave: Diatomeas, Hábitats bénticos, Parque Nacional Laguna San Rafael, Chile.

INTRODUCTION

Diatoms are perhaps the most species-rich and widely distributed microalgal group occurring in freshwater and marine environments throughout the world. Because many taxa have well-defined or restricted ecologies, diatoms have long been recognised as potential bioindicators and various diatom-based biomonitoring systems have been developed (Kolkwitz & Marsson 1908, Kolbe 1927, Hustedt 1938, 1938/1939, Lange-Bertalot 1978, Descy 1979, CEMAGREF 1982, Leclercq & Maquet 1987,

Lecoite *et al.* 1993, Round 1993, Kelly & Whitton 1995). Because their siliceous cell walls are also well preserved in lake-sediments, diatoms have also been used in palaeoenvironmental studies, reconstructing past lake-histories and climate (Allott *et al.* 1992, Bennion *et al.* 1995, Sayer *et al.* 1999). However, because few diatom taxa are truly cosmopolitan, their use as biomonitors must always be preceded by base-line studies that incorporate floristic surveys and environmental data collection. There have been relatively few studies that include diatoms from southern Chile (Kraske 1939a,b, 1949, Rivera 1983, Lange-Bertalot *et al.* 1996, Rumrich *et al.* 2000), and virtually no detailed ecological studies. This work therefore contributes to establishing a baseline data set on diatom diversity in the area, that could later be used to develop a water quality monitoring system within the LSRNP.

The Darwin Initiative (LSRNP biodiversity research programme) facilitated the collection of diatom samples and water chemistry from a range of aquatic habitats at different altitudes in the Laguna San Rafael National Park, southern Chile, in January–March 1998. The field work was concentrated in the Leones and Nef Valleys, on the eastern side of the North Patagonian ice cap, with the aim of obtaining biodiversity, habitat and water chemistry data (Cox 1999). Seven lakes within which different types of substratum had been sampled were subjected to more detailed analysis to investigate the relationships between site, substratum and diatom assemblages.

METHODS

During the course of three Raleigh International expeditions to the Laguna San Rafael National Park between 28th January and 20th March 1998, diatom and water samples were collected from a range of lakes (Cox 1999). The diatom floras of seven lakes (Table 1) were studied in more detail, with particular reference to different benthic habitats within the lakes.

TABLE 1. Details of site locations, altitude and field measurements.

Site	date	longitude	latitude	altitude m a.s.l.	temperature °C.	pH	alkalinity mg/l CaCO ₃
Oxbow Lake	11.02.98	72°50'20"W	47°07'50"S	202	23.0	6.7	-
Lago Leones	28.01.98	73°06'20"W	46°43'15"S	310	10.8	6.4	14.0
Lago Quito	16.02.98	73°00'50"W	47°08'40"S	370	18.5	7.2	17.0
Laguna Cachorro	04.02.98	73°06'30"W	46°44'50"S	430	11.7	6.6	10.2
Lago Alpha	13.02.98	72°54'30"W	47°07'30"S	500	14.0	7.0	24.0
Lago Buena Vista	22.02.98	73°10'05"W	47°05'40"S	740	19.9	5.9	2.0
Lago Hielo Azul	22.02.98	73°11'20"W	47°04'25"S	1048	8.1	6.6	9.0

Field methods

Diatoms were sampled from a range of surfaces in the shallow littoral of the lakes, including the soft surficial sediments (<1cc volume), rock scrapes, submerged mosses, and the surface of submerged macrophytes. Samples were transferred to small glass vials and preserved with Lugol's iodine. Water temperature, pH and alkalinity (Table 1) were measured in the field. 100mls of water were also taken at each lake for chemical analysis. The samples were filtered on site and frozen on arrival at the NHM.

Laboratory methods

Water samples were analysed for major cations and anions using ion chromatography and ICP mass spectroscopy (Table 2). Diatom samples were washed with distilled water and then cleaned of organic material by heating with 50% nitric acid. Cleaned and rinsed diatoms were mounted in Naphrax to make permanent slides for light microscopy, or on stubs for scanning electron microscopy. A complete set of slides is held in the Natural History Museum, London, and another set has been lodged at the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

TABLE 2. Concentrations of anions and cations in filtered and unfiltered lake water.

Ion chromatography (F – Mg) was not carried out on unfiltered samples, which are shown on the second line for each lake. No water samples were obtained for the Oxbow Lake and Lago Leones, and the filtered sample for Lago Hielo Azul was missing.

Site	F ppm	Cl ppm	NO ₃ ppm	PO ₄ ppm	SO ₄ ppm	Na ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Cr ppb	Mn ppb	Ni ppb	Cu ppb	Zn ppb	As ppb	Se ppb	Pb ppb
Oxbow lake	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lago Leones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lago Quito	<0.01	0.44	0.08	0.28	0.74	1.10	0.23	5.82	1.34	1.36 1.74	10.8 0.88	0.27 0.01	0.62 0.32	16.2 8.11	0.21 0.15	0.19 0.12	nf nf
Laguna Cachorro	<0.01	0.23	<0.02	0.07	8.59	0.59	1.04	7.04	0.59	0.59 0.76	2.39 1.32	0.66 0.65	0.23 0.42	4.27 5.15	0.09 0.15	nf nf	nf nf
Lago Alpha	<0.01	0.77	0.25	0.08	0.42	1.61	0.46	7.68	1.19	2.87 3.52	1.61 0.46	0.53 0.17	2.78 0.17	24.3 15.4	0.65 0.85	0.57 0.64	nf nf
Lago Buena Vista	0.01	0.34	0.08	<0.05	<0.01	0.49	0.08	0.31	0.07	2.14 5.00	1.95 1.02	nf nf	0.22 0.01	8.42 2.25	0.01 nf	0.04 nf	nf nf
Lago Hielo Azul										1.17	7.59	nf	nf	10.7	0.03	0.27	0.02

NH₄, Li and Cd were below detection limits in all samples.

The slides were initially examined under a Leica ATC 2000 microscope using oil immersion at x1000 magnification. Diatom valves were identified to species level as far as possible, and counted along one or more eyepiece transects per slide, counting 300–400 valves per sample / slide. The locations of taxa of particular interest were recorded with the use of an England Finder and subsequently re-examined using a Leica DMLB microscope, transmitted light Differential Interference Contrast (DIC), and images were captured digitally. A variety of texts were used to identify the taxa, including: Krammer (1997a,b), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a & 1991b), Krasske (1939a, 1949), Lange-Bertalot *et al.* (1996), Lange-Bertalot & Krammer (1989), Lange-Bertalot & Metzeltin (1996), Lange-Bertalot & Moser (1994), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Rumrich *et al.* (2000), Williams & Round (1987). Nevertheless a number of taxa could not be identified to known species and require further taxonomic investigation.

Statistical analyses

All diatom abundances were expressed as percentages of the total diatom count for each sample. Shannon-Wiener diversity (H') and evenness (E) were calculated for each sample using the following equations:

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i) \text{ and } E = H' / \ln S$$

where p_i is the proportion of the total sample represented by species i , and S is the total number of

taxa in the sample. Diversity (H') values range from 0 – 4 (highest) and evenness (E) from 0 – 1 (most even). Samples were also compared using the Bray-Curtis similarity measure, (or dominance identity, DI [Engelberg 1987]) using the equation:

$$DI_{1,2} = \sum q_i$$

Where $DI_{1,2}$ is the dominance identity between samples 1 and 2 and q_i is the smaller of the two relative abundances of species i . D can vary between 0% and 100%, with 0 indicating total dissimilarity and 100 absolute agreement between the two samples.

Diatom assemblages were classified into ecological groups using Two Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN for DBOS, version 3.2), a hierarchical classification technique based on the concept that a group of samples constituting a community type will have a corresponding group of species that characterise that community type i.e. indicator species. TWINSPAN incorporates quantitative data by considering the different abundance levels of the same species to be different species, which it calls pseudo-species. Therefore, a single recorded species at 4 different abundances in four different habitats may have four pseudo-species. The first division is crude and based on reciprocal averaging (as in CA) where the 1st ordination axis is divided at its centroid. Each sample is then classified into one of two groups (positive on the right hand side and negative on the left). Species are given a score according to their degree of preference for one side of the dichotomy or the other. Highly preferential species are those that are at least three times more common on one side and are given a score of one (rare species are downweighted). Borderline cases can occur and are sites close to the point in the ordination where the initial division occurred. Each new group undergoes the same process until a certain number of divisions have been performed or the group is too small to divide further. Once the samples have been classified into ecological groups, the species are classified according to their overall fidelity to the groups and a two-way, site by species matrix is produced from which a dendrogram can be produced (Jongman *et al.*, 1995). The cut levels used in the construction of pseudospecies were 0.1%, 2.1%, 4.1% and 7.1% and the dendrogram was drawn using Microsoft Excel 2000.

For those lakes with full water chemistry (Quito, Cachorro, Alpha, Buena Vista), the relationship of diatom distribution and abundance to environmental variables was investigated using multivariate ordination techniques in the software program, CANOCO Version 4 (ter Braak & Smilauer 1998). To determine whether the species data showed a unimodal or linear response and the strength of this response, the indirect exploratory ordination technique of Detrended Correspondence Analysis (DCA) was applied. This operates on species data alone by constructing theoretical environmental variables and produces a graphical summary of the major patterns of variation within the species data. Detrending was via segments, species were square-root transformed and rare species downweighted. DCA determines the maximum variance between site and species data, with the greatest amount of variation represented by axis 1 of the ordination. If a linear response is obtained, the data should be subjected to a Principle Components Analysis (PCA), whilst a unimodal response should be subjected to a simple Correspondence Analysis (CA) (also called reciprocal averaging or RA). DCA can flatten out some of the variation, leading to a loss of ecological information (Jongman *et al.* 1995). Thus, CA determines the effect of the detrending on the data (using interspecies distances and bi-plot scaling, square root transformation of species abundances and down-weighting of rare species) and also explains any correlation between species and sites. In a CA, species and site scores are maximally correlated with each other and are shown simultaneously along the same axes. Data can then be examined via Canonical (or Constrained) Correspondence Analysis (CCA), and its detrended form DCCA. Both CCA and DCCA allow examination of both species and environmental data as linear combinations of each other and statistical testing of the environmental variables (and hypotheses) to determine a minimum set of variables that explain most of the variation in the species data. Variables are only significant at the 5 % significance level where $p \leq 0.05$, via 999 unrestricted Monte Carlo Permutations. DCCA ordination was based on inter-sample distances with Hill's scaling. In strongly unimodal data Hill's scaling allows the species point in the biplot to be interpreted as the optimum of its unimodal response (ter Braak & Smilauer, 1998). Species

data were square root transformed, rare species downweighted and environmental data were standardised prior to entry into the program. Detrending was via 2nd order polynomials. The ordination gradients were drawn using Microsoft Excel 2000.

RESULTS

Lake characteristics

The lakes in this study cover an altitudinal gradient of over 800m, ranging from 202m to 1048m a.s.l. Most of the lakes are clear, with good light penetration (Kelly Jackson, pers. comm.), although no secchi depth readings were taken. Some of the lakes are not completely isolated, having inflows and / or outflows e.g. Leones, Cachorro and Alpha, while others are fed by glacial meltwater, e.g. Buena Vista. Water temperature ranged between 8.1°C and 23°C and did not necessarily decrease with increasing altitude, although the highest temperature was measured in the lowest lake, and the lowest temperature in the highest lake (Table 1). All lakes have slightly acidic to circumneutral pH, ranging from 5.9 to 7.2, lowest in Buena Vista and highest in Quito. Alkalinity, a measure of the total concentration of alkaline salts, ranged from 2 to 24 mg/l CaCO₃, Buena Vista and Alpha having the lowest and highest alkalinity, respectively. Fuller water chemistry was obtained for four lakes (Table 2) and shows considerable variation in some major cations and anions, although generally all are nutrient poor. Buena Vista has the lowest concentration of ions, Cachorro the highest, with a particularly high value for sulphate (8.59 ppm).

Diatom assemblages

TABLE 3. Summary of sample type from lakes

Lake	Sample	Type	Slide number
Oxbow lake	macrophyte	epiphytic (P)	BM 99792
Oxbow lake	rock scrape	epilithic (R)	BM 99793
Lago Leones	mud sample	epipelic (S1)	BM 99773
Lago Leones	not recorded	epilithic? (R?)	BM 99774
Lago Leones	mud sample	epipelic (S2)	BM 99775
Lago Leones	macrophyte	epiphytic (P)	BM 99776
Lago Quito	root scrape	epipelic (S)	BM 99795
Lago Quito	macrophyte	epiphytic (P)	BM 99796
Laguna Cachorro	rock scrape	epilithic (R)	BM 99779
Laguna Cachorro	macrophyte	epiphytic (P)	BM 99780
Lago Alpha	plant surface	epiphytic (P)	BM 99769
Lago Alpha	mud surface	epipelic (S1)	BM 99770
Lago Alpha	mud	epipelic (S2)	BM 99771
Lago Buena Vista	macrophyte	epiphytic (P)	BM 99826
Lago Buena Vista	mud	epipelic (S)	BM 99827
Lago Hielo Azul	moss	epiphytic (P)	BM 99822
Lago Hielo Azul	rock scrape	epilithic (R)	BM 99823
Lago Hielo Azul	sediment	epipelic (S)	BM 99824

Species	Oxbow		Leones				Quito		Cachorro		Alpha			Buena Vista		Hielo Azul		
	P	R	P	R?	S1	S2	P	S	P	R	P	S1	S2	P	S	P	R	S
<i>N. gracilis</i>	-	-	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. intermedia</i> #2	-	-	-	-	-	27.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. lacuum</i>	4.7	-	3.5	-	-	-	+	-	-	-	-	-	10.4	-	-	-	-	-
<i>N. palea / gracilis</i>	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. perminuta</i>	-	-	7.7	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenopterobia curvula</i>	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epithema turgida</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unknown sp. #5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-
Unknown sp. #8	-	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5
Total number taxa in sample	16	29	15	37	17	17	21	11	10	17	13	19	22	15	24	16	24	23
Shannon-Wiener diversity	0.99	2.34	1.82	2.83	1.44	2.10	2.06	1.42	1.25	1.34	1.92	2.20	2.05	2.24	2.50	2.12	2.47	2.34
Evenness	0.36	0.70	0.67	0.78	0.51	0.74	0.68	0.59	0.54	0.47	0.75	0.76	0.66	0.83	0.79	0.77	0.78	0.75

The most taxon rich genera were *Eunotia* Ehrenberg (26 taxa), *Nitzschia* Hassall (18), *Navicula* Bory (17), *Fragilaria* Lyngbye (14), *Gomphonema* Agardh (12), *Achnanthes* Bory (11), *Cymbella* Agardh (10) and *Brachysira* Kützing (8), although many taxa were rare. Thus the generic ranking of taxa with >2% abundance in any sample was *Eunotia* (16), *Nitzschia* (10), *Fragilaria* (8), *Brachysira* (7), *Achnanthes* (6), *Gomphonema* (6), *Navicula* (5), *Cymbella* (4) and *Encyonema* (4). Some lakes were dominated by particular genera, e.g. Cachorro had high abundances of *Fragilaria* spp. (>70%), compared to about 40% in Leones and 30% in Hielo Azul. Buena Vista epiphyton contained abundant *Eunotia* (>60%), *Frustulia* Rabenhorst (~20%) and *Brachysira* (~15%) spp. The same genera were found in slightly different proportions on sediments in Buena Vista (*Eunotia* <50%, *Frustulia* >20%, *Brachysira* >20%). *Eunotia* only occurred in two other lakes, Leones and Hielo Azul, on sediments in the former (>50%), and rock and sediment in the latter (~10% in each). *Frustulia* was also found in Quito epiphyton (~7%), Alpha epipelon (~19%) and Hielo Azul epilithon (~6%), whereas *Brachysira* was plentiful in Alpha epiphyton (~24%) and epipelon (40-45%). It also occurred in Hielo Azul epilithon (~15%) and to a lesser extent in Leones and Quito epiphyton (<5%). These genera, and particularly *Eunotia*, often occur in lower pH waters, and their dominance in Buena Vista is almost certainly a reflection of the lower pH (Table 1) and ionic concentrations (Table 2) in that lake.

Relationship between diatom assemblages and lakes

Fig. 1 shows the relationships between all 18 samples determined by TWINSPLAN, with the indicator taxa for the different groups in the dendrogram. There are three major groups of samples, Group A, Groups B-D, Groups E and F, and one group containing a single sample (G). Group G (Leones S2) is separated from the others at the first level by the presence of *Cocconeis placentula* Ehrenberg. At the next level, the distribution of 5 taxa, *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni, *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *F. rhomboides* var. *crassinervia* (Brébisson) Ross, *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Mills and *Eunotia tecta* Krasske, separates two groups of sites (E+F and A-D). Group E is separated from group F at level 3 by the presence of *Encyonema supergracile* Krammer & Lange-Bertalot. Thus, group F comprises the Buena Vista assemblages plus Hielo Azul R, while the epiphytic (P) assemblages from Leones and Quito together with Alpha S2 comprise group E. On the other side of the level 2 separation, group A (containing Leones S1, Leones P, Cachorro R and Hielo Azul P) is separated from groups B-D by the absence or low abundance of *C. microcephala* and *A. minutissima*. Group B (Cachorro R and Hielo Azul S) is separated off at level 4 by the presence of *Cymbella naviculiformis* Auerswald, while the

final division between groups C and D is made on the presence of *Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow in the latter (Alpha P and S1). Although TWINSpan groups both Oxbow and both Buena Vista assemblages together (groups C and F respectively), these groups also contain assemblages from other lakes, and similarly groups A, B and E contain assemblages from different lakes.

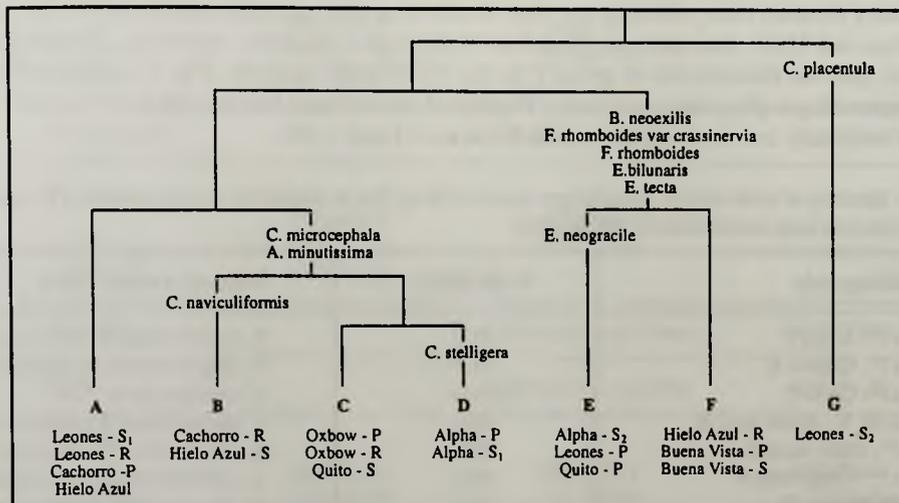


FIGURE 1. TWINSpan dendrogram showing the hierarchical clustering of sites (A-G). The taxa that discriminate between the groups are shown at the appropriate separation point on the diagram. Note that *C. microcephala* and *A. minutissima* are also abundant in group E.

The species associated with each group are listed as follows:

Group A: *AchnChil*, *AchnCoCo*, *AchnGerm*, *AchnLanc*, *AchnMiJa*, *AchnMinu*, *AchnSuba*, *AldaPsBr* *AmphVene*, *AulaGran*, *BracBre2*, *BracMino*, *BracNeoe*, *CaloSp1*, *CaviPseu*, *CymbCiCy*, *CymbCymb*, *CymbMicr*, *CymbSimo*, *DiatMeso*, *EncyNeog*, *EncySupa*, *EncyTris*, *EunoBiSu*, *EncyMinu*, *EunoMuMu*, *EunoPect*, *FragBent*, *FragCapu*, *FragCap1*, *FragCaCa*, *FragCapV*, *FragSp2*, *FragSp3*, *FragCap4*, *FragGerm*, *FragSyne*, *FrusRhom*, *FrusVulg*, *GompGral*, *GompPar1*, *GompPar2*, *GompPaPa*, *GompParv*, *GompPata*, *HannArAr*, *HannArAr*, *MeriCirc*, *MeriCiCo*, *NaviAngu*, *SellPuPu*, *NaviSp3*, *NaviTriv*, *NeidAfLo*, *NitzAmpi*, *NitzBaLa*, *NitzClau*, *NitzDiMe*, *NitzInte*, *NitzPaGr*, *NitzPerm*, *PinnSp1*, *PinnSp2*, *PinnStom*, *SellPuPu*, *StauPhoe*, *StauSp1*, *StauWisL*, *SuriPsCo*, *UKSp4*, *UKSp5*.

Group B: *AchnCoar*, *AchnMinu*, *AchnSuba*, *AchnVene*, *CaloSp2*, *CaviPseu*, *CymbCySi*, *CymbMicr*, *CymbNavi*, *EncyMinu*, *EncyTris*, *EpitSp1*, *FragCapu*, *FragCap1*, *FragCaCa*, *FrusCaCa*, *FrusRhSa*, *GompAcum*, *GompParv*, *NaviHalo*, *NaviHass*, *NaviPerm*, *NaviProt*, *NaviSp1*, *NaviSp2*, *NaviStau*, *NaviSubl*, *NaviSubm*, *NeidHerc*, *NaitzAlpi*, *NitzBaci*, *PinnGiMi*, *Sp1*, *StauSuat*, *SyneArRa*.

Group C: *AchnMinu*, *AchnMin2*, *AchnSp2*, *AulaGran*, *BracBr1*, *BracBr3*, *BracSp1*, *BracVitr*, *CaviPseu*, *CyclSp2*, *CymbFals*, *CymbMicr*, *CymbSimo*, *CymbSp1H*, *EncyNeog*, *EncyMinu*, *EncySupa*, *EpitHynd*, *EpiTuHy*, *EunoBiSu*, *FragSimi*, *FragSyne*, *FrusRhom*, *GompAcum*, *GompClav*, *GompPar3*, *NaviRadi*, *NitzBaci*, *NitzBaLa*, *NitzFru3*, *NitzLacu*, *PseuBre2*, *PseuBre3*, *PseuPseu*, *RhopGibb*, *SellLaLa*, *StauCons*, *StauCon1*, *StauConN*, *StauLeDu*, *StauPiPi*, *UKSp8*.

Group D: *AchnMinu*, *BracBre1*, *BracBre2*, *BracBrNe*, *BracSp1*, *CyclStell*, *CymbCist*, *CymbMicr*, *CymbSimo*, *EncyMinu*, *EncyNeog*, *FrusRhCr*, *GompAcum*, *GompGral*, *GompGra2*, *NitzBac1*, *NitzBaLa*, *NitzFrFr*, *NitzInt1*, *PseuBrev*, *SellSemi*, *SyneUlna*, *TabeFloc*.

Group E: *AchnSp1*, *AchnMinu*, *AmphPell*, *BracBreb*, *BracBre3*, *BracBrNe*, *BracNeoe*, *BracVitr*, *CratHali*, *CyclStell*, *CyclSp1*, *CymbCiCy*, *CymbFals*, *CymbMicr*, *CymbSimo*, *CymbSp1H*, *DiplSubo*, *EncyNeog*, *EunoBilu*, *EunoGird*, *EunoNaeg*, *FragExig*, *FragTene*, *FragSyne*, *FrusRhom*, *FrusRhCr*, *FrusVuNe*, *GompAcum*, *NaviAngu*, *NaviMart*, *NaviMini*, *NaviPseV*, *NaviRadi*, *NitzBaci*, *NitzBaLa*, *NitzDipp*, *NitzFrus*, *NitzGrac*, *NitzLacu*, *NitzPerm*, *PinnGibb*, *RhopGibb*, *StauPinn*, *StauSual*, *UKSP2*, *UKSp3*, *UKSp6*.

Group F: *AchnChil*, *AchnGerm*, *AchnMiJa*, *AchnMinu*, *BracBre2*, *BracBre3*, *BracNeoe*, *CaloSp1*, *CymbDiff*, *CymbMicr*, *DiatMeso*, *EncyMinu*, *EncyTris*, *EunoArcu*, *EunoBilG*, *EunoBilu*, *EunoBiMu2*, *EunoBiMu*, *EunoBiSu*, *EunoExig*, *EunoExi2*, *EunoInci*, *EunoInte*, *EunoNaeg*, *EunoPaPa*, *EunoSp1*, *EunoSp3*, *EunoSchw*, *EunoSuba*, *EunoSub2*, *EunoTect*, *EunoVali*, *FragCapu*, *FragSyne*, *FrusRhom*, *FrusRhCr*, *GompParG*, *MeriCiCo*, *NaviProt*, *NaviSubl*, *NaviStau*, *NeidAffi*, *NeidAppl*, *NeidSp1*, *NitzBaci*, *NitzInte*, *SellSemi*, *UKSp7*.

Group G: *CoccPlac*, *CymbDiff*, *CymbSimo*, *EunoDiod*, *EunoExig*, *EunoNaeg*, *EunoSuba*, *EunoSubM*, *EunoSp2*, *NaviLoLo*, *NaviMini*, *NaviSubl*, *NitzInte*, *StauKreg*, *StauCurv*.

Whereas TWINSpan separates groups largely on a presence-absence basis, the Bray-Curtis similarity measure incorporates abundance into its calculation. The ranking of the most similar assemblages using the latter is shown in Table 5 with the taxa making the largest contribution to the measure. It is clear that the widespread and abundant taxa, *C. microcephala* and *A. minutissima* account for much of the similarity between sites, although the high abundances of *B. neoexilis* and *F. rhomboides* in Alpha, Buena Vista and Hielo Azul account for a few of the higher similarity measures. The latter taxa are associated with the delimitation of group F in the TWINSpan analysis (Fig. 1). Nevertheless, many pairs of assemblages show little similarity; 25 pairs of assemblages had no species in common, and 56 pairs had extremely low similarity measures, between 0.1 and 5.0%.

TABLE 5. Ranking of most similar assemblages based on Bray-Curtis similarity measure showing the most abundant taxon or taxa contributing to the measure.

Assemblage pair	% similarity	important taxon / taxa
Leones P : Alpha P	57.0	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Leones P : Oxbow R	54.4	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Leones P : Quito P	50.0	<i>C. microcephala</i>
Hielo Azul R : Hielo Azul S	48.0	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Alpha P : Hielo Azul S	47.7	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Leones P : Hielo Azul S	46.3	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Quito P : Oxbow R	42.1	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Alpha S2 : Buena Vista S	41.3	<i>B. neoexilis</i> , <i>F. rhomboides</i>
Oxbow R : Alpha P	40.9	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Alpha P : Alpha S1	40.8	<i>C. microcephala</i>
Alpha S2 : Hielo Azul R	39.5	<i>C. microcephala</i> , <i>B. neoexilis</i>
Oxbow P : Leones P	39.2	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Oxbow R : Hielo Azul S	38.0	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Quito P : Alpha P	36.5	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Quito P : Alpha S1	36.1	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Oxbow R : Hielo Azul R	35.4	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Oxbow P : Alpha P	34.9	<i>A. minutissima</i> , <i>C. microcephala</i>
Leones P : Alpha S1	34.5	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Oxbow P : Hielo Azul S	33.6	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Oxbow R : Alpha S1	33.6	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Leones P : Hielo Azul R	33.1	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Alpha P : Hielo Azul R	33.0	<i>C. microcephala</i> , <i>A. minutissima</i>
Hielo Azul R : Buena Vista S	32.5	<i>B. neoexilis</i> , <i>E. bilunaris</i>

Comparing within-lake assemblages using the Bray-Curtis similarity measure (Table 6) revealed that there was extremely low similarity (<4%) between different habitats within Leones and Quito, whereas in Alpha and Hielo Azul some habitat comparisons showed >40% similarity. In the other lakes between habitat similarities were between 20-30%. This suggests that, in many cases, the substratum type had a marked effect on the diatom assemblage, rather than water chemistry being the overriding factor. Even in the lake with the lowest pH (Buena Vista), where a more specialised flora might have been expected, similarity between habitats is still below 30%. However, if similarity is calculated using genus rather than species abundances, within lake assemblages show greater similarity (Table 6) than within habitat comparisons (Table 7). Assemblage similarity is particularly high in Buena Vista (83.4%) and Cachorro (>80%) in which several species of *Eunotia* and *Fragilaria*, respectively, contribute significantly to the flora, whereas in Quito, Leones and Oxbow, similarity does not exceed 45%.

TABLE 6. Bray-Curtis similarity measures for within-lake assemblage comparisons. Values are % similarity based on species (or genus) abundances, where 0 indicates total dissimilarity and 100 indicates total similarity.

Hielo Azul			
	epiphyton	epipelon	
epilithon	11.1 (37.7)	48.0 (61.1)	
epipelon	8.5 (38.1)		
Buena Vista:		epipelon v. epiphyton	27.6 (83.4)
Alpha			
	epipelon 1	epipelon 2	
epiphyton	40.8 (72.1)	22.9 (50.4)	
epipelon 2	23.2 (69.2)		
Cachorro		epiphyton v. epilithon	24.0 (80.6)
Quito		epiphyton v. epipelon	0.0 (44.1)
Leones			
	epilithon?	epipelon 1	epipelon 2
epiphyton	3.0 (13.4)	3.8 (40.9)	1.7 (22.6)
epipelon 2	0.0 (13.1)	0.5 (15.1)	
epipelon 1	2.0 (15.4)		
Oxbow		epiphyton v. epilithon	25.5 (45.7)

Relationship between diatom assemblages and substrata

Table 7 shows that the greatest similarities were found between epiphytic samples from different lakes, e.g. Leones P and Alpha P (57%), Leones P and Oxbow P (54.4%), and Leones P and Quito P (50%). This reflects the high abundance of *A. minutissima* in these samples (Table 5). The similarities between Alpha P and Oxbow P and Quito P were also relatively high, 34.9% and 36.5% respectively. On the whole similarities between epipelic and epilithic samples from different lakes were lower, although Buena Vista S and Alpha S2 had a similarity measure of 42.3% (predominantly *F. rhomboides* and *B. neoexilis*), and Oxbow R and Hielo Azul R had a similarity measure of 35.4% (predominantly *C. microcephala* and *A. minutissima*). There was also little grouping of same habitat assemblages within the TWINSPLAN groups, except Cachorro P and Hielo Azul P in group A, and Leones P and Quito P in group E.

TABLE 7. Bray-Curtis similarity measures for between lake but within habitat comparisons. Values are % similarity based on species (or genus) abundances, where 0 indicates total dissimilarity and 100 indicates total similarity. Figures in parenthesis are based on generic identity only.

Epiphytic samples						
	Oxbow	Leones	Quito	Cachorro	Alpha	Hielo Azul
Hielo Azul	0.0 (22.1)	0.0 (24.1)	0.0 (18.8)	12.1 (31.3)	0.0(29.4)	0.0 (0.3)
Buena Vista	0.0 (0.3)	0.8 (6.2)	11.8 (24.3)	0.0 (0.0)	0.0 (16.3)	
Alpha	34.9 (50.7)	57.0 (65.4)	36.5 (64.8)	1.8 (4.5)		
Cachorro	1.4 (4.3)	1.8 (4.5)	2.1 (2.1)			
Quito	6.1 (24.0)	50.0 (54.9)				
Leones	39.2 (52.5)					
Epipellic samples						
	Leones S1	Leones S2	Quito	Alpha S1	Alpha S2	Buena Vista
Hielo Azul	4.0 (44.8)	1.7 (23.9)	22.3 (65.1)	25.9 (34.4)	16.3 (24.3)	2.0 (14.7)
Buena Vista	0.5 (3.0)	6.1 (42.8)	0.0 (1.9)	0.3 (23.4)	42.3 (45.1)	
Alpha S2	6.8 (12.9)	0.0 (19.9)	12.5 (19.0)	23.2 (69.2)		
Alpha S1	5.6 (19.0)	0.5 (10.9)	21.3 (40.5)			
Quito	2.5 (55.5)	0.5 (3.0)				
Leones S2	0.5 (15.1)					
Epilithic samples						
	Oxbow	Leones	Cachorro			
Hielo Azul	35.4 (58.2)	12.5 (21.2)	9.0 (17.3)			
Cachorro	5.3 (16.2)	3.5 (53.8)				
Leones	4.5 (17.8)					

Relationship between diatoms and lake environment

Species data and sites were first analysed using DCA (Fig. 2) which showed long gradients (axis 1 = 6.8 standard deviations (S.D.) and axes 2 = 3.05 S.D), indicating a strong to very strong unimodal response with a good spread of species and site scores. The eigenvalues for axes 1 and 2 are measured in standard deviation units (s.t.u.) ($\lambda_1 = 0.88$, $\lambda_2 = 0.53$) showing that axis 1 describes most of the variance in the data and implies a high β -diversity (species turnover rate from one habitat to the next). This may have a geographical basis as the altitudinal gradient of each lake increases with gradient length on axis 1. Axes 1 and 2 together explain 30% of the total cumulative percentage variance of the species data, with only an additional 3.6% being explained by all 4 axes. The total inertia in the species data is described by the sum of all unconstrained eigenvalues, 4.7.

Cachorro is separated from Buena Vista by more than 4 s.t.u. on the first axis indicating that these two lakes should have no species in common. This can be confirmed by comparing their assemblages in Table 4. Cachorro is also separated from Alpha by between 3-4 s.t.u., indicating that they have only a few species in common, i.e. *C. microcephala* and *Nitzschia bacillum* Hustedt, although only Cachorro R has both taxa. Species at the edges of the plot are deemed to be rare and in low abundance e.g. *C. naviculiformis*, *Fragilaria* # 3, *Cymbella difficilis* Krasske, *Amphipleura pellucida* Kützing and *Nitzschia dippelii* Grunow are all found in only 1 site and at less than 2% abundance. It is also clear that Buena Vista is unlike all the other lakes, with *Eunotia* spp. being the most abundant taxa, and with high abundances of a few species of *Brachysira* and *Frustulia*. *Fragilaria* is similarly most abundant in Cachorro. Meanwhile, considering individual habitats, the separation of Quito S from Buena Vista S, and Alpha S1 and P from Buena Vista S and P, by 4 or more s.t.u., suggests that the same habitat types may have few, if any, species in common. This is borne out by the original species counts and the summary in Table 4. In an attempt to interpret the 2nd axis, species with a high score (> 4 s.t.u.) and with a low score (< 1 s.t.u.) were compared. There

appears to be a split between those taxa "preferring" more acid conditions e.g. *Eunotia*, and those "preferring" more alkaline e.g. *Epithemia* Brébisson ex Kützing, *Nitzschia*. This suggests pH as the factor accounting for differences in relative abundances and assemblage composition between lakes. Thus, DCA reveals a clear difference in diatom assemblage structure between the lakes, and between similar habitats from different lakes. Although the cause of the differences cannot be deduced from the DCA, it provides clues when examined in relation to the measured environmental variables, e.g. altitude and pH.

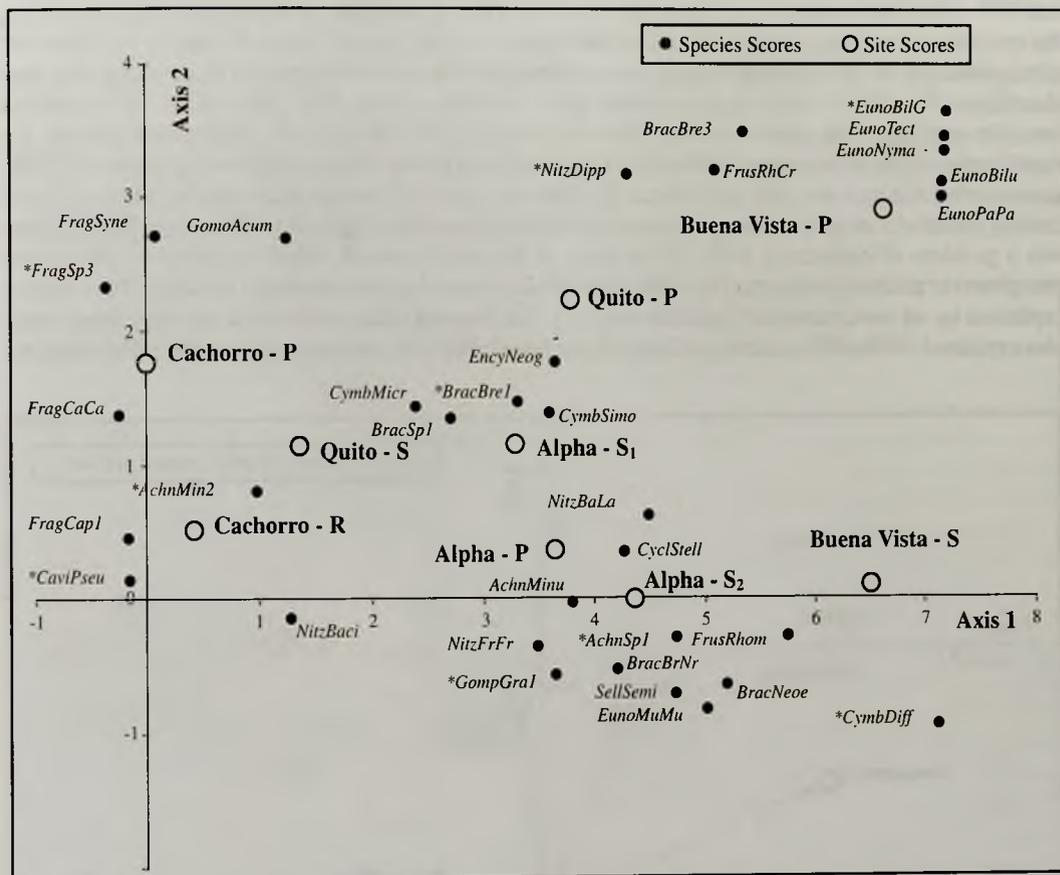


FIGURE 2. DCA of 9 sample sites within 4 lakes (species & sites). Those species marked with an asterisk (*) consist of an assemblage of species with the identifying taxa underlined as follows:

AehnSp1: *AmphPell*, *CratHali*, *CymbCiCy*, *DiplSubo*, *FusVuNe*, *NaviAngu*, *NaviMart*, *NaviPseV*, *NitzFrus*, *StauSual*, *UKSp2*, *UKSp3*.

AchnMin2: *AchnSp2*, *EncySupa*, *EpiTuHy*, *GompGrac*, *RhopGibb*.

BracBre1: *BracBre2*, *CymbCist*, *DiplElli*, *EncyMinu*, *PseuBrev*, *StauCoVe*, *SyneUlna*.

CaviPseu: *CymbCySi*, *CymbNavi*, *EpiTSp1*, *NaviHass*, *NaviLapi*, *NaviPerm*, *NaviStau*, *NeidHerc*, *PinnGiMi*, *StauSuat*, *SyneArRa*.

CymbDiff: *EunBiMu2*, *EunoBiSu*, *EunoExig*, *EunoExi2*, *EunoInte*, *EunoNaeg*, *EunoSchw*, *EunoVali*, *NaviProt*, *NaviSubl*, *NeidAffi*, *NeidAppl*, *NeidSp1*, *NitzInte*.

EunoBilG: *EunoBiMu*, *EunoInci*, *EunoSuba*, *EunoSub2*, *EunoSp1*, *UKSp7*.

FragSp3: *FragCap4*, *FragBent*, *NitzAmpi*, *NitzDiMe*, *PinnSp2*.

GompGra1: *GompGra2*, *NitzBac1*, *NitzInt1*, *TabeFloc*.

NitzDipp: *BracVitr*, *CyclSp1*, *CymbFals*, *EunoGird*, *FragExig*, *FragTene*, *NaviRadi*, *PinnGibb*, *StauPinn*, *UKSp6*.

To assess the effect of the detrending, CA and CCA analyses were performed, but both showed an arch in the data. (Detrending hides or corrects this.) According to Jorgman *et al.* (1995), this effect often happens when axis 1 of the CA explains most of the species data, because CA will not then detect a true 2nd gradient. Rearranging the species scores in ascending order in a data matrix revealed a clustering that confirmed the DCA. The results of the CCA were similar to the CA. The arch effect in the CCA ordination may have been the result of over-fitting a small data set, which can be corrected by DCCA.

In the DCCA the eigenvalues for the first two axes are λ_1 0.85 and λ_2 0.50. Together, they explain just 30% of the total cumulative percentage variance of the species data, although they explain 64 % of the species-environment relationship. The total inertia in the species data and sum of all canonical eigenvalues is 4.48 (the same as in the CCA) and describes the variance in species dispersion rather than abundance. The DCCA ordination is shown as two plots for clarity. Fig. 3 shows the environmental variables and Fig. 4 the species and samples. The results of the Monte Carlo permutation tests for the significance of the first canonical axis in explaining most of the dispersion gave a p-value of 0.005, showing that this axis is highly significant. Furthermore, a test of the significance of all canonical axes (testing the relationship between species and environment) was also highly significant ($p = 0.005$). There was a problem of colinearity with all but three of the environmental variables (chloride, nitrate and phosphate) in addition to the small number of samples compared to environmental variables. The variance explained by all environmental variables was 2.11, but forward selection showed that only three variables explained 100% of the variance to a significant level (chloride, potassium and calcium). Nevertheless,

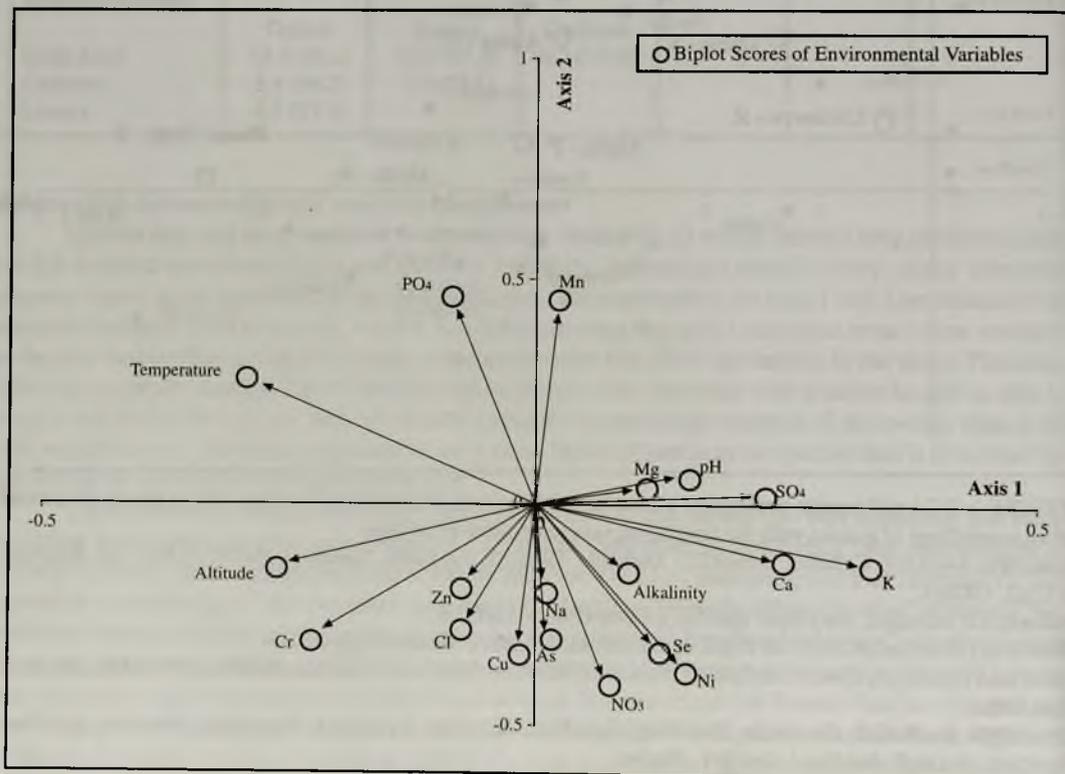


FIGURE 3. DCCA of the environmental variables for 9 sample sites within 4 Lakes. NB The scale is the same as in Figure 4 but has been expanded for clarity.

because the arrangement of species in the ordination is not affected greatly by intercorrelations, all variables were plotted in Fig. 3. The lengths of the arrows indicate the strength of the correlations between environmental variables and species, and as all arrows are very short, any correlation is weak. Arrows parallel to axes indicate a correlation with that axis. From Fig. 3 it can be seen that manganese, sodium, arsenic and copper correlate closely with axis 2, whilst sulphate correlates closely with axis 1. Since sites and samples are fitted onto the axes simultaneously, superimposing Fig. 3 over Fig. 4 shows that species and samples in the lower left quadrant of the plots are associated with metals and altitude, whilst those in the lower right quadrant are associated with alkalinity.

By examining the relative contribution of each species to the total cumulative variance in the ordination it is possible to determine which species have a stronger influence on the ordination. Species with larger variances have a stronger influence. The highest contributing species (for axes 1 and 2) are *Fragilaria capucina* #1, and *Fragilaria capucina* var. *capucina* Desmazieres, followed by *Eunotia paludosa* var. *paludosa* Grunow, *E. bilunaris* and *F. rhomboides*. The species contributing least were *Cymbella simonsenii* Krammer, *Encyonema neogracile* Krammer and *Eunotia muscicola* var. *muscicola* Krasske. All species contributed more to ordination axis 2 than 1.

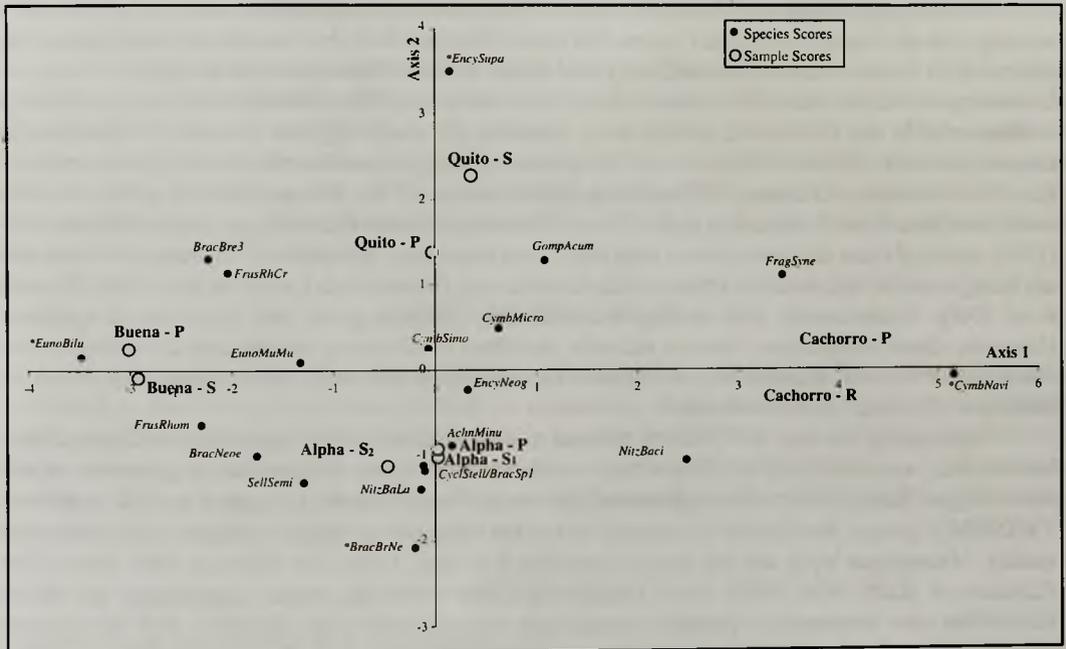


FIGURE 4. DCCA of 9 sample sites within 4 lakes (species & sites). Those species marked with an asterisk (*) consist of an assemblage of species with the identifying taxa underlined as follows:

EunoBilu: *CymbDiff*, *EunoBilG*, *EunoBilu*, *EunBiMu2*, *EunoBiMu*, *EunoBiSu*, *EunoExig*, *EunoExi2*, *EunoInci*, *EunoInte*, *EunoSuba*, *EunoSub2*, *EunoNaeg*, *EunoPaPa*, *EunoSp1*, *EunoSchw*, *EunoTect*, *EunoVali*, *NaviProt*, *NaviSubl*, *NeidAffi*, *NeidAppl*, *NitzInte*, *UKSp7*.

EncySupa: *AchnMin2*, *AchnSp2*, *BracVitr*, *CyclSp2*, *CymbFals*, *EpitTuHy*, *EunoGird*, *FragExig*, *FragTene*, *GompGrac*, *NaviRadi*, *NitzDipp*, *PinnGibb*, *RhopGibb*, *StauPinn*, *UKSp6*.

CymbiNavi: *CaviPseu*, *CymbCySi*, *EpitSp1*, *FragCap1*, *FragCaCa*, *FragSp3*, *FragCap4*, *FragBent*, *NaviHass*, *NaviLapi*, *NaviPerm*, *NaviStau*, *NeidHerc*, *NeidAmph*, *NitzDiMe*, *PinnGiMi*, *PinnSp2*, *StauSuat*, *SyneArAr*.

BracBrNe: *AchnSp1*, *AmphPell*, *BracBre1*, *BracBre2*, *CratHali*, *CymbCist*, *CymbCiCy*, *DiplElli*, *DiplSubo*, *EncyMinu*, *FrusVuNe*, *GompGrac*, *GompGra2*, *NaviAngu*, *NaviMart*, *NaviPseuV*, *NitzBac1*, *NitzInt1*, *NitzFrus*, *NitzFrFr*, *PseuBrev*, *StauCoVe*, *StauSual*, *SyneUlna*, *TabeFloc*, *UKSp2*, *UKSp3*.

Examining the positions of particular lakes, Buena Vista lies near the top of the altitude gradient and distant from the top of the pH gradient, while Cachorro lies at the opposite end of axis 1, near the top of the sulphate gradient. The distance between these sites imply that they have very few species in common, borne out by the similarity measure which is 0.0 for three of the four possible comparisons, 0.25 for the fourth. Alpha and Quito lie nearer the centre of the plot, on opposite sides of axis 1. Quito falls near the top of the manganese gradient while the position of the Alpha assemblages reflects the higher concentrations of copper, arsenic, sodium and chloride at that site. The different assemblages from each lake fall in slightly different positions because of the contrasting contributions of species to those assemblages. Thus, the positions of the two Buena Vista sites reflect the differing contributions of their most abundant species, *F. rhomboides*, *B. neoexilis* and *E. bilunaris*, and the proximity of Quito S to *Encyonema supergracile* Krammer reflects its occurrence in that sample only. The widespread taxa, *C. microcephala* and *A. minutissima* fall near the origin, on the positive part of axis 1, being found in all lakes except Buena Vista.

DISCUSSION

As this study comprised 18 samples from only seven lakes, it cannot be considered an exhaustive investigation of diatoms within the Laguna San Rafael National Park, but nevertheless some interesting points can be drawn. The restriction of many taxa to one or a few lakes was striking, although it was also interesting to find that two cosmopolitan species occurred in over 70% of the samples, sometimes at high abundances. On the other hand, several taxa, including *Cymbella difficilis* Krasske, *E. supergracile*, *Encyonema triste* (Krasske) Krammer and *Gomphonema patagonicum* Krasske, have only been recorded from South America (Krammer 1997a,b, Lange-Bertalot *et al.* 1996). Krasske (1939a,b, 1949) described many new taxa from S. America, and southern Chile in particular. According to Lange-Bertalot *et al.* (1996), some of these are synonymous with taxa found elsewhere, but an increasing number of new taxa are being recorded and described from South America only (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Rumrich *et al.* 2000). Unfortunately little ecological information has been given with these new descriptions. However, closer comparison between recently described S. American species and the unknown taxa (especially *Frustulia*, *Eunotia* and *Brachysira* specimens) in this study will be necessary before the identity of the latter can be resolved.

When using diatoms as indicators of water quality, epilithic assemblages have usually be chosen, because they are considered to show closer correlation with water quality than epiphytic or epipelic assemblages (Round 1993). Although the epilithic assemblages from the different lakes fall in different TWINSPAN groups, the data set is too small to test the reliability of epilithic samples to monitor water quality. Macrophyte hosts are not usually considered to have a selective effect on their diatom flora (Cattaneo & Kalff 1978, 1979, 1980, Emlin & Moss 1980) but, rather surprisingly, the highest similarities were obtained for epiphytic assemblages from different lakes. However, with the exception of Buena Vista, these assemblages usually contained high abundances of the cosmopolitan species, *A. minutissima* and *C. microcephala*. *A. minutissima* often occurs in disturbed habitats and is an early coloniser of surfaces (Round 1990, Cox 1991) while *C. microcephala* is usually associated with well-aerated habitats. However, according to Krammer (1997b) while the latter is found in oligotrophic, acidic and low conductivity waters in northern Europe, it occurs in calcium-rich, moderate conductivity waters in central Europe and North America. Its ecological distribution in the LSRNP lakes is closer to the latter than the former, particularly given its absence from the most acidic lake, Buena Vista. (The existence of contrasting ecological races may also indicate the need for taxonomic revision.) The higher abundances of *A. minutissima* and *C. microcephala* on plants and rocks compared to the higher abundances of *F. rhomboides* and *B. neoexilis* on sediments may also reflect habit differences. *A. minutissima* frequently attaches by mucilage stalks whereas *Frustulia* and *Brachysira* spp. occur as actively motile, free-living

individuals, that are able to survive in more mobile sediments. Species of *Eunotia*, *Brachysira* and *Frustulia* are often found in more acidic habitats. This pattern is maintained in this survey and supported by the ordination analysis.

DCCA can be a useful tool for exploring the relationships between species data and environmental variables, but because the present data set is small with short environmental gradients, care must be taken in interpreting the results. When performing DCA, CA and CCA there is a proviso that the number of environmental variables should be smaller than the number of sites, otherwise the species-environment correlation may yield values close to 1, even if none of the variables affect the species (ter Braak & Smilauer, 1998). This was not the case in this study but the results should still be interpreted carefully, as they remain little more than generalisations. The discrepancy between the sizes of the species and environmental data sets may have been an additional cause of the arch effect in the CA and CCA. It is possible to reduce the number of variables for CCA and DCCA, but there is an inevitable loss of information. However, in CANOCO the use of forward selection, or stepwise analysis of environmental variables via Monte Carlo permutations, allows the environmental variables to be reduced to their minimum while still explaining most of the variance. This is still no guarantee that the best set of variables will be selected as the problem of collinearity remains and multiple comparisons can produce significant, but false, results. Nonetheless, the tests are a reasonable measure of the analyses and how well each variable fits the species data.

The taxonomic diversity and floristic contrasts between different lakes in this small study indicate that there is much scope for using diatoms as environmental indicators. The number of unknown taxa is a further spur to investigating the flora in greater depth, and seeking to clarify the biogeography of diatom species. As more lakes are investigated in detail it will be possible to build up a local data set as the basis of a monitoring system for the park, using diatoms as indicators of environmental change. Causes of the latter may include increased human activity in the park and external factors such as climate change and increased UV radiation.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Kelly Jackson and Iain Sime for supervising the fieldwork by Raleigh venturers in LSRNP, to Vic Din and Gary Jones (NHM) for undertaking the chemical analyses and to Ian Tittley (NHM) and Gavin Simpson (UCL) for assistance in running TWINSPAN and CANOCO respectively. The diatom analyses were carried out by the first author as part of a NERC funded M.Res. studentship at University College London. Laurence Carvalho and Viv Jones are also thanked for their support during that study.

REFERENCES

- ALLOTT, T.E.H., HARRIMAN, R. & BATTARBEE, R.W.
1992 Reversibility of lake acidification at the Round Loch of Glenhead, Galloway, Scotland. *Environmental Pollution*, 77: 219-225.
- BENNION, H., WUNSAM, S., & SCHMIDT, R.
1995 The validation of diatom-phosphorus transfer functions: an example from Mondsee, Austria. *Freshwater Biology*, 24: 271-283.
- CATTANEO, A. & KALFF, J.
1978 Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in Lake Memphremagog (Que. & V.T.). *Hydrobiologia*, 60: 135-144.
- CATTANEO, A. & KALFF, J.
1979 Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants. A study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnology and Oceanography*, 24: 1031-1037.

CATTANEO, A. & KALFF, J.

1980 The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds. *Limnology and Oceanography*, 25: 280-289.

CEMAGREF

1982 Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E.Lyon-A.F.Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. 218 p.

COX, E.J.

1991 What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? In Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds), *Use of algae for monitoring rivers*,: 33-40. Institut für Botanik, Innsbruck.

COX, E.J.

1999 Diatoms from freshwaters in the southern Andes (Laguna San Rafael National Park). A preliminary report. Preliminary report for Raleigh International and CONAF. The Natural History Museum, London. 40 p.

DESCY, J.P.

1979 A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia Beiheft*, 64: 305-323.

EMINSON, D. & MOSS, B.

1980 The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. 1. The influence of host type and external environment on community composition. *British Phycological Journal*, 15: 429-446.

ENGELBERG, K.

1987 Die Diatomeen-Zönose in einem Mittelgebirgsbach und die Abgrenzung jahreszeitlicher Aspekte mit Hilfe der Dominanz-Identität. *Archiv für Hydrobiologie*, 110: 217-236.

HUSTEDT, F.

1938 Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Teil I. Systematischer Teil. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement*, 15: 131-506.

HUSTEDT, F.

1938/1939 Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Teil II. Allgemeiner Teil. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement*, 15: 638-790; *Archiv für Hydrobiologie, Supplement*, 16, 1-155: 274-394.

JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F. & VAN TONGEREN, O.F.R.

1995 *Data analysis in community and landscape ecology*. 2nd edition. Cambridge University Press, 299p.

KELLY, M.G. & WHITTON, B.A.

1995 A new diatom index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7: 433-444.

KOLBE, R.W.

1927 Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasserdiatomeen. *Pflanzenforschung*, 7: 1-146.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M.

1908 Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Berichte der deutsche Botanische Gesellschaft*, 26A: 505-519.

KRAMMER, K.

1997a Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica*, 36: 1-382.

KRAMMER, K.

1997b Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica*, 37: 1-469.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H.

1986 Bacillariophyceae. 1 Teil: Naviculaceae. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Möllenhauer, eds.), 1-876. G. Fischer, Stuttgart & New York.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H.

1988 Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Möllenhauer, eds.), 1-596. G. Fischer, Stuttgart & New York.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H.

1991a Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Möllenhauer, eds.), 1-576. G. Fischer, Stuttgart & New York.

- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H.
1991b Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa (Begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Möllenhauer, eds.), 1-437. G. Fischer, Stuttgart & New York.
- KRASSKE, G.
1939a Zur Kieselalgenflora Südchiles. Archiv für Hydrobiologie, 35: 349-368.
KRASSKE, G.
1939b Zur Kieselalgenflora Brasiliens, I. Archiv für Hydrobiologie, 35: 552-562.
KRASSKE, G.
1949 Subfossile Diatomeen aus den Mooren Patagoniens und Feuerlands. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A IV, Biologica, 14: 3-94.
- LANGE-BERTALOT, H.
1978 Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. Archiv für Hydrobiologie, Supplement, 51 (Algologica Studies, 23): 393-427.
LANGE-BERTALOT, H., KÜLBS, K., LAUSER, T., NÖRPEL-SCHEMP, M. & WILLMANN, M.
1996 Dokumentation und Revision der von Georg Krasske beschriebenen Diatomeen-Taxa. Iconographia Diatomologica, 3: 1-358.
- LANGE-BERTALOT, H. & KRAMMER, K.
1989 Achnanthes: eine Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica, 18: 1-393.
- LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D.
1996 Indicators of oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. Iconographia Diatomologica, 2: 1-390.
- LANGE-BERTALOT, H. & MOSER, G.
1994 Brachysira. Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica, 29: 1-212.
- LECLERQ, L. & MAQUET, B.
1987 Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Documents du travail, No. 38: 112 p.
- LECOINTE, C., COSTE, M. & PRYGIEL, J.
1993 "OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia, 269/270: 509-513.
- METZELTIN, D. & LANGE-BERTALOT, H.
1998 Tropical diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. Iconographia Diatomologica, 5, 1-695.
- RIVERA, P.
1983 A guide for references and distribution for the class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica, 3: 1-386.
- ROUND, F.E.
1990 The effect of liming on the benthic diatom populations in three upland Welsh lakes. Diatom Research, 5: 129-140.
- ROUND, F.E.
1993 A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. Methods for the examination of waters and associated materials. HMSO, London. 65 p.
- ROUND, F.E., CRAWFORD, R.M., & MANN, D.G.
1990 The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, 747 p.
- RUMRICH, U., LANGE-BERTALOT, H. & RUMRICH, M.
2000 Diatomeen der Anden. Von Venezuela bis Patagonien / Feuerland. Iconographia Diatomologica, 9: 7-649.
- SAYER, C., ROBERTS, N., SADLER, J., DAVID, C. & WADE, P.M.
1999 Biodiversity changes in a shallow lake ecosystem: a multi-proxy palaeolimnological analysis. Journal of Biogeography, 26: 97-114.
- 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, NY, USA), 352 p.
- WILLIAMS, D.M. & ROUND, F.E.
1987 Revision of the genus Fragilaria. Diatom Research, 2: 267-288.

APPENDIX 1. TOTAL SPECIES LIST.

Order follows taxonomic treatment in Round, Crawford & Mann (1990). Taxa with * occurred at >2% abundance in at least one sample.

Coccinodiscaceae (centric diatoms)

Cyclotella stelligera Cleve & Grunow *

Cyclotella #1

Cyclotella #2

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen *

Fragilariophyceae (araphid pennate diatoms)

Hannaea arcus (Ehrenberg) Patrick *

Hannaea arcus var. *arcus*

Fragilaria bent

Fragilaria capucina Desmazieres *

Fragilaria capucina #1 *

Fragilaria capucina var. *capucina* *

Fragilaria exigua Grunow in Cleve & Möller

Fragilaria germainii Lange-Bertalot & Reichardt

Fragilaria similis Krasske *

Fragilaria tenera (W. Smith) Lange-Bertalot

Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen *

Fragilaria cf. *vaucheriae* *

Fragilaria #2

Fragilaria #3

Fragilaria #4 *

Fragilaria / *Synedra* sp. *

Staurosirella leptostauron var. *dubia* (Grunow) comb. nov.

Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams & Round

Staurosirella pinnata var. *pinnata*

Staurosira construens Ehrenberg var. #1 *

Staurosira construens var. nov.

Staurosira cf. *construens*

Staurosira construens fo. *venter*

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow in Van Heurck) Williams & Round

Pseudostaurosira brevistriata var. #2

Pseudostaurosira brevistriata var. #3

Pseudostaurosira pseudoconstruens (Marciniak) Williams & Round

Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing *

Meridion circulare (Greville) Agardh *

Meridion circulare var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck

Synedra acus Kützing / *S. radians* *

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing

Bacillariophyceae (raphid diatoms)

Eunotia arcus Ehrenberg

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills *

Eunotia bilunaris var. *subarcuatooides*

Eunotia bilunaris var. *mucophilia* Lange-Bertalot & Nörpel *

Eunotia bilunaris var. *mucophilia* #2 *

Eunotia bilunaris ? (girdle view only) *

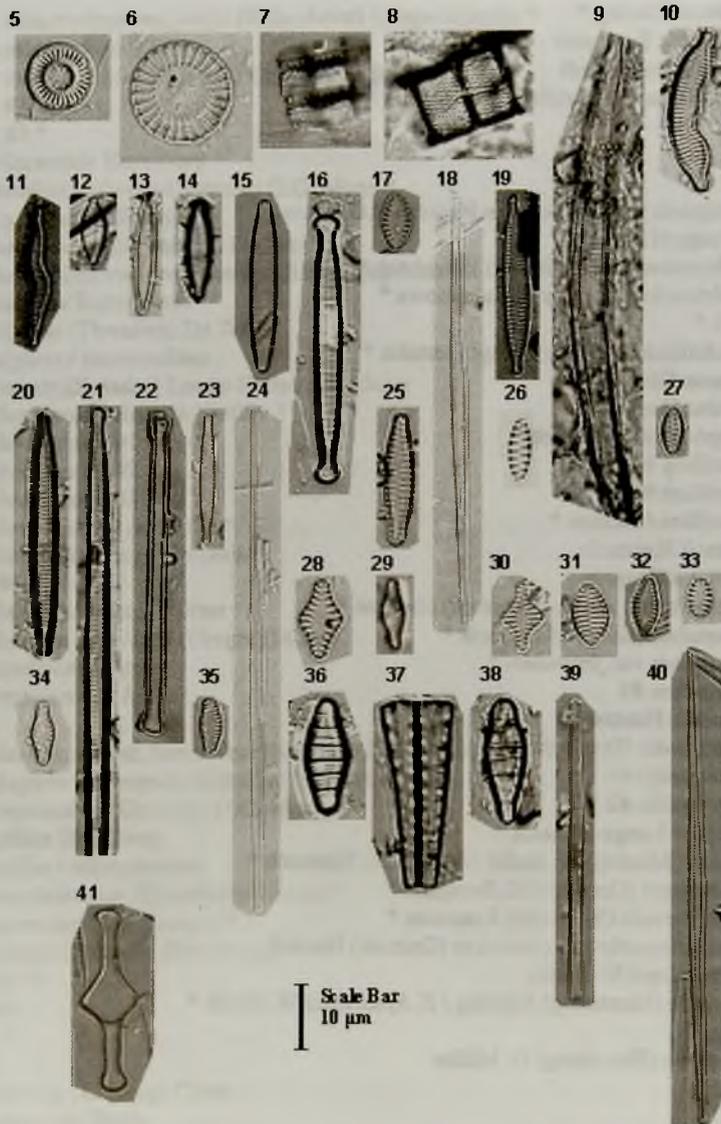
Eunotia diodon Ehrenberg *

Eunotia exigua (Brébisson) Rabenhorst *

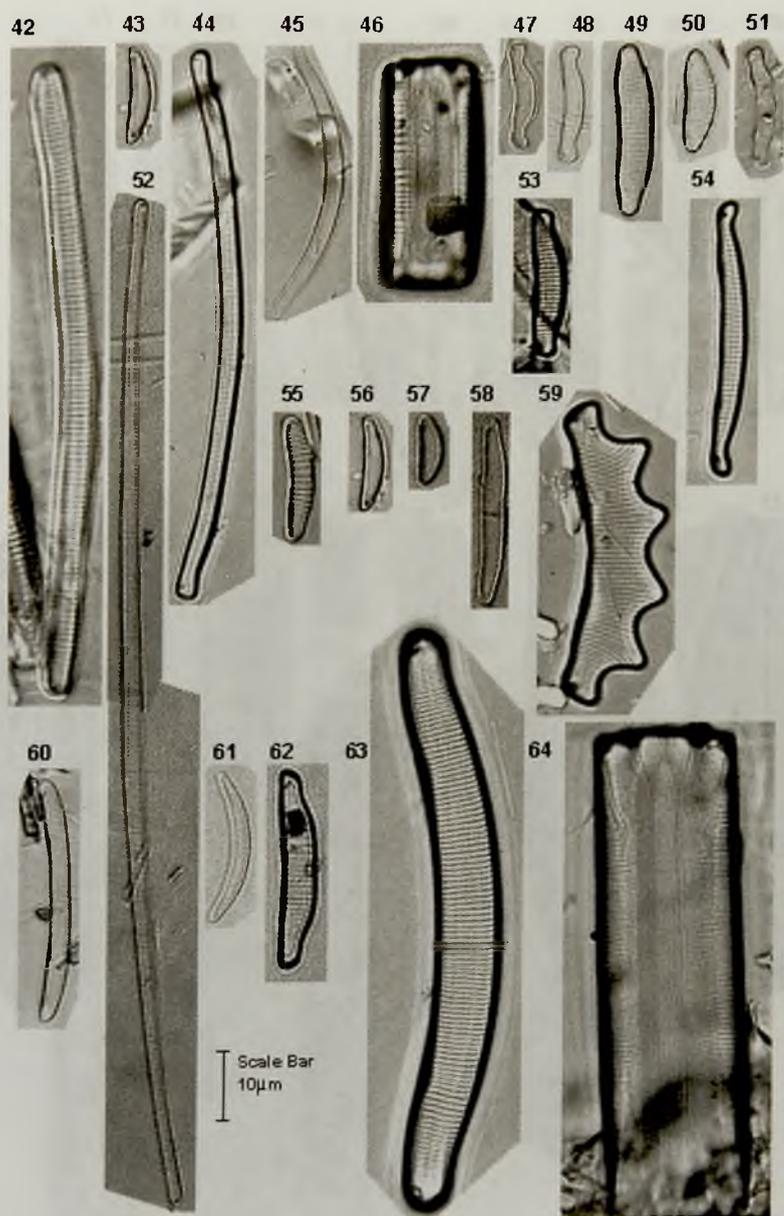
- Eunotia exigua* #2 *
Eunotia incisa Gregory
Eunotia intermedia (Krasske) Lange-Bertalot & Nörpel *
Eunotia muscicola var. *muscicola* Krasske *
Eunotia naegeli Migula *
Eunotia nymanniana Grunow *
Eunotia paludosa var. *paludosa* Grunow *
Eunotia pectinalis (Dillwyn) Rabenhorst
Eunotia schwabei Krasske
Eunotia subarcuatooides Alles, Nörpel & Lange-Bertalot *
Eunotia subarcuatooides – malformed
Eunotia subarcuatooides #2
Eunotia tecta Krasske *
Eunotia valida Hustedt
Eunotia #1 *
Eunotia #2 *
Eunotia #3
Eunotia sp. (girdle view)
Anomoeoneis vitrea (Grunow) Ross *
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchner
Cymbella cistula / *cymbiformis*
Cymbella cymbiformis Agardh
Cymbella cymbiformis / *simonsenii*
Cymbella difficilis Krasske *
Cymbella falaisensis (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot *
Cymbella microcephala Grunow *
Cymbella naviculiformis Auerswald
Cymbella simonsenii Krammer *
Cymbella #1 (*helvetica* type)
Encyonema neogracile Krammer *
Encyonema minutum (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann *
Encyonema supergracile Krammer & Lange-Bertalot *
Encyonema triste (Krasske) Krammer *
Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema clavatum Ehrenberg
Gomphonema gracile Ehrenberg *
Gomphonema gracile var. #1
Gomphonema gracile var. #2 *
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing *
Gomphonema parvulum var. #1 *
Gomphonema parvulum var. #2 *
Gomphonema parvulum var. #3
Gomphonema parvulum var. *parvulum* fo. *parvulum* *
Gomphonema parvulum? (girdle view only)
Gomphonema patagonicum Krasske
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann *
Achnanthes coarctata var. *coarctata* (Brébisson) Grunow *
Achnanthes coarctata var. *constricta* Krasske
Achnanthes germainii Manguin
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow
Achnanthes minutissima Kützing *

- Achnanthes minutissima* var. *jackii* (Rabenhorst) Lange-Bertalot *
Achnanthes minutissima #2 *
Achnanthes subatomoides (Hustedt) Lange-Bertalot *
Achnanthes #1
Achnanthes #2 *
Cocconeis placentula Ehrenberg
Cavinula pseudoscutiformis (Hustedt) D.G. Mann *
Amphipleura pellucida Kützing
Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni *
Frustulia rhomboides var. *crassinervia* (Brébisson) Ross *
Frustulia saxonica Rabenhorst
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni
Frustulia vulgaris / *neomondana*
Brachysira minor (Krasske) Lange-Bertalot & Moser
Brachysira brebissonii Ross in Hartley *
Brachysira brebissonii #1 *
Brachysira brebissonii #2 *
Brachysira brebissonii #3 *
Brachysira brebissonii / *neoexilis* *
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot *
Brachysira #1 *
Neidium affine (Ehrenberg) Pfitzer
Neidium affine var. *longiceps* (Gregory) Cleve
Neidium apiculatum Reimer
Neidium hercynicum A. Mayer
Neidium #1
Sellaphora laevisissima var. *laevisissima* (Kützing) D.G. Mann
Sellaphora pupula var. *pupula* (Kützing) Mereschkowsky
Sellaphora seminulum (Grunow) D.G. Mann
Pinnularia gibba Ehrenberg
Pinnularia gibba / *microstauron*
Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve *
Pinnularia stomatophora Grunow *
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
Pinnularia #1 *
Pinnularia #2
Caloneis #1 *
Caloneis #5
Diploneis elliptica (Kützing) Cleve
Diploneis subovalis Cleve
Adlafia bryophila (Petersen) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin / *pseudobryophila*
Navicula angusta Grunow
Navicula halophiloides Hustedt *
Navicula hassiaca Krasske
Navicula lapidosa Krasske
Navicula longicephala Hustedt var. *longicephala* *
Navicula martinii Krasske
Navicula minima Grunow
Navicula perminuta Grunow
Navicula protracta (Grunow) Cleve *
Navicula pseudoventralis Hustedt

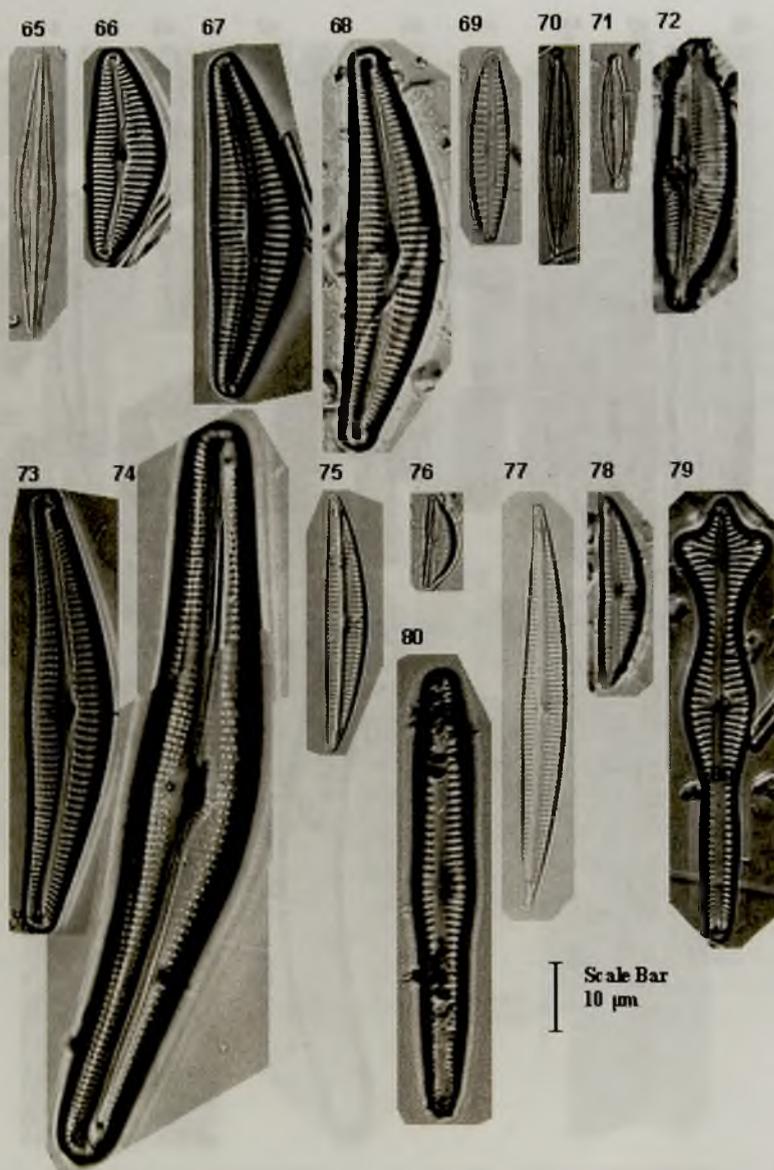
Navicula radiosa Kützing *
Navicula subalpina Reichardt
Navicula submolesta Hustedt
Navicula trivialis Lange-Bertalot
Navicula #1 *
Navicula #2
Navicula #3
Craticula halophila (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann
Stauroneis kriegerii Patrick
Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg *
Stauroneis wislouchii Poretzky & Anisimowa *
Stauroneis #1 *
Kobayasia subtilissima (Cleve) Lange-Bertalot *
Amphora veneta Kützing *
Nitzschia alpina Hustedt *
Nitzschia amphibioides Hustedt *
Nitzschia bacillum Hustedt *
Nitzschia bacillum #1
Nitzschia bacillum / lacuum *
Nitzschia clausii Hantzsch
Nitzschia dippelii Grunow
Nitzschia dissipata var. *media* (Hantzsch) Grunow *
Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow *
Nitzschia frustulum var. *frustulum* *
Nitzschia frustulum #3
Nitzschia gracilis Hantzsch *
Nitzschia intermedia Hantzsch
Nitzschia intermedia #1
Nitzschia intermedia #2 *
Nitzschia lacuum Lange-Bertalot *
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith / *N. gracilis* Hantzsch *
Nitzschia perminuta (Grunow) M. Peragallo *
Stenopterobia curvula (W. Smith) Krammer *
Surirella pseudolinearis var. *constricta* (Grunow) Hustedt
Epithemia hyndmanii W. Smith
Epithema turgida (Ehrenberg) Kützing / *E. hyndmanii* W. Smith *
Epithemia sp. #1
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller
Unknown #2
Unknown #3
Unknown #4
Unknown #5 *
Unknown #6
Unknown #7
Unknown #8 *
Sp. #1 *
Sp. #2



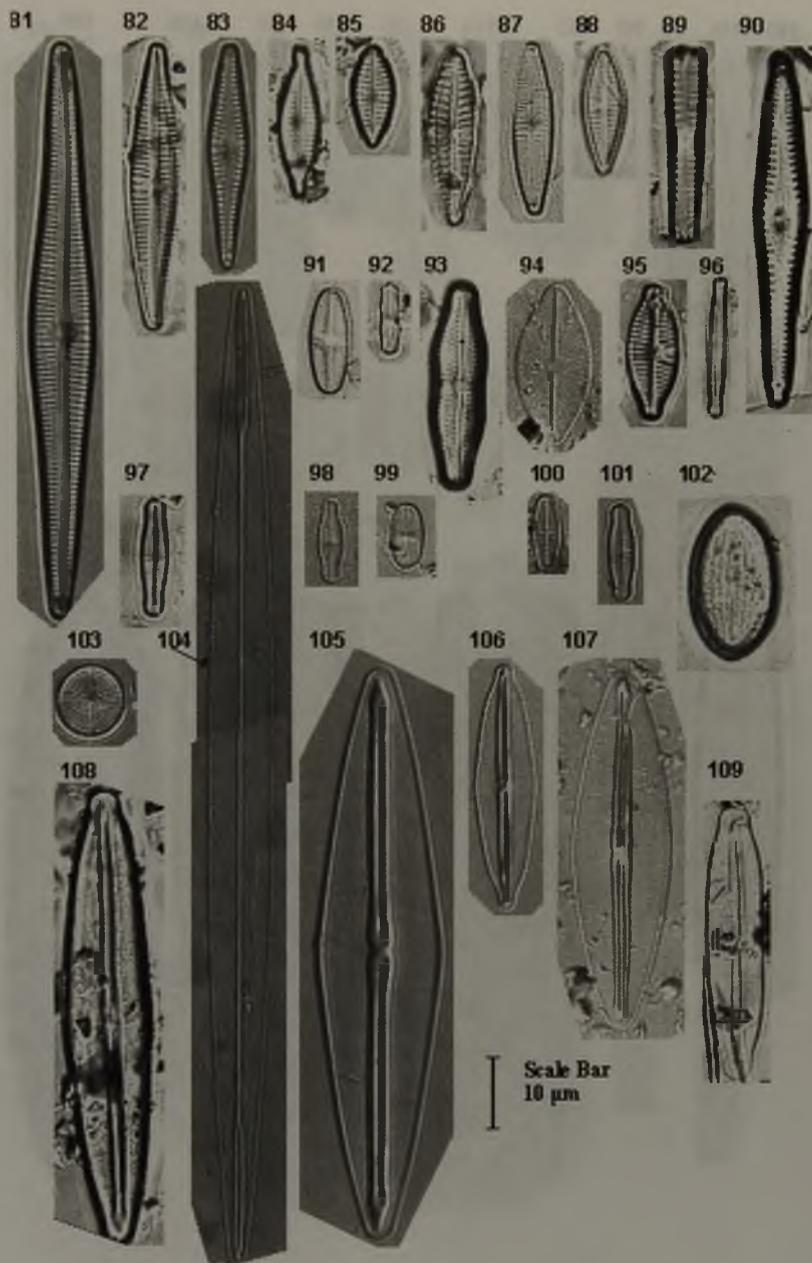
FIGURAS 5-41. 5. *Cyclotella stelligera*, 6. *Cyclotella* #1, 7. *Cyclotella* #2, 8. *Aulacoseira granulata*, 9. *Hannaea arcus*, 10. *H. arcus* var. *arcus*, 11. *Fragilaria bent*, 12. *F. capucina*, 13. *F. capucina* #1, 14. *F. capucina* var. *capucina*, 15. *F. exigua*, 16. *F. germanii*, 17. *F. similis*, 18. *F. tenera*, 19. *F. vaucheriae*, 20. *F. cf. vaucheriae*, 21. *Fragilaria* #2, 22. *Fragilaria* #3, 23. *Fragilaria* #4, 24. *Fragilaria/Syndera* sp., 25. *Staurosirella leptostauron* var. *dubia*, 26. *S. pinnata*, 27. *S. pinnata* var. *pinnata*, 28. *Staurosira construens*, 29. *S. construens* var. *nov.*, 30. *S. cf. construens*, 31. *S. construens* fo. *venter*, 32. *Pseudostaurosira brevisstrata*, 33. *P. brevisstrata* var. #2, 34. *P. brevisstrata* var. #3, 35. *P. pseudoconstruens*, 36. *Diatoma mesodon*, 37. *Meridion ciculare*, 38. *M. ciculare* var. *constrictum*, 39. *Synedra acus/S. radians*, 40. *S. ulna*, 41. *Tabellaria flocculosa*.



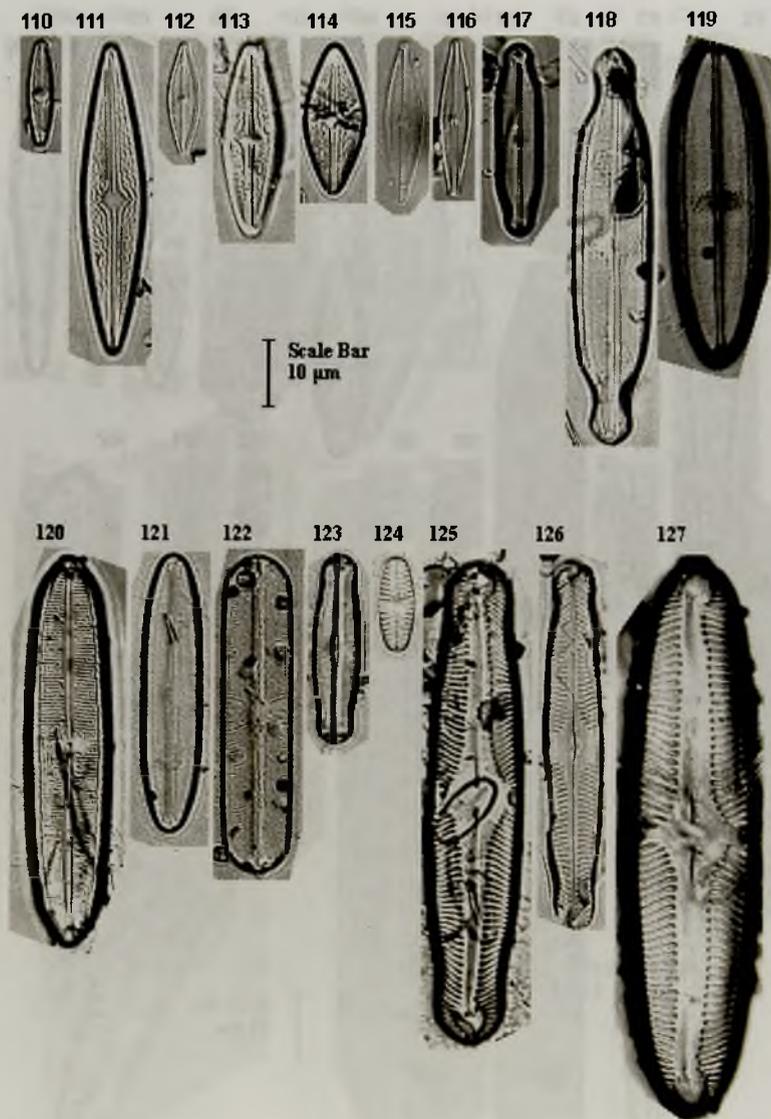
FIGURAS 42-64. 42. *Eunotia bilunaris*, 43. *E. bilunaris* var. *subarcuatooides*, 44. *E. bilunaris* var. *mucophilina*, 45. *E. bilunaris* var. *mucophilina* #2, 46. *E. bilunaris* (girdle), 47. *E. exigua*, 48. *E. exigua* # 2. 49. *E. incisa*, 50. *E. intermedia*, 51. *E. muscicola* var. *muscicola*, 52. *E. naegeli*, 53. *E. nymanniana*, 54. *E. paludosa* var. *paludosa*, 55. *E. pectinalis*, 56. *E. subarcuatooides*, 57. *E. subarcuatooides* (malformed), 58. *E. subarcuatooides* # 2, 59. *E. tecta*, 60. *E. valida*, 61. *Eunotia* #1, 62. *Eunotia* #2, 63. *Eunotia* #3, 64. *Eunotia* sp. (girdle).



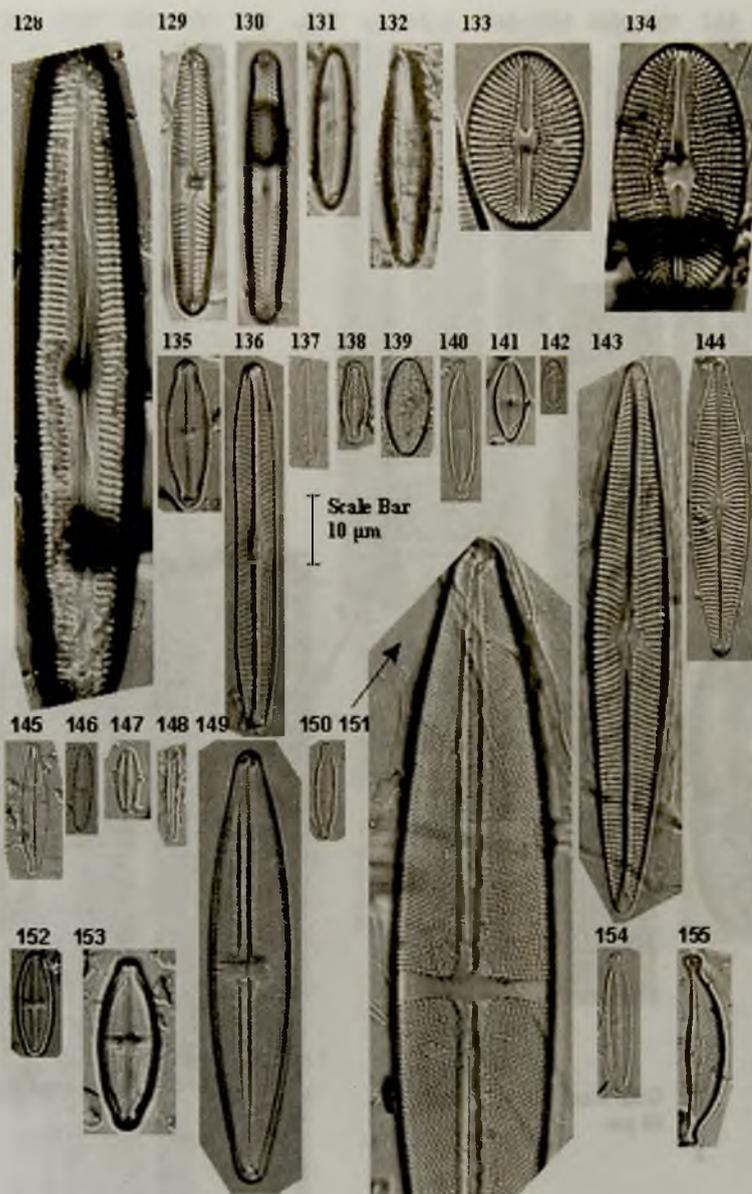
FIGURAS 65-80. 65. *Anomoeoneis vitrea*, 66. *Cymbella cistula*, 67. *C. cistula/cymbiformis*, 68. *C. cymbiformis*, 69. *C. difficilis*, 70. *C. falaisensis*, 71. *C. microcephala*, 72. *C. naviculiformis*, 73. *C. simonsenii*, 74. *Cymbella* # 1 (*helvicta* type), 75. *Encyonema neogracile*, 76. *E. minutum*, 77. *E. supergracile*, 78. *E. triste*, 79. *Gomphonema acuminatum*, 80. *G. clavatum*.



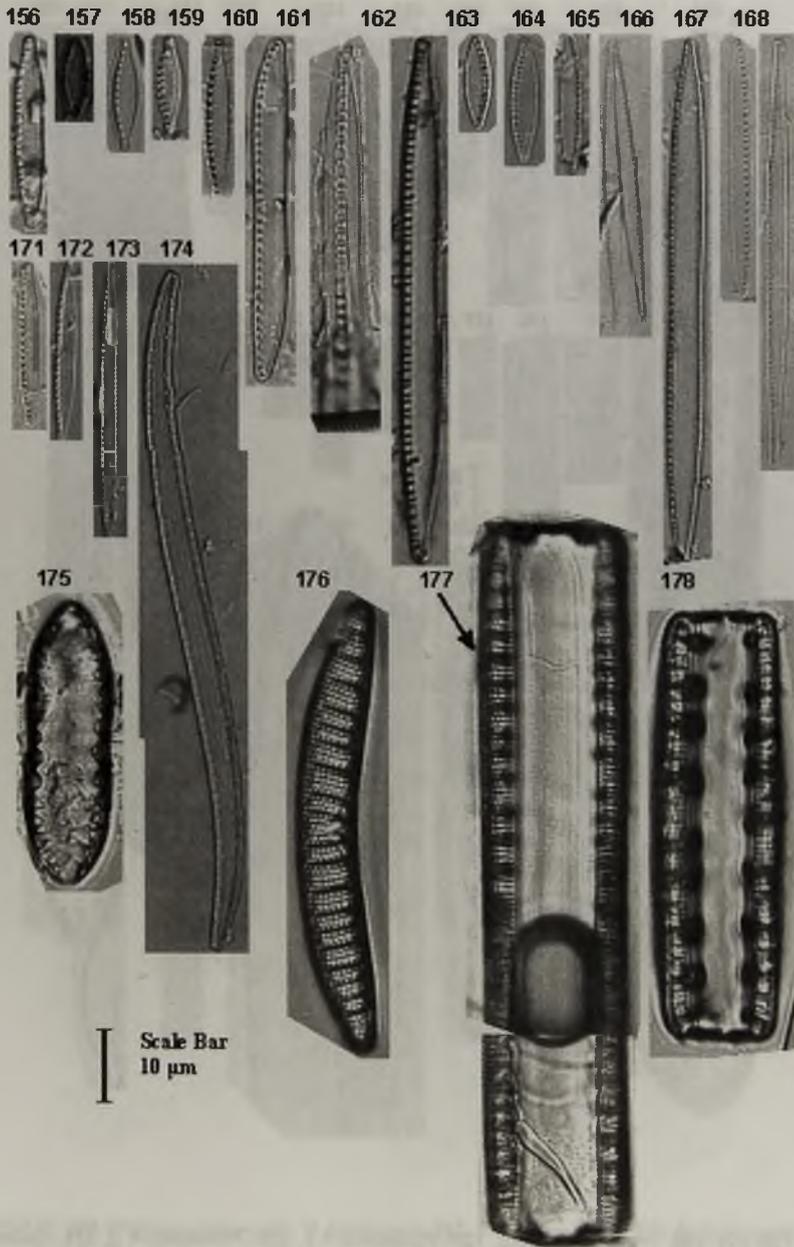
FIGURAS 81-109. 81. *Gomphonema gracile*, 82. *G. gracile* var. #1, 83. *G. gracile* var. #2, 84. *G. parvulum*, 85. *G. parvulum* var. #1, 86. *G. parvulum* var. #2, 87. *G. parvulum* var. #3, 88. *G. parvulum* var. *parvulum* fo. *parvulum*, 89. *G. parvulum* ? (girdle), 90. *G. patagonicum*, 91. *Achnanthes chlidanos*, 92. *A. coarctata* var. *coarctata*, 93. *A. coarctata* var. *constricta*, 94. *A. germanii*, 95. *A. lanceolata*, 96. *A. minutissima*, 97. *A. minutissima* var. *jackii*, 98. *A. minutissima* #2, 99. *A. subatomoides*, 100. *Achnanthes* #1, 101. *Achnanthes* #2, 102. *Cocconeis placentula*, 103. *Cavinula pseudoscutiformis*, 104. *Amphipleura pellucida*, 105. *Frustulia rhomboides*, 106. *F. rhomboides* var. *crassinerva*, 107. *F. saxonica*, 108. *F. vulgaris*, 109. *F. vulgaris/neomondana*.



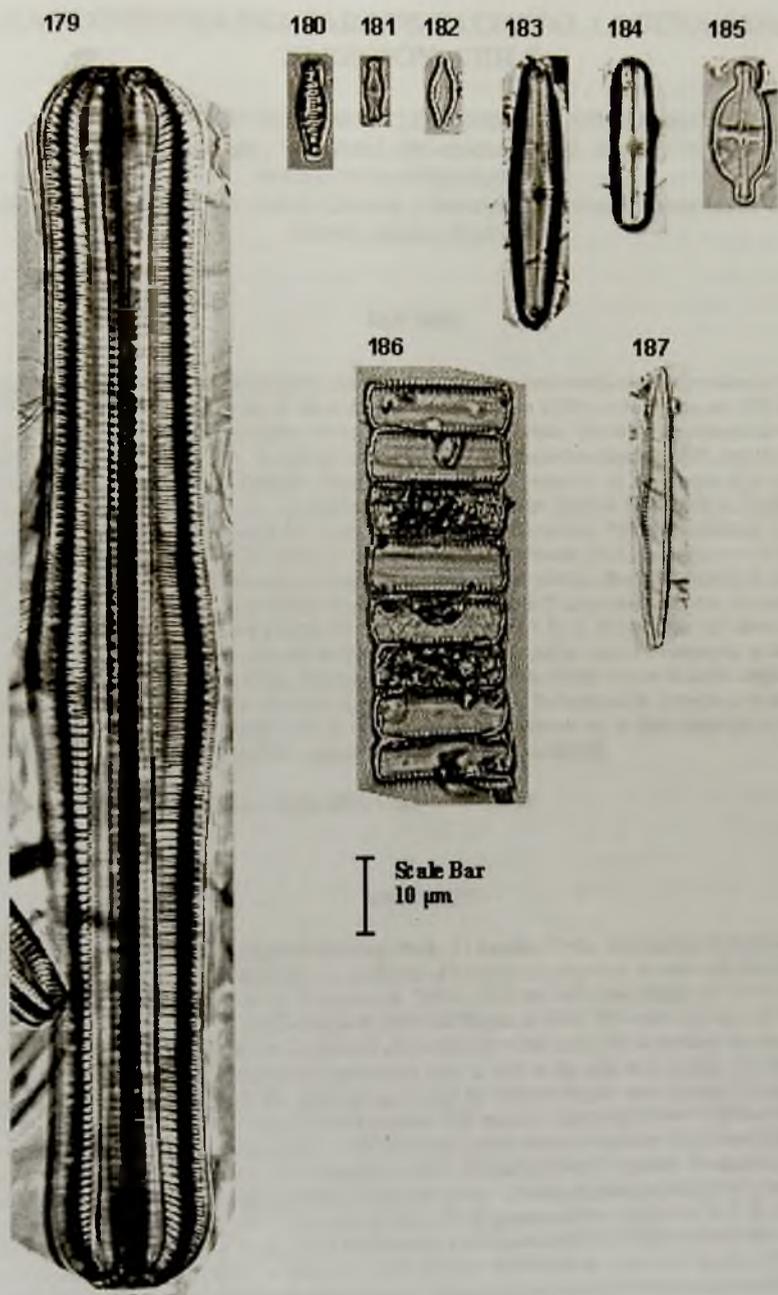
FIGURAS 110-127. 110. *Bracysira minor*, 111. *B. brebissonii*, 112. *B. brebissonii* #1, 113. *B. brebissonii* #2, 114. *B. brebissonii* #3, 115. *B. brebissonii/neoexilis*, 116. *B. neoexilis*, 117. *Neidium affine*, 118. *Neidium affine* var. *longiceps*, 119. *N. apiculatum*, 120. *N. hercynicum*, 121. *Neidium* #1, 122. *Sellaphora laevis* var. *laevis*, 123. *S. pupula* var. *pupula*, 124. *S. seminulum*, 125. *Pinnularia gibba*, 126. *P. gibba/microstauron*, 127. *P. microstauron*.



FIGURAS 128-155. 128. *Pinnularia viridis*, 129. *Pinnularia* # 1, 130. *Pinnularia* # 2, 131. *Caloneis* # 1, 132. *Caloneis* # 5, 133. *Diploneis elliptica*, 134. *D. subovalis*, 135. *Adlafia bryophila*, 136. *Navicula angusta*, 137. *N. halophiloides*, 138. *N. hassiaca*, 139. *N. lapidosa*, 140. *N. longicephala* var. *longicephala*, 141. *N. martinii*, 142. *N. minima*, 143. *N. radiosa*, 144. *N. subalpina*, 145. *N. submolesta*, 146. *N. trivalis*, 147. *Navicula* # 1, 148. *Navicula* # 2, 149. *Navicula* # 3, 150. *Stauroneis kreigerii*, 151. *S. phoenicenteron*, 152. *S. wislouchii*, 153. *Stauroneis* # 1, 154. *Kobayasia subtilissima*, 155. *Amphora veneta*.



FIGURAS 156-178. 156. *Nitzschia alpina*, 157. *N. amphibiodes*, 158. *N. bacillum*, 159. *N. bacillum* # 1, 160. *N. bacillum/lacuum*, 161. *N. clausii*, 162. *N. dippelii*, 163. *N. dissipata* var. *media*, 164. *N. frustulum*, 165. *N. frustulum* var. *frustulum*, 166. *N. frustulum* #3, 167. *N. gracilis*, 168. *N. intermedia*, 169. *N. intermedia* #1, 170. *N. intermedia* # 2, 171. *N. lacuum*, 172. *N. palea*, 173. *N. perminuta*, 174. *Stenopterobia curvula*, 175. *Surirella pseudolinearis* var. *constricta*, 176. *Epithemia hyndmanii*, 177. *E. turgida*/*E. hyndmanii*, 178. *Epithemia* sp # 1,



FIGURAS 179-187. 179. *Rhopalodia gibba*, 180. Unknown # 2, 181. Unknown # 3, 182. Unknown # 4, 183. Unknown # 5, 184. Unknown # 6, 185. Unknown # 7, 186. Unknown # 8, 187. Sp # 1.

RIQUEZA FLORÍSTICA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL, XI REGIÓN, CHILE

SEBASTIÁN TEILLIER¹ y CLODOMIRO MARTICORENA²

¹Escuela de Ecología y Paisajismo, Universidad Central. Santiago de Chile.

e-mail: steillier@chlorischile.cl.

²Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias y Recursos Naturales. Universidad de Concepción.

e-mail: cmartico@udec.cl

RESUMEN

El Parque Nacional Laguna San Rafael tiene una historia de exploraciones botánicas, que comienza con Darwin, en 1834-35; otras importantes, son las de Muñoz Pizarro y Schlegel en 1959 y la de Pisano, en 1988. El objetivo de este trabajo es integrar la información sobre flora vascular disponible, con el fin de determinar su riqueza. Para complementar la información, se realizó una exploración del parque en enero de 1999, con el auspicio del Proyecto Darwin y la Operación Raleigh. Pisano (1988) indica la presencia de 173, a esa cifra se suman 11 especies nuevas para el parque, y 61, que fueron detectadas en nuestra revisión bibliográfica, llegándose así a 235. Las familias mejor representadas son Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Hymenophyllaceae y Juncaceae; los géneros, *Hymenophyllum*, con 15, *Carex* y *Juncus*, con 8, y *Gaultheria* (incl. *Pernettya*) con 7. La relación género/especies varía entre 1 (Gymnospermatophyta) y 2,47 (Pteridophyta). Entre las formas de crecimiento, predominan las hierbas perennes con un 72,6 %; destaca la presencia de 17 especies de árboles, 16 siempreverdes. La mayor parte de flora es nativa, las plantas alóctonas, alcanzan un 8,5 %; la mayoría de ellas crece en el área de desarrollo y un número menor, en el istmo de Ofqui. 21 especies, la mayor parte Pteridophyta, se encuentra en categorías de conservación, entre ellas, varios *Hymenophyllum*; *Hebe salicifolia*, es la única angiosperma, en tanto que *Pilgerodendron uviferum*, la única Gymnospermatophyta. Sería deseable incorporar nuevas áreas al muestreo de la flora vascular, diseñar y llevar a cabo un plan de monitoreo de la flora alóctona en el parque, y realizar una cartografía de la vegetación, especialmente del área de desarrollo.

Palabras clave: Chile, Flora, Parques Nacionales, Laguna San Rafael

ABSTRACT

Floristic richness of Laguna San Rafael National Park. XI Región, Chile. Laguna San Rafael National Park (Parque Nacional Laguna San Rafael) has a long history of botanical exploration. It starts with Darwin, at 1834, who visited Cabo Tres Montes on the Peninsula de Taitao; later, the area was visited by other botanists as Espinosa at 1929; Muñoz Pizarro and Schlegel at 1959 and Pisano, at 1988. The main objective of this paper is to integrate accumulated knowledge about vascular plant richness of the park, and to establish the list of taxa that grow in the park. To increase information level about them a visit to the area was carried out by one of the authors (Teillier) at February 1999, the visit was sponsored by Darwin Project and Raleigh International. Results shows that known plant vascular richness reached 235 species. Best represented families are Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Hymenophyllaceae and Juncaceae; most diverse genera are *Hymenophyllum* (15 species), *Carex* and *Juncus* (8 species) and *Gaultheria* (incl. *Pernettya*) with 7 species. Genus/species relation varies between 1 (Gymnospermatophyta) and 2.47 (Pteridophyta). Dominant plant growth form is perennial herb with more than 70 %; there are also, 17 species of trees, 16 evergreen and one, deciduous. 91,5 % of the species are native and 8.5 %, alloctonus. Most of the alien species were found at the few disturbed sites that exists in the area. 21 endangered species grow at the park, most of them Pteridophyta, only two species of endangered Spermatophyta were detected: *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae) and *Hebe salicifolia* (Scrophulariaceae). Needs in the future are related to new explorations to little or not known areas, preventing alloctonus flora invasions and vegetation cartography.

Key words: Chile, Flora, Laguna San Rafael National Park

INTRODUCCIÓN

*Artículo dedicado al Profesor Edmundo Pisano,
pionero de los estudios botánicos australes en Chile.*

Las áreas silvestres protegidas representan un importante esfuerzo del Estado de Chile para la conservación de la flora. En este marco, el conocimiento de su biota se ha transformado en un importante desafío para la comunidad científica. El Parque Nacional Laguna San Rafael, creado en 1959, si bien es conocido ampliamente por el valor escénico de sus glaciares, cobija una flora y vegetación que realzan su importancia en el marco de la conservación de los bosques lluviosos templados.

Exploración botánica

La exploración botánica al PNLRS la inicia Ch. Darwin en 1834-35, quien recalca en el Cabo Tres Montes, situado en el extremo sur de la península de Taitao (Fig.1). Sus colecciones se conservan en diversos herbarios de Gran Bretaña y, según Porter (1986), la colección comprendería unas 24 especies, que incluyen los ejemplares tipo de *Azara lanceolata* Hook.f (Flacourtiaceae), *Schoenus antarcticus* (Hook.f.) Dusén (Cyperaceae) y *Luzuriaga polyphylla* (Hook.) J.F. Macbr.(Philesiaceae).

En el siglo XX, la primera exploración fue la "Expedición Steffen", en la que el encargado de la flora era S. Hambleton. Si bien desconocemos el destino de las colecciones, Steffen (1904) da cuenta de la presencia de bosques de *Nothofagus nitida*, *Amomyrtus luma* y *Pilgerodendron uviferum*. En esos años, la mayor parte de las exploraciones se dirigen al istmo de Ofqui, en el sector sud-occidental del Parque (Fig.1). M.Espinosa, en 1917, realiza la primera expedición científica por cuenta del Estado de Chile; otras exploraciones fueron las de Hicken, en 1921, Gusinde también en 1921, Roivanen, en 1929, Grosse en 1939 y 1940, Kausel en 1944 y Looser, en 1945. Al parecer, ninguno de los autores publicó sus resultados en un cuerpo unitario, por lo que hoy resulta difícil acceder a sus colecciones.

En las décadas siguientes, el área es visitada por varios botánicos: Neumeyer, en 1952, Muñoz Pizarro y Schlegel, en 1959, Seki, en 1967, Navas, en 1974, Zöllner, también en 1974, Villaseñor, en 1978, Grau (1981), Pisano, en 1988 y Lumley & Fossitt, en 1992. Respecto de las colecciones, en la mayor parte de los casos, se encuentran dispersas en varios herbarios, y no existen publicaciones con listados. Los casos que siguen, sin embargo, cuentan con resultados publicados:

C. Muñoz Pizarro, organizó una exploración destinada a proponer el área como una de protección para la flora y la fauna, sus colecciones están depositadas en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO); se encuentra disponible, además, un informe técnico redactado para la American Geographical Society (Muñoz Pizarro 1960); Schlegel, también participó en esa expedición y la mayor parte de sus colecciones en el área se encuentran depositadas en el Herbario de la Universidad de Concepción (CONC); parte de las plantas colectadas por él sirvieron de base para el trabajo de Pisano (1988).

Respecto a la excursión de Pisano en 1988, ella se realizó en el marco de la Operación Raleigh de aquel año. El material se encuentra depositado en el Herbario del Instituto de la Patagonia (HIP) y sus duplicados en el de la Universidad de Concepción (CONC).

Finalmente Lumley & Fossitt (1992), en el marco de la Operación Raleigh de 1992, aportan algunos datos relacionados con la flora del lago Juan Antonio Ríos, pero no existen colecciones en herbarios chilenos.

Flora

Respecto a la riqueza de la flora vascular, las publicaciones dan cuenta de los siguientes números de especies: Muñoz (1960), 132; Villaseñor (1978), 154 y Pisano (1988), 173, resultado que incluye las plantas colectadas por Schlegel y algunas citas de literatura.

Vegetación

Villaseñor (1978) establece que la unidad de vegetación más frecuente en el área de estudio corresponde a los bosques siempreverdes de *Nothofagus nitida*, *Podocarpus nubigena* y *Laurelia philippiana*. Pisano (1988) incluye a las comunidades del área entre las del Bosque Nord-Patagónico Occidental, que correspondería al extremo sur de los bosques lluviosos valdivianos; este criterio es compartido por Arroyo et al. (1995). El mismo Pisano (1988), describe las unidades de vegetación para el área comprendida entre el sector del "hotel" y el istmo de Ofqui. Entre las comunidades que cita están los juncales, las comunidades de playa, los matorrales mesófitos, los matorrales higrófilos, el bosque mixto-perennifolio, el complejo de tundra magallánica y las comunidades saxícolas. Finalmente, Gajardo (1994) sitúa la vegetación del área en la Región del Bosque Siempreverde y de las Turberas, donde las formaciones presentes serían: las del Bosque Siempreverde Montano, del Matorral Siempreverde Oceánico y del Matorral Periglaciario.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es integrar los resultados referentes a la flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael, obtenidos a través de las expediciones que botánicos chilenos y extranjeros han llevado a cabo desde el Siglo XIX, incluyendo datos aportados por una exploración realizada por los propios autores en 1999.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

Ubicación. El Parque Nacional Laguna San Rafael se encuentra en Chile, en la Región de Aisén (XI), entre los paralelos 46° 15' - 47°30' S (Fig.1). Comprende unas 1 350 000 ha, de las que cerca de la mitad están cubiertas por glaciares pertenecientes al Campo de Hielo Patagónico Norte (Pisano, 1988). En este trabajo se incluye la flora colectada sólo en el área occidental del parque. Las localidades donde se ha colectado, que han podido ser ubicadas, se muestran en la Fig. 1.

Clima. De acuerdo con los datos disponibles (principalmente de la Fuerza Aérea de Chile), las precipitaciones alcanzarían entre 3700 y 4000 mm/año, las que se reparten en forma bastante uniforme durante todo el año. La temperatura media alcanza a 10.4°C.

Metodología

Para contribuir al conocimiento de la riqueza de la flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael, se efectuó una exploración en el marco de la Operación Raleigh de 1999 (Proyecto Darwin), en la que participaron S. Teillier y C. Márquez.

Los sectores visitados y las fechas de visita son las siguientes:

- ribera sur de la laguna San Rafael y ribera norte del río Lucas (12-19/02, 24-25/02).
- istmo de Ofqui, hasta el río Negro (21-23/02)
- sector ex-hotel, embarcadero en Punta de Cisnes, Piuquenes (sector guardería CONAF), lado norponiente del glaciar San Rafael (20,26/02).

De los sitios visitados, se destaca que el de la ribera sur de la laguna San Rafael, no había sido explorado anteriormente, los otros, son sitios clásicos de exploración debido a su relativa accesibilidad.

Se colectaron 181 ejemplares de plantas vasculares, los que se depositaron en los herbarios del Museo Nacional de Historia Natural (SGO) y de la Universidad de Concepción (CONC).

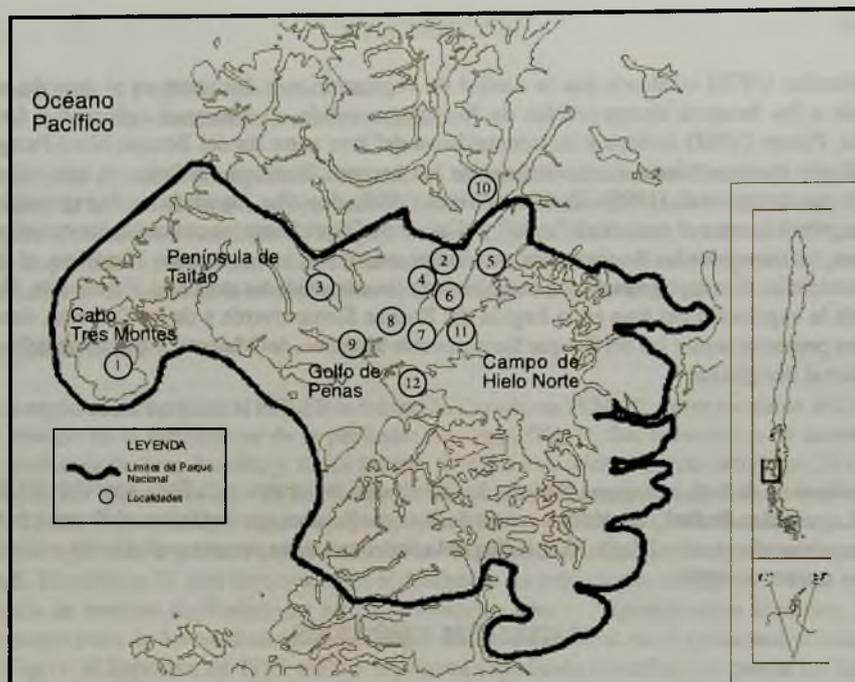


FIGURA 1. Límites del Parque Nacional Laguna San Rafael. Ubicación geográfica de algunos sitios de colección. 1. Cabo Tres Montes (Darwin). 2. Punta Leopardo (Hicken, Muñoz Pizarro & Schlegel). 3. Lago Juan Antonio Ríos (Lumley & Fossitt). 4. Río Témpanos (Muñoz Pizarro & Schlegel, Pisano). 5. Río Huala (Muñoz Pizarro & Schlegel, Pisano). 6. Área del ex-hotel. Incluye actual guardería CONAF, en Piuquenes; río Saltón; embarcadero en Punta Cisnes; accesos al glaciar San Rafael (muchos colectores). 7. Ribera sur de la laguna San Rafael (Teillier & Márquez). 8. Istmo de Ofqui (muchos colectores). 9. Isla Diablo (Pisano). 10. Golfo Elefantas (Muñoz Pizarro colectó en la isla Mogotes). 11. Lado sur del glaciar San Rafael (Muñoz Pizarro). 12. Glaciar de San Quintín (Grosse).

Para complementar la información sobre exploraciones anteriores, se recurrió a la base de datos del Proyecto Flora de Chile (C. Marticorena), a la bibliografía y a la revisión de los ejemplares de Muñoz Pizarro depositados en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO).

La nomenclatura de las especies sigue básicamente a Marticorena y Quezada (1985), con actualizaciones sugeridas por el primero de los autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza de la flora vascular

La flora vascular del Parque alcanza a **235 especies**. La lista de las especies, señalando sitio de la colecta, colector y herbario en que se encuentra el material, se muestra en el apéndice. La cifra referida, se alcanza luego de la inclusión de las especies citadas por Cabrera (1949), Diem & Lichtenstein (1959), Solomon (1982), Porter (1986), Pisano (1988), Rúgolo de Agrasar (1997) y Landrum (1999). A ellas se agregan las colecciones de Muñoz Pizarro, depositadas en SGO, un listado obtenido de la base de datos del Proyecto Flora de Chile y las plantas colectadas por uno de los autores (Teillier).

Según se observa, la riqueza de la flora vascular se ha incrementado en un 29% respecto de la última publicación disponible (Pisano 1988, 173 especies). Sin embargo, ella deberá aumentar aún más cuando se exploren áreas menos conocidas del parque, como los valles que se descuelgan hacia el este del Campo de Hielos Norte, el área periférica del glaciar San Quintín y la península de Taitao (Fig. 1). En relación con las nuevas especies (70), que se citan para el Parque y que no figuran en el trabajo de Pisano (1988), la información sobre sus colectores se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael: Número de especies agregadas en este estudio (por colector) en relación con Pisano (1988)

Colectores	Año	Nº de especies
Darwin	1834	12
Muñoz Pizarro/Schlegel	1959	21
Pisano (no citadas en 1988)	1988	10
Lumley & Fossitt	1992	7
Teillier & Márquez	1999	11
Otros colectores/varios años		10
Total		71

Arroyo *et al.* (1995) sugieren que en el bosque lluvioso templado de Chile, existen unas 443 especies. La riqueza del PNLSR corresponde a un 55,1 % de esa cifra. En relación con la flora del bosque lluvioso no-estacional, donde se incluiría la vegetación del PNLSR, la riqueza es ligeramente menor: 234 vs. 249. Se concluye que, a pesar de las restricciones climáticas y a la presencia de los glaciares, el PNLSR es un buen sitio para la conservación de ese tipo de comunidades.

La flora del PN Puyehue (40-41°LS), si no se consideran las especies de tipos de comunidad ausentes en el PNLSR, reúne unas 207 especies (Muñoz -Schick, 1980). La riqueza en San Rafael es mayor, aunque, relacionada con el tamaño del área protegida, el PN Puyehue, en ambientes equivalentes, presenta una mayor riqueza por ha: 207/117 000 vs. 235/650 000. Esto coincide con la aseveración de que la riqueza florística, en ambientes equivalentes, disminuye con el aumento de la latitud.

Riqueza taxonómica

La distribución de la flora vascular en las divisiones y clases, se muestra en la Fig. 2. En comparación con la flora de Chile Continental, llama la atención el alto porcentaje de Pteridophyta, un 20 %, comparado con un 2.16 % (Marticorena 1990), lo que da cuenta del carácter hiper-húmedo y frecuentemente sombrío de los ambientes donde crecen las plantas.

Las familias con mayor riqueza se muestran en el Cuadro 2. Se observa entre ellas a las Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Hymenophyllaceae y Juncaceae. La presencia de un alto número relativo de especies de juncáceas y de ciperáceas, da cuenta, una vez más, de la presencia de sitios con buena disponibilidad hídrica (ver en Pisano 1988: comunidades riparias, de orillas de playa y de las turberas). El mayor número de Poáceas que de Asteráceas, no coincide con la situación en Chile Continental (Marticorena 1990), sin embargo, está de acuerdo con un análisis de la flora de las provincias de Argentina, donde se muestra que en las provincias del sur, las Poáceas presentan un mayor número de especies que las Asteráceas, situación que se invierte en las del norte (Zuloaga *et al.* 1999).

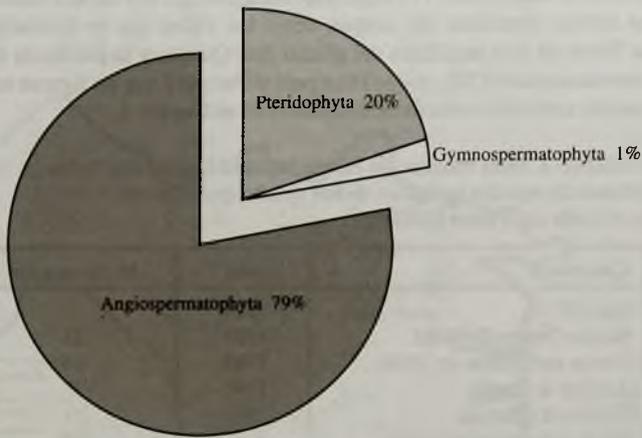


FIGURA 2. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael: distribución porcentual por división.

CUADRO 2. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael: Familias con mayor número de especies

Familia	Nº de especies
Poaceae	25
Cyperaceae	19
Asteraceae	18
Hymenophyllaceae	16
Juncaceae	13
Caryophyllaceae	7
Ericaceae	7

Los géneros con mayor riqueza se muestran en la Cuadro 3. Destacan *Hymenophyllum*, con 15 especies, lo que representa un 66 % de sus especies en Chile Continental; *Carex* y *Juncus*, con 8 especies y *Gaultheria* (incl. *Pernettya*) con 7. Resulta interesante destacar, además, que de las 6 especies de *Lycopodium* que crecen en Chile Continental (Rodríguez 1995), 5 lo hacen en el Parque.

CUADRO 3. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael: Géneros con mayor número de especies

Géneros	Nº de especies
<i>Hymenophyllum</i>	15
<i>Carex</i>	8
<i>Juncus</i>	8
<i>Gaultheria</i>	6
<i>Agrostis</i>	6
<i>Poa</i>	5
<i>Lycopodium</i>	5
<i>Senecio</i>	5
<i>Ranunculus</i>	4
<i>Ucinia</i>	4

Los valores género/especie son bajos (Cuadro 4); muchos géneros son monoespecíficos o tienen un número reducido de especies en el parque. Las pteridófitas presentan un valor más alto (2,4), ya que géneros como *Hymenophyllum* cuentan con 15 especies. Los 3 géneros de gimnospermas tienen sólo una especie y dos de ellos, *Pilgerodendron* y *Lepidothamnus*, son monoespecíficos. Las Angiospermas alcanzan a 1,58; los valores ligeramente más altos en Monocotiledóneas (2,0) que en Dicotiledóneas (1,39), se explican por la presencia de géneros de monocotiledóneas con muchas especies como *Carex*, *Juncus*, *Agrostis* y *Poa* (Cuadro 3).

Los valores obtenidos coinciden con los de Arroyo *et al.* (1995) para el bosque lluvioso templado.

CUADRO 4. Flora vascular del Parque Laguna San Rafael: Relación género/especies.

División o Clase	Género/especies
Pteridophyta	2.47
Gymnospermatophyta	1
Angiospermatophyta	1.58
Magnoliopsida	1.39
Liliopsida	2

Formas de Crecimiento

En el Cuadro 5, se muestra la distribución de las especies según formas de crecimiento. Se observa que en la flora del PNLRS predominan las hierbas perennes (72,6 %), seguidas por los arbustos (12 %). La presencia mayoritaria de hierbas perennes en otros ambientes templado lluviosos, está ampliamente documentada en la literatura (Braun-Blanquet 1979; entre otros). Por otro lado, la existencia de cerca de un 20 % de especies de helechos (considerados como "hierbas perennes"), da cuenta de la importante y permanente disponibilidad de humedad en el área y de la escasa luminosidad existente bajo el dosel del bosque siempreverde, dominante en el área. Los árboles, alcanzan valores importantes para latitudes tan altas: 17 especies, de las que 16 son de hoja persistente (siempreverdes); respecto de ellos, Alaback (1991) señala que a los 40° LN, existen también 17 especies; sin embargo, se debe considerar que el PNLRS se ubica 7° más al sur.

En relación con los resultados presentados por Arroyo *et al.* (1995) respecto del bosque lluvioso no estacional, hay más riqueza de hierbas, incluidos los helechos: 76,4 % vs. 64% y menos de leñosas:

23,6 % vs. 36 %. La explicación de ello está relacionada con la existencia en el PNLSR de comunidades con amplia dominancia en la cobertura de hierbas, especialmente la vegetación de las vegas y las áreas de pantanos.

CUADRO 5. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael: formas de crecimiento de las plantas.

Forma de crecimiento	Nº de especies	%
Arbol	17	7.3
Arbusto	28	12.0
Lianas y epfitas	10	4.3
Hierba perenne	170	72.6
Hierba anual	9	3.8
Total	234	100

Especies alóctonas, asilvestradas

Las especies alóctonas, asilvestradas representan un 8,5 % de la flora vascular del PNLSR, alcanzando a 20 especies (ver la lista completa en el Cuadro 6). La primera especie alóctona conocida del área, fue colectada por Darwin en 1834, en el cabo Tres Montes (Fig.1). En 1959, de acuerdo con los datos de Muñoz Pizarro, alcanzaban a 15, posteriormente con las colecciones de Pisano (1988) y de Teillier & Márquez, el número de alóctonas aumenta a 20 (Fig.3).

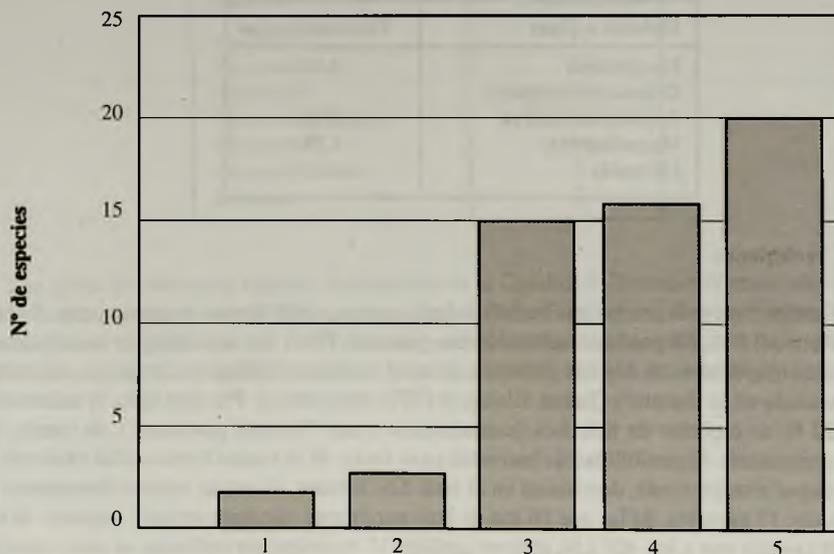


FIGURA 3. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael. Flora alóctona, asilvestrada: curva acumulativa por colector. 1. Darwin en 1834. 2. Looser en 1944. 3. Muñoz Pizarro & Schlegel en 1959. 4. Pisano, en 1988. 5. Teillier & Márquez en 1999.

El porcentaje de alóctonas se considera como bajo si se compara con el de las áreas silvestres protegidas de la alta cordillera de los Andes, en la Región Metropolitana (Chile), donde los valores alcanzan a un 11% (Monumento Natural El Morado, Teillier *et al.* 1994) y a un 17 % en el Santuario Yerba Loca, sobre los 2000 m de altitud (Márquez 2001).

Desde el punto de vista taxonómico, un 25 % (5) de las alóctonas, asilvestradas, corresponde a Caryophyllaceae, seguidas por las Poaceae, con 3 (Cuadro 6). Desde el punto de vista de la fisonomía de la vegetación la más importante es *Holcus lanatus*, el pasto miel, que es abundante y de amplia distribución en sitios perturbados. Localmente son importantes *Hypochaeris radicata* (hierba del chancho), *Lotus uliginosus* (alfalfa chilota) y *Rumex acetosella* (vinagrillo).

CUADRO 6. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael:
Lista de especies alóctonas, asilvestradas.

Especie	Familia	Nombre vulgar
<i>Hypochaeris radicata</i>	Asteraceae	Hierba del chancho
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	Bolsa del pastor
<i>Cerastium glomeratum</i>	Caryophyllaceae	
<i>Sagina procumbens</i>	Caryophyllaceae	
<i>Spergularia marina</i>	Caryophyllaceae	
<i>Spergularia media</i>	Caryophyllaceae	
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	Quilloy-quilloy
<i>Mentha x hybrida</i>	Labiatae	Menta
<i>Lotus uliginosus</i>	Papilionatae	Alfalfa chilota
<i>Trifolium repens</i>	Papilionatae	Trébol
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	Siete venas
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Vinagrillo
<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae	Romaza
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae	Caústico de vega
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Lengua de gato
<i>Digitalis purpurea</i>	Scrophulariaceae	Dedadera
<i>Verbascum thapsus</i>	Scrophulariaceae	Hierba del paño
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Scrophulariaceae	
<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae	Pasto miel
<i>Poa annua</i>	Poaceae	Pasto piojillo

En relación con las formas de crecimiento y de vida de las alóctonas, 14 (70%) corresponden a hierbas perennes, principalmente hemicriptófitas, y 6 (30%), a hierbas anuales (Fig. 4). Las especies alóctonas, asilvestradas se han colectado, en su mayor parte, en el istmo de Ofqui, en el sector donde se intentó construir el canal y también, en el área de desarrollo del parque, aledaña al ex hotel y a las instalaciones actuales de CONAF (guardería de Piuquenes, casa de los guarda-parques, Fig. 1).

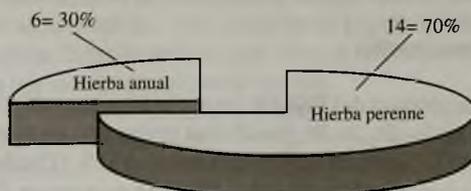


FIGURA 4. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael. Flora alóctona, asilvestrada: número de especies por forma de crecimiento.

CUADRO 7. Flora vascular del Parque Laguna San Rafael: especies en categorías de conservación.

Vulnerables
Nivel nacional
Gymnospermatophyta**
<i>Pilgerodendron uviferum</i> (D. Don) Florin
Nivel regional
Pteridophyta*
<i>Blechnum blechnoides</i> Keyserl.
<i>Hymenoglossum cruentum</i> (Cav.) K. Presl
<i>Hymenophyllum dicranotrichum</i> (K. Presl) Hokk. ex Sadob.
<i>Hymenophyllum falklandicum</i> Baker
<i>Hymenophyllum secundum</i> Hook. et Grev.
<i>Hymenophyllum tortuosum</i> Hook. et Grev.
<i>Hymenophyllum cuneatum</i> Kunze
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart. var. <i>productum</i> (C. Presl) C. Chr.
<i>Isoetes savatieri</i> Franchet
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J. F. Gmel.) C. Chr.
<i>Schizaea fistulosa</i> Labill.
Raras
Nivel nacional
Magnoliophyta**
<i>Hebe salicifolia</i> (G. Forst.) Penell
Nivel regional
Pteridophyta*
<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.
<i>Lycopodium gayanum</i> J. Remy
Insuficientemente Conocidas
Nivel regional
Pteridophyta*
<i>Asplenium obtusatum</i> G. Forst. var. <i>sphenoides</i> (Kunze) C. Chr. ex Skottsbo.
<i>Blechnum arcuatum</i> J. Remy
<i>Grammitis magellanica</i> Desv.
<i>Hypolepis poeppigii</i> (Kunze) R. A. Rodr.
<i>Lycopodium paniculatum</i> Desv. ex Poir.
<i>Serpilopsis caespitosa</i> (Gaudich.) C. Chr.

*: Categorías de conservación de especies de Pteridophyta según Baeza (1998).

** : Categorías de conservación de especies según CONAF (1989).

Especies en Categorías de Conservación

En los límites del área occidental del PNLSR crecen poblaciones de 21 especies mencionadas como en categorías de conservación. De las 39 pteridófitas propuestas en categorías de conservación para la XI Región (Baeza *et al.* 1998), en el PNLSR se encuentra un 51% (Cuadro 7). En relación con las plantas leñosas en categorías de conservación (CONAF 1989), se encuentran *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae, Gymnospermatophyta), en categoría de "vulnerable" y *Hebe salicifolia* (Scrophulariaceae, Angiospermatophyta), en categoría de "rara" (Cuadro 7).

El porcentaje de alóctonas se considera como bajo si se compara con el de las áreas silvestres protegidas de la alta cordillera de los Andes, en la Región Metropolitana (Chile), donde los valores alcanzan a un 11% (Monumento Natural El Morado, Teillier *et al.* 1994) y a un 17% en el Santuario Yerba Loca, sobre los 2000 m de altitud (Márquez 2001).

Desde el punto de vista taxonómico, un 25% (5) de las alóctonas, asilvestradas, corresponde a Caryophyllaceae, seguidas por las Poaceae, con 3 (Cuadro 6). Desde el punto de vista de la fisonomía de la vegetación la más importante es *Holcus lanatus*, el pasto miel, que es abundante y de amplia distribución en sitios perturbados. Localmente son importantes *Hypochaeris radicata* (hierba del chanco), *Lotus uliginosus* (alfalfa chilota) y *Rumex acetosella* (vinagrillo).

CUADRO 6. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael:
Lista de especies alóctonas, asilvestradas.

Especie	Familia	Nombre vulgar
<i>Hypochaeris radicata</i>	Asteraceae	Hierba del chanco
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	Bolsa del pastor
<i>Cerastium glomeratum</i>	Caryophyllaceae	
<i>Sagina procumbens</i>	Caryophyllaceae	
<i>Spergularia marina</i>	Caryophyllaceae	
<i>Spergularia media</i>	Caryophyllaceae	
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	Quilloy-quilloy
<i>Mentha x hybrida</i>	Labiatae	Menta
<i>Lotus uliginosus</i>	Papilionatae	Alfalfa chilota
<i>Trifolium repens</i>	Papilionatae	Trébol
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	Siete venas
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Vinagrillo
<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae	Romaza
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae	Caústico de vega
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Lengua de gato
<i>Digitalis purpurea</i>	Scrophulariaceae	Dedalera
<i>Verbascum thapsus</i>	Scrophulariaceae	Hierba del paño
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Scrophulariaceae	
<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae	Pasto miel
<i>Poa annua</i>	Poaceae	Pasto piojillo

En relación con las formas de crecimiento y de vida de las alóctonas, 14 (70%) corresponden a hierbas perennes, principalmente hemicriptófitas, y 6 (30%), a hierbas anuales (Fig. 4). Las especies alóctonas, asilvestradas se han colectado, en su mayor parte, en el istmo de Ofqui, en el sector donde se intentó construir el canal y también, en el área de desarrollo del parque, aledaña al ex hotel y a las instalaciones actuales de CONAF (guardería de Piuquenes, casa de los guarda-parques, Fig. 1).

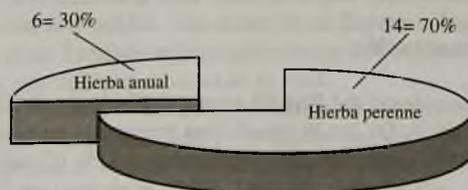


FIGURA 4. Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael. Flora alóctona, asilvestrada: número de especies por forma de crecimiento.

y, en general en toda el área de desarrollo del parque, el istmo de Ofqui y sectores de la ribera sur de la laguna, se sugiere realizar estudios al nivel de las comunidades consistentes en su caracterización y cartografía.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a CONAF XI Región, especialmente a Sergio Herrera, y a los voluntarios de la Operación Raleigh de Febrero de 1999 por su ayuda logística y por las facilidades para el acceso a los sitios de estudio. También los autores agradecen a Claudia Márquez, por su colaboración en las duras condiciones del trabajo de terreno y por la elaboración de la figura 1. A Inés Meza, agradecemos la herborización de los ejemplares; a Elizabeth Barrera, por la identificación de Pteridophyta y a J. Wheeler, por las de *Carex* y *Uncinia*. A Mélica Muñoz, le agradecemos la bibliografía concerniente a la exploración de Carlos Muñoz Pizarro y el acceso a las colecciones en SGO. Al personal del herbario de la Universidad de Concepción (CONC), por las facilidades dadas para el uso de sus colecciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABACK, P.B.
1991 Comparison of temperate rainforests of the Americas along analogous climatic gradients. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 64: 399-412.
- ARROYO, M.T.K., CAVIERES, L., PEÑALOZA, A., RIVEROS, M. y FAGGI A.M.
1995 Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica. En: J. Armesto, C. Villagrán & M.T.K. Arroyo Eds. *Ecología de los bosques nativos de Chile* p. 71-99. Editorial Universitaria.
- BAEZA, M., BARRERA, E.; FLORES, J., RAMÍREZ, C. y RODRÍGUEZ R.
1998 Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 23-46.
- BRAUN-BLANQUET J.
1979 Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Madrid. 820 p.
- CABRERA, A.
1949 El género *Senecio* en Chile. *Lilloa* 15: 27-501.
- CONAF
1989 Libro rojo de la flora terrestre de Chile. I.L. Benoit Ed. 157 p. Santiago de Chile.
- DIEM, J, y DE LICHTENSTEIN, J.S.
1959 Las Himenofiláceas del área argentino-chilena del sud. *Darwiniana* 11(4): 611-760.
- GAJARDO, R.
1994 La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. 165 p.
- HELLWIG, F.
1990 Die Gattung *Baccharis* L. (Compositae-Asteraceae) in Chile. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 29: 1-455.
- LANDRUM, L.
1999 Revision of *Berberis* (Berberidaceae) in Chile and adjacent southern Argentina. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86 (4): 793-834.
- LUMLEY, S. y FOSSITT, J.
1992 Late Quaternary vegetation and environmental history of the Taitao peninsula. In Preliminary Scientific Reports, Raleigh International. Expedition 92-A.
- MÁRQUEZ, C.
2001 Invasiones biológicas en áreas silvestres protegidas: estudio de caso de plantas introducidas en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Monografía Escuela de Ecología y Paisajismo, Universidad Central.
- MARTICORENA, C.
1990 Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Bot.* 47 (3-4): 85-113.
- MARTICORENA, C. y QUEZADA, M.
1985 Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Bot.* 42 (1-2): 1-57.

CONCLUSIONES

Alcances taxonómicos

Durante el proceso de revisión bibliográfica y de la determinación de las colecciones de plantas, se detectó la necesidad de estudiar el máximo número posible de los materiales colectados en las otras exploraciones. Al respecto, hay que señalar que existe la posibilidad cierta de que las determinaciones o los nombres científicos usados en la literatura, no coincidan aun tratándose de colectas de una misma especie, lo que se debe a los diferentes criterios en la determinación o al uso de diferente nomenclatura. Esta falta de concordancia de los nombres asignados a los taxa, es posible que en el caso de géneros complejos como *Senecio*, *Carex*, *Poa* o *Juncus*, esté aumentando en forma artificial la riqueza de la flora vascular del área.

Especies alóctonas, asilvestradas

Respecto de las especies alóctonas, asilvestradas, un gran número de ellas se detectó entre el área de la guardería de CONAF, en la del ex-hotel y en el sector del embarcadero de punta Cisnes, que corresponden a los sectores que presenta actualmente la mayor intervención humana. Esto implica que se debe prestar atención a la construcción y establecimiento de las vías de acceso terrestre al parque, máxime si se piensa ejecutar el nuevo acceso desde la Carretera Austral, vía valle Exploradores. El manejo de las especies alóctonas actualmente presentes en el parque, es una tarea que, al menos conceptualmente, no incumbe solamente al personal de CONAF.

Especies amenazadas

La mayor parte de las especies que se encuentran en las diferentes categorías de conservación, corresponden a Pteridophyta (18 helechos y 2 licopodios), una a gimnospermas, *Pilgerodendron uviferum* y una angiospermas: el arbusto *Hebe salicifolia*, importante componente de los matorrales arbustivos del área (Pisano 1988).

En relación con los helechos en categoría de conservación, destaca un importante número de especies que crecen en el interior del bosque (especialmente los *Hymenophyllum*), cuya conservación depende en forma sustantiva de la integridad de ese tipo de comunidad.

Proyecciones

1. El catastro de la flora vascular del PNLRSR se encuentra bastante adelantado, sin embargo, existen aún áreas que han sido poco exploradas en las que, a pesar de las dificultades de acceso y permanencia, se debería continuar trabajando. Entre ellas citamos los valles que se descuelgan hacia el oriente del ventisquero San Rafael, la península de Taitao y los alrededores del ventisquero de San Quintín.
2. A los estudios sobre la riqueza de la flora vascular se debe intentar integrar las colecciones que, hasta ahora, no se encuentran disponibles, tales como las de Espinosa, Hicken, Gusinde, Looser, Zöllner, Navas y Grau, entre otras. También sería posible obtener información a partir de las publicaciones de botánica sistemática que incluyen especies de la zona.
3. Un aspecto clave en el manejo de las áreas protegidas es evitar la llegada de nuevas alóctonas, por ello debe implementarse una zonificación del uso del parque y un plan preventivo de monitoreo. Respecto de las ya existentes, se debe evaluar la intensidad de la invasión y de ser necesario llevar a cabo medidas de control y, eventualmente, de erradicación, seguidas de una restauración de la vegetación natural (Márquez 2001).
4. En los sitios mejor conocidos desde el punto de vista de su flora vascular, como el sector del ex-hotel

APENDICE

Flora vascular del Parque Nacional Laguna San Rafael

Las colecciones han sido ordenadas por año, si coinciden dos colectas en el mismo año, se ordenan por lugar (orden alfabético). Los años de colecta figuran en el texto del artículo. Los colectores que coinciden en un mismo lugar, se ordenan también por año de colección y después, por orden alfabético. Con asterisco (*) aparecen las especies que no figuran en la lista de Pisano (1988). Las colecciones que figuran como "sin localización" son aquellas que se hicieron dentro del parque, pero no se señala más exactamente el lugar. Las colecciones en **negrita**, son las citadas por Pisano (1988). Un ejemplar signado como "s.n." indica que no lleva numeración. Los ejemplares que no están seguidos por un acrónimo de Herbario son los que no se pudo ubicar.

PTERIDOPHYTA

ADIANTACEAE

**Adiantum chilense* Kaulf.

Pisano (en prensa).

ASPLENIACEAE

Asplenium dareoides Desv.

Cabo Tres Montes: Darwin 409 (CGE). Hotel: Muñoz-Pizarro 6236 (SGO), 6244 (SGO). Cascada del río Saltón: **Pisano 6278** (CONC), 6274 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4413 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1895**.

Asplenium obtusatum G.Forst. var. *sphenoides* (Kunze) C.Chr. ex Skottsbo.

Isla Mogotes, golfo Los Elefantes: Muñoz Pizarro 6339 (SGO). Río Témpanos: **Schlegel 2196** (CONC).

Sin localización: **Pisano 6273**.

Asplenium trilobum Cav.

Isla Mogotes, golfo Los Elefantes: Muñoz Pizarro 6339 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6274-A** (CONC). Sin localización: **Schlegel 1956** (CONC).

**Asplenium triphyllum* Presl.

Pisano (en prensa)

ATHYRIACEAE

**Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. var. *apiiformis* (Gand.) C. Chr.

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

BLECHNACEAE

Blechnum arcuatum J.Remy

Río Guala: **Schlegel 2110** (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano, 6274** (CONC).

Blechnum blechnoides Keyserl.

Isla Mogotes, golfo Los Elefantes: Muñoz Pizarro 6347, 6348 (SGO). Río Témpanos: **Schlegel 2197** (CONC). Sin localización: **Pisano 6266**.

Blechnum cordatum (Desv.) Hieron.

(*B. chilense* (Kaulf.) Mett.)

Taitao: Gusinde 451 (M), 462 (M). Sector sur del glaciar San Rafael: Muñoz Pizarro 6282 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4414 (CONC). Sin localización: **Pisano 6266**.

**Blechnum magellanicum* (Desv.) Mett.

Punta Leopardo: Gusinde (s/n-CONC). Ofqui: Muñoz Pizarro 6179 (SGO). Camino a la laguna San Rafael: Schlegel 1899 (CONC), citado por Pisano (1988) como *Blechnum chilense*. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4415 (SGO), 4416 (CONC, SGO). Sin localización: Navas (s/n- CONC).

MUÑOZ PIZARRO, C.

1960 American Geographical Society. Southern Chile Expedition. 1959. Technical Report.

MUÑOZ SCHICK, M.

1980 Flora del Parque Nacional Puyehue. Santiago. 557 p.

PISANO, E.

1988 Sectorización fitogeográfica del archipiélago sud patagónico-fueguino: II. Vegetación y flora vascular del área del Parque Nacional "Laguna San Rafael", Aysén (Chile). Anales. Inst. Patagonia Ser. Ci. Nat. Vol. 18: 5-34.

PISANO, E.

1995 Plant Communities and Vascular Plants. In Laguna San Rafael National Park, Chile. The natural history of a Patagonian wilderness. En prensa.

PORTER, D.

1986 Charles Darwin's vascular plant specimens from the voyage of HMS *Beagle*. Botanical Journal of the Linnean Society. 93: 1-172.

RODRIGUEZ, R.

1987 Notas taxonómicas sobre el género *Polystichum* Roth. (Aspidiaceae-Filicidae) en Chile. Gayana Bot. 44 (104): 45-53.

RODRIGUEZ, R.

1995 Pteridophyta. En Flora de Chile, Marticorena y Rodriguez Eds. Vol. 1. 119-309. Ediciones de la Universidad de Concepción.

RODRIGUEZ, R. y MARTICORENA, C.

1988 Las especies del género *Luzuriaga* R. et P. Gayana, Bot. 44: 3-15.

RUGOLO DE AGRASAR, Z. E. y MOLINA, A. M.

1997 Las especies del género *Agrostis* L. (Gramineae-Agrostideae) de Chile. Gayana Bot. 54 (2): 91-156.

SOLOMON, J.C.

1982 The systematics and evolution of *Epilobium* (Onagraceae) in South America. Ann. Missouri Bot. Gard. 69 (2): 239-335.

STEFFEN, H.

1904 Bericht über eine Reise in das chilenische Fjordgebiet nördlich von 48° südl Breite. Verhandlga d. Deutschen wiss. p. 36-116.

TEILLIER, S., HOFFMANN, A. J., SAAVEDRA, F. y PAUCHARD L.

1994 Flora del Parque Nacional El Morado (Región Metropolitana, Chile). Gayana Bot. 51 (1): 13-47.

VILLAGRÁN, C., ARMESTO, J. y LEIVA R.

1986 Recolonización postglacial de Chiloé insular: evidencias basadas en la distribución geográfica y los modos de dispersión de la flora. Rev. Chil. Hist. Nat. 59 (1): 19-39.

VILLASEÑOR, R.

1978 Estudio preliminar de la vegetación del Parque Nacional Laguna San Rafael. En CONAF: 1979. Tipología de la vegetación y caracterización de la fauna del Parque Nacional Laguna San Rafael. Informe Científico p. 20-33.

ZULOAGA F., MORRONE, O. y RODRÍGUEZ, D.

1999 Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana 27 (1): 17-167.

Costa norte de la laguna San Rafael, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2251), en Diem & Lichtenstein, 1959. Río Témpanos: Pisano 6243 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4389 (CONC, SGO).

***Hymenophyllum cuneatum* Kunze**

Costa norte de la laguna San Rafael, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem s/n), en Diem & Lichtenstein, 1959. Sin localización: Schlegel 2656.

***Hymenophyllum dentatum* Cav.**

Ofqui: Hicken 84-bis (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959; Schlegel 1974 (CONC); Pisano 6188 (CONC). Punta Leopardo: Hicken 84 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Costa norte de la laguna San Rafael, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2260), en Diem & Lichtenstein, 1959. Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6252 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6110 (SGO), 6112 (SGO), 6118 (SGO), 6120 (SGO); Pisano 6225 (CONC). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6201. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4392 (CONC, SGO), 4401 (CONC). Sin localización: Schlegel 2054, Pisano 6240.

***Hymenophyllum dicranotrichum* (K.Presl) Hook. ex Sadeb.**

Ofqui: Hicken 77-A (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Punta Leopardo: Hicken 87 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959; Muñoz Pizarro 6297. Isla Mogotes, golfo Los Elefantes: Muñoz Pizarro 6352 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4393 (CONC, SGO).

***Hymenophyllum falklandicum* Baker var. *elongatum* Diem et J.Licht.**

Punta Leopardo: Hicken 78 bis A (SI) en Diem & Lichtenstein (1959).

***Hymenophyllum ferrugineum* Colla**

Ofqui: Hicken 79 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959; Pisano 6187. Punta Leopardo: Hicken 79-bis (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, costa norte cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2256), en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4395 (CONC, SGO), 4396 (CONC, SGO).

****Hymenophyllum fuciforme* Sw.**

Taitao: Gusinde 452 (CONC).

***Hymenophyllum krauseanum* Phil.**

Punta Leopardo: Hicken (SI-16518) en Diem & Lichtenstein, 1959; Schlegel 2191 (CONC). Laguna San Rafael, costa norte, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2261), en Diem & Lichtenstein, 1959. Golfo Los Elefantes, isla Mogotes: Muñoz Pizarro 6349 (SGO), 6350 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4397 (CONC, SGO). Sin localización: Pisano 6188-A.

***Hymenophyllum pectinatum* Cav.**

Taitao: Gusinde 493 (CONC). Ofqui: Hicken 43 (SI), 75 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959; Muñoz Pizarro 6173 (SGO); Pisano 6189 (CONC). Punta Leopardo: Hicken 74 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, costa norte, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2255), en Diem & Lichtenstein, 1959. Hotel: Muñoz Pizarro: 6237 (SGO), 6246 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4400 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 2055.

***Hymenophyllum peltatum* (Poir.) Desv.**

Ofqui: Hicken 85-bis (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Punta Leopardo: Hicken (SI-20023) en Diem & Lichtenstein, 1959. Hotel: Muñoz Pizarro 6231 (SGO); Pisano 6226 (CONC).

Pisano 6226 es citado por ese autor (1988) como *H. quetrihuense*.

***Hymenophyllum plicatum* Kaulf.**

Punta Leopardo: Hicken 83 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4398 (CONC, SGO), 4399 (CONC).

El material que Pisano cita como de esta especie (6187-A), corresponde a *H. seselifolium*.

***Hymenophyllum quetrihuense* Diem et J.Licht.**

El material citado por Pisano (1988) para esta especie corresponde a *Hymenophyllum peltatum* (Pisano 6226, CONC).

Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn

Hotel: Muñoz Pizarro 6098 (SGO); **Schlegel 1869** (CONC); **Pisano 6217** (CONC); Teillier & Márquez 4418 (CONC, SGO). Ofqui: **Schlegel 1885** (CONC).

DENNSTAEDTIACEAE

Histiopteris incisa (Thunb.) J.Sm

Isla Mogotes, golfo Los Elefantes: Muñoz Pizarro 6344 (SGO), 6345 (SGO). Punta Leopardo: **Schlegel 2193** (CONC).

Hypolepis poeppigii (Kunze) R.A.Rodr.

Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4424 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1959** (CONC).

DICKSONIACEAE

Lophosoria quadripinnata (J.F.Gmel.) C.Chr.

Hotel: Muñoz Pizarro 6106 (SGO), 6132 (SGO). Ofqui: **Pisano 6195** (CONC).

DRYOPTERIDACEAE

Megalastrum spectabile (Kaulf.) A.R.Sm. et R.C. Moran

Hotel: Muñoz Pizarro 6105 (SGO); Teillier & Márquez 4425 (CONC, SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6280** (CONC), **6284** (CONC). Ofqui: **Pisano 6193** (CONC).

Polystichum andinum Phil.

Ofqui: Reichal sn. (SI), en Rodríguez (1987) y en Pisano (1988).

****Polystichum chilense*** (H.Christ.) Diels var. *dusenii* (C.Chr.) Looser ex R.A.Rodr.

Sector sur del glaciar: Muñoz Pizarro 6257 (SGO).

Polystichum multifidum (Mett.) T. Moore

Sector sur del glaciar: Muñoz Pizarro 6258 (SGO). Camino al glaciar: Teillier & Márquez 4426 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6373-A**.

Polystichum multifidum (Mett.) T.Moore var. *pearcei* (Phil.) R.A.Rodr.

Río Saltón, cascada: **Pisano 6288** (CONC), **6282-A**.

GLEICHENIACEAE

Gleichenia cryptocarpa Hook.

Río Saltón, cascada: **Pisano 6279-A** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4422 (CONC, SGO).

****Gleichenia litoralis*** (Phil.) C.Chr.

Hotel: **Pisano 6209** (como *Gleichenia cryptocarpa*). Río Saltón, cascada: **Pisano 6263** (CONC).

Gleichenia quadripartita (Poiret) T.Moore

Ofqui: Muñoz Pizarro 6174 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6263**. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4420 (CONC), 4421 (CONC). Sin localidad: **Schlegel 1927**.

GRAMMITIDACEAE

Grammitis magellanica Desv.

Hotel: Muñoz Pizarro 6229 (SGO); **Pisano 6224**. Ofqui: **Pisano 6190** (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano 6282**. Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez: 4423 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2149** (CONC), **Schlegel 2150**.

HYMENOPHYLLACEAE

Hymenoglossum cruentum (Cav.) K.Presl

Ofqui: Hicken 77 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Punta Leopardo: Hicken 76 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Costa norte de la laguna San Rafael, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2252) en Diem & Lichtenstein, 1959; Muñoz Pizarro 6213 (CONC). Hotel: Muñoz Pizarro 6323 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6276** (como "6376"). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4408 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2056**.

Hymenophyllum caudiculatum Mart. var. *productum* (K.Presl) C.Chr.

Ofqui: Hicken 80 (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959. Punta Leopardo: Hicken 75-bis (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959; Gusinde (SI 16087), en Diem & Lichtenstein, 1959; Muñoz Pizarro 6305 (SGO).

PTERIDACEAE

**Pteris semiadnata* Phil.

Rfo Saltón, cascada: Pisano 6273 (CONC).

SCHIZAEACEAE

**Schizaea fistulosa* Labill.

Taitao, Lago Presidente Rfos: Lumley & Fossitt (1992)

GYMNOSPERMATOPHYTA

CUPRESSACEAE

Pilgerodendron uviferum (D. Don) Florin

Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6187 (SGO); Schlegel 2127 (CONC); Pisano 6241 (CONC). Hotel: Schlegel 1949 (CONC).

PODOCARPACEAE

**Lepidothamnus fonkii* Phil.

Taitao, Lago Presidente Rfos: Lumley & Fossitt (1992)

Podocarpus nubigena Lindl.

Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6186 (SGO), Pisano 6247. Ofqui: Muñoz Pizarro 6168 (SGO), 6328 (SGO). Camino al lago: Schlegel 1925 (CONC). Sin localización: Schlegel 2050.

MAGNOLIOPHYTA

MAGNOLIOPSIDA (DICOTYLEDONAE)

APIACEAE (UMBELLIFERAE)

Apium australe Thouars

Hotel: Muñoz Pizarro 6070 (CONC), 6096 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4283 (CONC, SGO). Sin localización: Pisano 6228 (CONC), Pisano & Colomé 6342.

**Hydrocotyle chamaemorus* Cham. et Schlecht.

Hotel: Muñoz Pizarro 6308 (SGO); Teillier & Márquez 4358 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1831 (CONC).

Lilaeopsis macloviana (Gand.) A. H. Hill.

Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6195 (SGO), 6202 (SGO), 6205 (SGO). Embarcadero, Puntilla Cisnes: Teillier & Márquez 4341 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1832 (CONC); Pisano 6253 (CONC).

APOCYNACEAE

**Elytropus chilensis* (A. DC.) Müll. Arg.

Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6212 (SGO).

ARALIACEAE

Pseudopanax laetevirens (Gay) Franchet

Hotel: Muñoz Pizarro 6109 (SGO); Schlegel 1955 (CONC); Pisano 6219 (CONC). Ofqui: Muñoz Pizarro 6171 (SGO). Rfo Témpanos: Pisano 6237 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4293 (SGO). No localizadas: Schlegel 1874 (CONC), 1892.

ASTERACEAE (COMPOSITAE)

Aster vahlii Hook. et Arn.

Ofqui: Schlegel 1876 (CONC). Rfo Hualas: Schlegel 2113 (CONC). Rfo Témpanos: Pisano 6231 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4274 (CONC, SGO). Sin localización: Navas s/n (CONC); Pisano 6330 (CONC); Schlegel 2115.

Baccharis nivalis (Wedd.) Sch. Bip. ex Phil.

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6255 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6124 (SGO); Pisano 6260 (CONC: Pisano 6200?); Teillier & Márquez 4432 (CONC, SGO). Rfo Huala: Schlegel 2072. Sin localización: Schlegel 2168 (CONC), Schlegel 2169.

Baccharis patagonica Hook. et Arn. subsp. *patagonica*

Taitao: Gusinde 530 (W pp), en Hellwig (1990). Bahía San Quintín: Grosse 22 (CONC). Ventisquero San Rafael: Seki 387 (CONC). Laguna San Rafael, Grau 2695 (Herb. Grau) en Hellwig (1990), Navas (s.n.).

Hymenophyllum secundum Hook. et Grev.

Ofqui: Hicken 77(73) (SI), 72 (SI), 71 (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959; **Pisano 6191** (CONC). Punta Leopardo: Hicken 77 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959; Gusinde (SI 16532), en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, costa norte, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2253), en Diem & Lichtenstein, 1959. Hotel: Muñoz Pizarro 6119 (SGO), 6228 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4402 (CONC, SGO).

Hymenophyllum seselifolium K.Presl

Ofqui: Hicken 70 (SI), 82 (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959; Gusinde (SI 16054), en Diem & Lichtenstein, 1959; Pisano 6187-A (CONC), **6188** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4403 (CONC, SGO).

Las citas de Diem et Lichtenstein (1959), están bajo *H. magellanicum* Willd.

Pisano 6187-A pertenece a esta especie (está citado como *H. plicatum*).

Hymenophyllum tortuosum Hook. et Grev.

Ofqui: Hicken 81 (SI), 82 (SI), 84 (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959; Gusinde (SI 16606), en Diem & Lichtenstein, 1959; Looser 5051 (CONC). Punta Leopardo: Hicken 83 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, costa norte, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2254), en Diem & Lichtenstein, 1959. Río Témpanos: Pisano 6240 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4399 (CONC), 4404 (CONC)

Pisano (1988), no cita material suyo. En CONC hay dos ejemplares con el N° 6240, el otro ejemplar está citado como *H. dentatum*.

Hymenophyllum tunbridgense (L.) J.E.Sm

Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4405 (CONC, SGO)

Serpilopsis caespitosa (Gaudich.) C.Chr.

Ofqui: Hicken 69 (SI), 85 (SI), 87 (SI), en Diem & Lichtenstein, 1959; Gusinde (SI 16606), en Diem & Lichtenstein, 1959; **Pisano 6192** (CONC). Punta Leopardo: Hicken 83 (SI) en Diem & Lichtenstein, 1959. Laguna San Rafael, costa norte, cerca del hotel: J.J. Neumeyer (Herbario Diem 2258), en Diem & Lichtenstein, 1959; Muñoz Pizarro 6129 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6242 (SGO), **Pisano 6223** (CONC). Camino al glaciar San Rafael: Teillier & Márquez 4406 (CONC, SGO), 4407 (CONC). Sin localización: Schlegel 2149 (CONC), **2128**.

ISOETACEAE

Isoetes savatieri Franchet

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

LYCOPODIACEAE

Lycopodium alboffii Rolleri

Río Saltón, cascada: Pisano 6287 (CONC).

Material citado por Pisano (1988), como *L. magellanicum*.

Lycopodium confertum Willd.

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

Lycopodium gyanum J.Remy

Hotel: Muñoz Pizarro 6123 (SGO), 6317 (SGO). Ofqui: **Pisano 6320** (CONC); Teillier & Márquez 4409 (CONC), 4410 (SGO). Sin localización: Schlegel **2159** (CONC).

Lycopodium magellanicum (P.Beauv.) Sw.

Cabo Tres Montes: Darwin 429 (CGE). Hotel: Muñoz Pizarro 6197 (SGO), 6140 (SGO). Camino al glaciar San Rafael: Teillier & Márquez 4411 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel **2150** (CONC); Navas s/n (CONC).

Lycopodium paniculatum Desv. ex Poir.

Isla Diablo: **Pisano & Colomé 6360**.

POLYPODIACEAE

Polypodium feuillei Bertero

Río Saltón, cascada: Pisano 6277 (CONC).

BERBERIDACEAE

** Berberis ilicifolia* L.f.

Hotel: Muñoz Pizarro 6250 (SGO). Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6185 (SGO). Ofqui: Teillier & Márquez: 4374 (SGO).

Berberis microphylla Forst.

Taitao, Puerto San Andrés: Goodall 47 (NA), cita de Landrum (1999). Hotel: Muñoz Pizarro 6064 (SGO); Pisano 6201 (CONC). Sin localización: Schlegel 2023.

Pisano (1988), cita los materiales como *B. buxifolia*.

BIGNONIACEAE

Campsidium valdivianum (Phil.) Skottsbo.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6166 (SGO). Camino a la laguna San Rafael: Schlegel 1932 (CONC). Rfo Saltón, cascada: Pisano 6269 (CONC), 6271 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4297 (SGO).

BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)

Cardamine glacialis (G. Forst.) DC.

Cabo Tres Montes: Darwin s.n (CGE, K). Hotel: Muñoz Pizarro 6093 (SGO), 6307 (SGO). Puntilla del Cisne: Teillier & Márquez 4376 (CONC, SGO). Sin localización: Pisano 6259 (CONC).

En Muñoz Pizarro (1960), como *C. tuberosa* DC.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.

Sin localización: Schlegel 2173.

Especie alóctona, asilvestrada.

Lepidium pseudodidymus Thell. ex Druce

Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4367 (SGO).

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria serpens Kunth

(*A. digyna* D.F.K.Schltl.)

Hotel: Muñoz Pizarro 6222. Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6253. Rfo Huala: Schlegel 2118 (CONC). Piuquenes, guardería CONAF: Teillier & Márquez 4429 (CONC, SGO), 4430 (SGO). No localizadas: Pisano 6248 (CONC), 6258 (CONC).

**Cerastium glomeratum* Thuill.

Hotel: Muñoz Pizarro 6313 (SGO); Teillier & Márquez 4434 (CONC, SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl.

Hotel: Muñoz Pizarro 6073 (SGO), 6314 (SGO). No localizada: Pisano 6256 (CONC).

Sagina procumbens L.

Sin localización: Pisano 6258.

Especie alóctona, asilvestrada.

**Spergularia marina* (L.) Griseb.

Cabo Tres Montes: Darwin 50 (CGE, K). Piuquenes, guardería de CONAF: Teillier & Márquez 4431 (CONC, SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

**Spergularia media* (L.) K.Presl ex Griseb.

Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6199 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

**Stellaria media* (L.) Cirillo

Puntilla del Cisne (embarcadero): Teillier & Márquez 4318 (CONC, SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6453 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

CELASTRACEAE

Maytenus magellanica (Lam.) Hook.f.

***Baccharis patagonica* subsp. *palenae* (Phil.) F.H.Hellwig**

Taitao: Gusinde 530 (W pp), en Hellwig (1990). Hotel: Muñoz Pizarro 6054 (SGO). Camino al glaciar San Rafael: Schlegel 2169 (CONC). Río Hualas: Schlegel 2099 (CONC). Sin localización: **Pisano 6208** (CONC), Schlegel 2169 (CONC).

Subespecie indeterminada:

Hotel: Teillier & Márquez 4339 (CONC). Sin localizar: **Pisano & Colomé 6348** (CONC).

*** *Baccharis zollnerii* F.H.Hellwig**

Ofqui: Teillier & Márquez 4338 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1893 (CONC).

***Chilotrachium diffusum* (G.Forst.) Kuntze**

Hotel: **Pisano 6204** (CONC).

*** *Conyza lechlerii* (Sch.Bip.) Cabrera**

Hotel: Teillier & Márquez 4375 (CONC, SGO).

***Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd.**

Isla Diablo: **Pisano & Colomé 6355** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4321 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6212** (CONC).

*** *Gamochaeta spiciformis* (Sch.Bip.) Cabrera**

Glaciar de San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6252 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4298 (CONC, SGO), 4409 (CONC, SGO).

*** *Hypochaeris radicata* L.**

Aeródromo: Teillier & Márquez 4310 (CONC, SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6454 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

***Leptinella scariosa* Cass.**

(*Coula scariosa*)

Cabo Tres Montes: Darwin 483 (CGE, isolectotipo de *L. acaenoides* Hook. et Arn. E-GL; lectotipo de *L. ambigua* Hkr, K). Hotel: Muñoz Pizarro 6075, 6092, 6094, 6309. Río Témpanos: Pisano 6229 (CONC). Puntilla del Cisne (playa): Teillier & Márquez 4317 (SGO), 4438 (CONC). Sin localización: **Schlegel 2036, Pisano 6228**.

*** *Perezia magellanica* (L.f.) Lag.**

Cabo Tres Montes: Darwin 369 (CGE, E-GL).

***Senecio acanthifolius* Hombr. et Jacquinot**

Istmo de Ofqui: Hicken s/n (SI) citado por Cabrera (1949). Hotel: Muñoz Pizarro 6221 (SGO). Río Témpanos: **Pisano 6230** (CONC).

***Senecio candidans* DC.**

Isla Diablo: **Pisano & Colomé 6357** (CONC).

***Senecio cuneatus* Hook.f.**

Ofqui: Grosse s/n (CONC). Hotel: Muñoz Pizarro 6148 (SGO). Río Huala: **Schlegel 2100** (CONC), 2101 (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano 6261** (CONC). Camino al glaciar Sn Rafael: Teillier y Márquez 4439 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2172**.

***Senecio fistulosus* Poepp. ex Less.**

Sin localización: **Schlegel 1825** (CONC).

Cabrera (1949): No menciona ejemplares de la especie al sur de Valdivia. La identidad del ejemplar de Schlegel deberá confirmarse. Podría haber una confusión con *S. smithii*, una especie cuyas partes vegetativas son similares.

*** *Senecio philippi* Sch.Bip. ex Wedd.**

Ofqui: Grosse 39 (CONC), Hicken s/n (SI,LP,CONC).

Esta especie es muy similar a *S. cuneatus*. Es extremadamente difícil determinar los ejemplares.

*** *Senecio smithii* DC.**

Istmo de Ofqui: Hicken s/n (SI) en Cabrera (1949). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4279 (CONC, SGO).

(CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4286 (SGO). Sin localización: Pisano 4286 (CONC), 6203.

Gaultheria poeppigii DC.

(*Pernettya myrtilloides* Zucc. ex Steud.)

Rfo Huala: Schlegel 2074 (CONC), 2078 (CONC). Sin localización: Pisano & Colomé 6353, 6354.

Gaultheria pumila (L.f.) D.J.Middleton

Cabo Tres Montes: Darwin 503 (Isolectotipo CGE, lectotipo K)

Gaultheria pumila (L.f.) D.J.Middleton var. *leucocarpa* (DC.) D.J.Middleton

Rfo Huala: Schlegel 2067 (CONC).

ESCALLONIACEAE

Escallonia alpina Poepp. ex DC.

Hotel: Muñoz Pizarro: 6052 (SGO). Sin localización: Pisano 6205 (CONC), 6207 (CONC). Pisano & Colomé 6333.

**Escallonia rosea* Griseb.

Hotel: Muñoz Pizarro 6051 (SGO), 6062 (SGO), 6100 (SGO), 6220 (SGO), 6223 (SGO). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6277 (SGO), 6290 (SGO). Rfo Huala: Schlegel 2069 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4361 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1958.

Los ejemplares de Schlegel son citados por Pisano como *Escallonia alpina*. En estado vegetativo las *Escallonia* son especies difíciles de determinar.

EUPHORBIACEAE

Dysopsis glechomoides (A. Rich.) Müll.Arg.

Rfo Saltón, cascada: Pisano 6275-A (CONC). Sin localización: Muñoz Pizarro 6470 (SGO), Schlegel 1957 (CONC).

FAGACEAE

Nothofagus antarctica (G.Forster) Oerst.

Hotel: Muñoz Pizarro 6135 (SGO), 6249 (SGO); Teillier & Márquez 4319 (CONC). Rfo Exploradores: Seki 326 (Rodríguez et al, 1983).

Nothofagus betuloides (Mirb.) Oerst.

Hotel: Muñoz Pizarro 6153 (SGO), 6160 (SGO). Rfo Saltón, cascada: Pisano 6265 (CONC). Sin localización: Schlegel 1940, 2028

Nothofagus nitida (Phil.) Krasser

Hotel: Muñoz Pizarro 6131 (SGO), 6154 (SGO). Ofqui: Muñoz Pizarro 6169 (SGO), Pisano 6196 (CONC). Punta Leopardo: Muñoz Pizarro 6293 (SGO), 6294 (SGO), 6296 (SGO), 6300 (SGO), 6334 (SGO), 6335 (SGO), 6336 (SGO); Schlegel 2188 (CONC), 2192 (CONC). Rfo Témpanos: Pisano 6239 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4272 (CONC). Sin localización: Schlegel 1919 (CONC), 2132 (CONC); Seki 386 (CONC).

FLACOURTIACEAE

Azara lanceolata Hook.f.

Cabo Tres Montes: Darwin 495 (Isolectotipo, CGE, lectotipo, K). Hotel: Muñoz Pizarro 6104 (SGO), 6247 (SGO). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro: 6285 (SGO), 6288 (SGO). Rfo Saltón, cascada: Pisano 6270 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4380 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 2137 (CONC).

GESNERIACEAE

Asteranthera ovata (Cav.) Hanst.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6170 (SGO); Pisano 6194 (CONC). Puerto Piedras: Schlegel 1814 (CONC). Rfo Saltón, cascada: Pisano 6272-A (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4305 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1867 (CONC), 2059; Pisano 6272.

Mitraria coccinea Cav.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6172 (SGO). Rfo Saltón, cascada: Pisano 6277- A (CONC), 6279 (CONC). Rfo

Bahía San Quintín: Grosse s/n (CONC). Glaciar, ribera sur: Muñoz Pizarro 6287 (SGO). Río Hualas: **Schlegel 2111** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4306 (CONC, SGO).

CRASSULACEAE

**Crassula moschata* G.Forster

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (CGE, K). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6203 (SGO). Puntilla del Cisne (embarcadero): Teillier & Márquez 4316 (CONC, SGO).

CUNONIACEAE

Caldcluvia paniculata (Cav.) D.Don

Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6215 (SGO). Ofqui: **Schlegel 2009** (CONC). Punta Leopardo: Muñoz Pizarro 6304 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6262** (CONC). Ribera sur: Teillier & Márquez 4294 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2049**.

Weinmannia trichosperma Cav.

Ofqui: Pisano 6306 (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano 6278** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4295 (CONC). Sin localización: **Schlegel 1894** (CONC), **Pisano & Colomé 6337**, **Pisano 6300**.

DESFONTAINIACEAE

Desfontainia spinosa Ruiz et Pav.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6164 (SGO). Río Témpanos: **Pisano 6238** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4307 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1926** (CONC).

DONATIACEAE

**Donatia fascicularis* J.R.Forst. et G.Forst.

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

DROSERACEAE

**Drosera uniflora* Willd.

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

EMPETRACEAE

Empetrum rubrum Vahl ex Willd.

Hotel: Muñoz Pizarro 6057 (SGO), 6958 (SGO), 6101 (SGO); **Pisano 6211**; Teillier & Márquez 4308 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1847** (CONC), Zöllner 7544 (CONC).

EPACRIDACEAE

Lebetanthus myrsinites (Lam.) Dusén

Río Témpanos: **Schlegel 2125** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4277 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1872** (CONC), **1929** (CONC), **1948** (CONC), **2024**, **2051**, **2125**.

ERICACEAE

Gaultheria antarctica Hook.f.

Río Témpanos: **Schlegel 2123**. Ofqui: **Pisano 6328**, Teillier & Márquez 4303 (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4311 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4301 (SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6327 (SGO), **Schlegel 1871** (CONC), 1924 (CONC), **1933** (CONC), **1934** (CONC), 1946 (CONC), 1964 (CONC), **2123**, Seki 381 (CONC).

Gaultheria insana (Molina) D.J.Middleton

Isla Diablo: Pisano & Colomé 6353 (CONC), 6354 (CONC). Sin localización: **Schlegel 1950** (CONC), **1823**, **2027**.

Gaultheria mucronata (L.f.) D.J.Middleton

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6289 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6053 (SGO), 6055 (SGO), 6060 (SGO), 6136 (SGO), 6162 (SGO); Teillier & Márquez 4313 (CONC, SGO). Río Huala: **Schlegel 2067**, 2122 (CONC). Sin localización: **Schlegel 1873** (CONC), 1936 (CONC); Seki 385 (CONC); Navas s/n (CONC); Niemeyer s/n (CONC).

Gaultheria phillyreifolia (Pers.) Sleumer

Lado sur del glaciar: Muñoz Pizarro 6260 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6268** (CONC), **6285**

Misodendron punctulatum Banks ex DC.

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6272 (SGO). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6272** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4440 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1954 (CONC); Seki 384 (CONC).

MONIMIACEAE

Laurelia philippiana Looser

(*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde)

Punta Leopardo: Muñoz Pizarro 6299 (SGO), 6302 (SGO). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6276** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier y Márquez 4290 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2140** (CONC); **Pisano 6332**.

MYRTACEAE

Amomyrtus luma (Molina) D.Legrand et Kausel

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (Lectotipo de *Eugenia darwinii* Hook. f., CGE, isolectotipo, K) Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4284 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2057**; **Pisano & Colomé: 6339**.

Los ejemplares: Muñoz Pizarro 6167, etiquetado como *Amomyrtus meli* del sector Hotel y el 6342, etiquetado como *Luma apiculata*, de Punta Leopardo; probablemente, correspondan a esta especie.

**Myrceugenia exsucca* (DC.) O.Berg

Rfo Huala en Villaseñor (1978).

**Myrceugenia planipes* (Hook. et Arn.) O.Berg

Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4334 (CONC, SGO).

Myrteola nummularia (Poir.) O.Berg

Taitao: Grosse s/n (SGO). Ofqui: Muñoz Pizarro 6161 (SGO) **Pisano 6326** (CONC). Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6188 (SGO); Schlegel 2124 (CONC), **Pisano 6245** (CONC). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6259 (SGO). Hotel: Teillier & Márquez 4312 (CONC, SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4302 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2013** (CONC), **2052**, **2124**.

Los ejemplares de Grosse y Muñoz Pizarro están citados o etiquetados como *M. barneoudi* O.Berg

Tepualia stipularis (Hook. et Arn.) Griseb.

Taitao: Grosse s/n (SGO). Golfo Los Elefantes, isla Mogotes: Muñoz Pizarro 6324 (SGO). Punta Leopardo: Muñoz Pizarro 6301 (SGO). Ofqui: Muñoz Pizarro 6325 (SGO); Pisano 6326 (CONC). Isla Diablo: **Pisano & Colomé: 6351** (CONC), **6356** (CONC). Sin localización: **Schlegel 2053**, **Pisano 6308**, **Pisano & Colomé: 6334**,

ONAGRACEAE

**Epilobium australe* Poepp. et Haussk.

Ofqui: Hicken (LIL, SI) en Solomon (1982). Ventisquero San Quintín: Hoppe 11 (RNG) en Solomon (1982). Rfo Exploradores: Seki 196 (CONC). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6256. Glaciar San Rafael roquerfos a unos 50 m, sector norte. Teillier & Márquez 4435 (CONC, SGO).

Epilobium ciliatum Raf.

Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6300** (CONC).

Dado que Solomon (1982), no cita ejemplares de esta especie en el sector occidental del Parque Nacional Laguna San Rafael, es probable que el material de Pisano de esta especie corresponda a *Epilobium australe*.

Epilobium sin identificar: Muñoz Pizarro: 6311 (SGO); Grosse: Ofqui, s.n. (CONC) y 38 (CONC).

Fuchsia magellanica Lam.

Hotel: Muñoz Pizarro 6126 SGO), 6151 (SGO). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6271-A** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4291 (CONC, SGO). Sin localización: Niemeyer s.n. (CONC); **Schlegel 2135**.

OXALIDACEAE

Témpanos: **Pisano 6242** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4287 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2136** (CONC).

GRISELINIACEAE

Griselinia racemosa (Phil.) Taubert

Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6212 (CONC). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6267 (CONC). Camino a la laguna San Rafael: **Schlegel 1921** (CONC). Isla Diablo: Pisano & Colomé 6359 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4364 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1865** (CONC).

Griselinia ruscifolia (Clos) Ball

Ofqui: Muñoz Pizarro 6183 (SGO); **Pisano 6196-A** (CONC). Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6214 (SGO). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6276 (SGO). Hotel: **Schlegel 1866** (CONC). Río Témpanos: **Pisano 6236** (en CONC como 6276). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4363 (SGO).

GROSSULARIACEAE

Ribes magellanicum Poir.

Hotel: Muñoz Pizarro 6146 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4362 (SGO). Sin localización: **Pisano 6222**.

GUNNERACEAE

**Gunnera lobata* Hook. f.

Ofqui: Teillier & Márquez 4347 (CONC, SGO).

Gunnera magellanica Lam.

Hotel: Muñoz Pizarro 6082 (SGO), 6083 (SGO), 6141 (SGO), 6142 (CONC). Ofqui: **Schlegel 1916** (CONC). Río Huala: **Schlegel 2120** (CONC), 2121 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4289 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 1942** (CONC), 2120; **Pisano 6213** (CONC).

Gunnera tinctoria (Molina) Mirb.

Ofqui: **Schlegel 1902** (CONC).

Especie de amplia distribución en la zona, pero poco colectada.

HALORAGACEAE

Myriophyllum quitense Kunth

Hotel: Muñoz Pizarro 6143 (SGO). Sector norte de la laguna San Rafael: **Schlegel 1837** (CONC).

HYDRANGEACEAE

Hydrangea serratifolia (Hook. et Arn.) F.Phil.

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6268 (SGO). Golfo Elefantes, isla Mogotes: Muñoz Pizarro 6343 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6240 (SGO), 6318 (SGO); **Schlegel 1954** (CONC). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6202 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6286** (CONC), **6298** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4296 (CONC, SGO).

LABIATAE

**Mentha x hybrida*

Ofqui: Teillier & Márquez 4343 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

LENTIBULARIACEAE

**Pinguicula antartica* Vahl

Taitao, Lago Presidente Ríos: Lumley & Fossitt (1992)

MISODENDRACEAE

Misodendron brachystachyum DC.

Hotel: Muñoz Pizarro 6125 (SGO), 6155 (SGO). Ofqui: **Pisano 6305** (CONC). Sin localización: **Schlegel 1917** (CONC).

Misodendron gayanum Tiegh

Sin localización: Muñoz Pizarro 6468 (SGO); **Schlegel 1918** (CONC), **2170** (CONC).

**Samolus repens* (J.R.Forst. et G.Forst.) Pers.

Cabo Tres Montes: Darwin 508 (CGE, K). Hotel: Muñoz Pizarro 6072 (SGO), 6312 (SGO); Teillier & Márquez 4433 (CONC, SGO). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6204 (SGO).

PROTEACEAE

Embothrium coccineum J.R.Forst. et G.Forst.

Hotel: Muñoz Pizarro 6056 (SGO), 6137 (SGO); Pisano 6221 (CONC); Teillier & Márquez 4309 (SGO) Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez (4288 CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1944; Navas s.n. (CONC); Seki 390 (CONC).

Lomatia ferruginea (Cav.) R.Br.

Hotel: Muñoz Pizarro 6102 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4300 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1953 (CONC); Pisano 6220 (CONC), Pisano & Colomé 6335.

RANUNCULACEAE

**Ranunculus biternatus* Sm.

Río Saltón, cascada: Pisano 6296 (CONC-como *R. trullifolius*). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4387 (CONC, SGO).

Ranunculus minutiflorus Bertero ex Phil.

Cabo Tres Montes: Darwin 7 (CGE). Río Saltón, cascada: Pisano 6292 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4385 (CONC, SGO). Ofqui: Teillier & Márquez 4386 (SGO)

**Ranunculus peduncularis* Sm.

Hotel: Muñoz Pizarro 6095 (SGO). Río Saltón, cascada: Pisano 6264 (CONC) Puntilla Cisnes (embarcadero): Teillier & Márquez 4388 (SGO). Sin localización: Schlegel 1863 (CONC); 6254 (CONC).

**Ranunculus repens* L.

Hotel: Teillier y Márquez 4384 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

Citas sin confirmar:

Ranunculus apiifolius: Pisano 6254, 6264. Pisano & Colomé 6338.

Ranunculus trulliflorus : Pisano 6296 (CONC), posiblemente *R. biternatus*.

Ranunculus uniflorus: Schlegel 1890 (CONC).

ROSACEAE

Acaena magellanica (Lam.) Vahl

Hotel: Muñoz Pizarro 6099 (SGO), 6150 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez: 4378 (SGO).

**Acaena ovalifolia* Ruiz et Pav.

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6261 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4377 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1911 (CONC); Pisano 6215 (CONC). Pisano (1988) cita su 6215 como *A. magellanica*.

**Acaena pumila* Vahl

Ofqui: Teillier & Márquez 4379 (CONC, SGO).

Fragaria chiloensis (L.) Duchesne

Isla Diablo: Pisano & Colomé 6352 (CONC).

Rubus geoides Sm.

Hotel: Muñoz Pizarro 6103 (SGO). Sin localización: Schlegel 2172 (CONC); Navas s/n (CONC); Pisano 6283 (CONC).

RUBIACEAE

**Galium aparine* L.

Ofqui: Teillier & Márquez 4337 (CONC, SGO),

Especie alóctona, asilvestrada.

Galium sp.

Schlegel 1937 probablemente corresponda a esta especie.

****Oxalis magellanica*** G.Forst.

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (CGE, K).

PAPILIONATAE

Lathyrus magellanicus Lam.Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4276 (SGO), 4437 (CONC). Sin localización: **Pisano 6340**.Un ejemplar de Darwin colectado en Cabo Tres Montes y determinado como *Lathyrus japonicus* Willd. (Porter 1986), podría pertenecer a esta especie.***Lotus uliginosus*** SchkuhrAeródromo de la laguna San Rafael: Teillier & Márquez 4345 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2179** (CONC); Muñoz Pizarro 5455 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

Trifolium repens L.Hotel: Teillier & Márquez 4346 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2177** (CONC); Muñoz Pizarro 6457 (SGO).

Especie alóctona, asilvestrada.

PIPERACEAE

Peperomia nummularioides Griseb.

Golfo Elefantes, isla Mogotes: Muñoz Pizarro 6338 (SGO).

PLANTAGINACEAE

****Plantago australis*** Lam. subsp. *australis* (Fisch. et C.A.Mey.) Rahn

Sin localización: Schlegel 1824 (CONC), 2175 (CONC). Sin localización: Muñoz Pizarro 6460 (SGO), 6461 (SGO).

Plantago australis Lam. subsp. *cumingiana* (Fish. et C.A.Mey.) Rahn

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (CGE, K). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4359 (SGO). Puntilla Cisnes (embarcadero): Teillier & Márquez 4360 (CONC, SGO).

Plantago barbata G.Forst.Hotel: Muñoz Pizarro 6077. Ofqui: Teillier & Márquez 4329 (SGO). Sin localización: Schlegel 1952 (CONC); **Pisano 6260**.***Plantago lanceolata*** L.Sin localización: **Schlegel 2175**.

Especie alóctona, asilvestrada.

POLYGONACEAE

****Polygonum maritimum*** L.

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (CGE, K.). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6194 (SGO). Ofqui: Teillier & Márquez 4329 (SGO), 4344 (CONC).

Rumex acetosella L.Hotel: Muñoz Pizarro 6306 (SGO), 6458 (SGO). Piuquenes, guardería de CONAF: Teillier & Márquez 4322 (CONC, SGO). Sin localización: **Schlegel 2176** (CONC), **2178**.

Especie alóctona, asilvestrada.

Rumex maricola J.RemyIsla Diablo: **Pisano & Colomé 6349** (CONC).****Rumex obtusifolius*** L.

Hotel: Teillier & Márquez 4436 (SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6456 (SGO); Schlegel 2178 (CONC).

Especie alóctona, asilvestrada.

PRIMULACEAE

****Anagallis alternifolia*** Cav.

Hotel: Teillier & Márquez 4320 (CONC, SGO).

Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4366 (CONC). Ofqui: Teillier & Márquez 4370 (MIN). 4442 (MIN). Sin localización: **Pisano & Colomés 6344**.

Carex darwinii Boott var. *aristata* C.B. Clarke ex Kük.

Ofqui: **Pisano 6313** (en CONC como var. *darwinii*). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6295** (CONC-como var. *aristata*).

Carex decidua Boott

Ofqui: **Pisano 6303**. Hotel: Teillier & Márquez 4356 (MIN), 4357 (MIN).

Carex distenta Kunze ex Kunth

Hotel: Muñoz Pizarro 6078 (CONC). Sin localización: **Pisano 6218** (CONC).

Carex magellanica Lam.

Ofqui: **Pisano 6315** (CONC).

Carex microglochin Wahlenb. subsp. *fueguina* Kük.

Ofqui: **Pisano 6317** (CONC).

**Carex trifida* Cav.

Cabo Tres Montes: Darwin sn.(CGE)

Carpha alpina R.Br.

Ofqui: **Pisano 6307** (CONC).

Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth

Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6299** (CONC).

Eleocharis melanostachys (d'Urv.) C.B. Clarke

Ofqui: **Pisano 6312** (CONC); Teillier & Márquez 4315 (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano 6297** (CONC).

Oreobolus obtusangulus Gaudich.

Ofqui: **Pisano 6325** (CONC); Teillier & Márquez 4368 (CONC). Sin localización: Schlegel 2012 (CONC).

**Schoenus antarcticus* (Hook.f.) Dusén

Cabo Tres Montes: Darwin (CGE), tipo de la especie.

Schoenus rhynchosporoides (Steud.) Kük.

Cabo Tres Montes: Darwin 306 (CGE, K). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6283 (en SGO como *Carpha paniculata* Phil.). Ofqui: **Pisano 6327** (CONC), Teillier & Márquez 4369 (CONC). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6290** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4324 (CONC, SGO).

**Scirpus cernuus* Vahl

Cabo Tres Montes: Darwin 307 (CGE, K). Hotel: Muñoz Pizarro 6084 (SGO), 6087 (SGO), 6090 (SGO); Teillier & Márquez 4333 (CONC, SGO), 4342 (CONC). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6196 (SGO), 6200 (SGO).

Uncinia brevicaulis Thouars

Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6275** (CONC), **6281** (CONC).

**Uncinia macloviana* Gaudich.

Hotel: Teillier & Márquez 4354 (CONC).

**Uncinia phleoides* (Cav.) Pers.

Hotel: Muñoz Pizarro 6149 (SGO). Sin localización: Teillier & Márquez 4446-A (CONC, MIN).

Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth

Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6294** (CONC). Ofqui: Teillier & Márquez 4444 (CONC, MIN), 4445 (CONC). GRAMINEAE

**Agrostis inconspicua* Kunze ex E.Desv.

Hotel: Teillier & Márquez 4332 (CONC, SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6501 (SGO).

Agrostis magellanica Lam.

Ofqui: Hicken s/n (SI; LIL) en Rúgolo de Agrasar (1997). Punta Leopardo: Hicken (SI) en Rúgolo de Agrasar (1997). Hotel: Muñoz Pizarro 6080 (SGO), 6133 (SGO), Teillier & Márquez 4412 (CONC,

Nertera granadensis (Mutis ex L.f.) Druce

Hotel: Muñoz Pizarro 6081 (SGO), 6227 (SGO). Ofqui: **Pisano 6199** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier y Márquez 4292 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 2133 (CONC); Seki 383 (CONC).

SAXIFRAGACEAE

**Saxifragodes albowiana* (Kurtz) D.M. Moore

Ofqui: Grosse 37 (CONC), Grosse s/n (CONC).

SCROPHULARIACEAE

Calceolaria tenella Poepp.

Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6254 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6289** (CONC). Schlegel 2131 (CONC). Glaciar San Rafael, roqueríos lado norte: Teillier & Márquez 4383 (SGO).

Digitalis purpurea L.

Sin localización: Schlegel 1900.

Especie alóctona, asilvestrada.

Hebe elliptica (G.Forst.) Pennell

Isla Diablo: **Pisano & Colomé 6358** (CONC).

Hebe salicifolia (G.Forst.) Pennell

Ofqui: Looser 4800; **Pisano 6197** (CONC). Glaciar San Rafael, lado sur: Muñoz Pizarro 6280 (SGO). Hotel: Muñoz Pizarro 6127 (SGO), 6139 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4281 (CONC, SGO). Sin localización: Niemeyer s.n. (CONC); **Pisano & Colomé 6343**.

**Ourisia coccinea* (Cav.) Pers.

Puerto Piedras: Schlegel 1815 (CONC).

**Veronica serpyllifolia* L.

Hotel: Teillier & Márquez 4340 (CONC, SGO).

THYMELEACEAE

**Ovidia andina* (Poepp. et Endl.) Meisn.

Pisano (en prensa).

TRIBELACEAE

**Tribeles australis* Phil.

Sin localización: Schlegel 2014 (CONC).

VALERIANACEAE

Valeriana lapathifolia Vahl

Cabo Tres Montes: Darwin s.n. (CGE). Hotel: Muñoz Pizarro 6225 (SGO). Ofqui: **Pisano 6314**. Laguna San Rafael, ribera sur, a orillas del río Lucas: Teillier & Márquez 4282 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 2134 (CONC); Navas s.n. (CONC), **Pisano & Colomé 6344**.

WINTERACEAE

Drimys winteri J.R. Forst. et G. Forst.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6165 (SGO); **Pisano 6302** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4278 (SGO). Sin localización: Schlegel 2187.

CLASE LILIOPSIDA (MONOCOTYLEDONAE)

CYPERACEAE

Carex banksii Boott

Cabo Tres Montes: Darwin 302 (CGE, K). Río Saltón, cascada: **Pisano 6293** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4353 (MIN).

Carex curta Gooden. var. *robustior* (Blytt ex Andersson) D.M. Moore et Chater

Ofqui: Muñoz Pizarro 6181 (SGO); Pisano 6303 (CONC), **6323** (CONC), Teillier & Márquez 4445 (MIN). Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6191 (SGO). Río Saltón, cascada: **Pisano 6301** (CONC).

Carex darwinii Boott

(Sin especificar variedad)

2184 (CONC).

Especie alóctona, asilvestrada.

Poa borchersii Phil.

Río Negro: **Pisano 6310** (CONC).

Poa rigidifolia Steud.

Río Témpanos: **Pisano 6235** (CONC). Glaciar San Rafael, roqueríos a unos 50 m, sector norte: Teillier & Márquez 4351 (CONC, SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4365 (CONC).

Poa robusta Steud.

Isla Diablo: **Pisano & Colomé 6350** (CONC).

Polypogon australis Brongn.

Cabo Tres Montes: Darwin 510 (Isolectotipo de *Polypogonum chonoticum* Hook.f., CGE, lectotipo de *Polypogonum chonoticum* Hook.f., K). Río Témpanos: **Pisano 6234**. Caiquenes, guardería de CONAF: Teillier & Márquez 4327 (CONC).

Puccinellia glaucescens (Phil.) Parodi

Sin localización: **Pisano 6255** (CONC).

**Trisetum spicatum* (L.) K.Richt. var. *dianthemum* Louis-Marie

Hotel: Muñoz Pizarro 6066 (SGO), 6085 (SGO). Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6217 (SGO).

**Vahlodea atropurpurea* (Wahlenb.) Fries ex Hartm.

Rada Quesahue: Schlegel 2043 (CONC).

IRIDACEAE

Libertia chilensis (Molina)Gunckel

Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6190 (SGO). Sin localización: **Schlegel 2044; Pisano & Colomé 6346**.

**Tapeinia pumila* (G.Forst.) Baill.

Cabo Tres Montes: Darwin 275

JUNCACEAE

**Juncus arcticus* Willd. var. *mexicanus* (Willd. ex Schult. et Schult.f.) Balslev

Río Témpanos: Muñoz Pizarro 6192 (SGO).

Juncus bufonius L.

Ofqui: Looser 4798 (CONC). Río Saltón, cascada: **Pisano 6291** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4431 (CONC, SGO). Sin localización: Looser 4799 (CONC).

Juncus conglomeratus L.

Ofqui: **Pisano 6319** (CONC). Río Témpanos: **Pisano 6232** (CONC, como *J. leersii*). Ofqui: Teillier & Márquez 4372 (CONC).

**Juncus effusus* L.

Golfo de Elefantes, isla Mogotes: Muñoz Pizarro 6346 (SGO).

Juncus microcephalus Kunth.

Ofqui: **Pisano 6311** (CONC, como *J. involucratus*).

**Juncus procerus* E.Mey.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6180 (SGO).

Juncus scheuchzerioides Gaudich.

Ofqui: **Pisano 6322** (CONC). Hotel: Teillier & Márquez 4330 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6257** (CONC).

Juncus stipulatus Nees et Meyen

Hotel: Muñoz Pizarro 6144 (SGO), 6315 (SGO). Ofqui. **Pisano 6321** (CONC). Sin localización: **Pisano 6216** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4338 (CONC, SGO).

**Luzula alopecurus* Desv.

Sin localización: Zöllner 7649 (CONC).

Luzula excelsa Buchenau

SGO), 4336 (CONC). Rada de Quesahue: Schlegel 2025 (CONC), 2034 (CONC). Rfo Guala: Schlegel 2092 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4335 (CONC, SGO).

Agrostis perennans (Walter) Tuck.

Sin localización: **Pisano 6214**, como *A. flavidula* Steud.

Agrostis serranoi Phil.

Ofqui: Pisano 6324 (CONC). Rfo Negro: **Pisano 6324**, como *A. pyrogea* Speg, que es un sinónimo de esta especie. Sin localización: Schlegel 1951 (CONC); Pisano 6214 (CONC).

**Agrostis stolonifera* L. var. *palustris* (Huds.) Farw.

Ofqui: Looser 4812 (CONC).

Especie alóctona, asilvestrada.

**Agrostis uliginosa* Phil.

Ofqui: Hicken s/n (SI, LIL, en Rúgolo de Agrasar 1997).

Chusquea montana Phil.

Rfo Témpanos: **Pisano 6244** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4280 (CONC). Los ejemplares de Muñoz Pizarro 6007 (SGO) y 6219 (SGO), citados como *Chusquea quila* (Muñoz Pizarro 1960) es posible que correspondan a esta especie.

Deschampsia caespitosa (L.) P.Beauv.

Sin localización: **Pisano 6249** (CONC).

Deschampsia kingii (Hook.f.) E.Desv.

Hotel: Muñoz Pizarro 6089 (SGO), 6134 (SGO); Teillier & Márquez 4352 (CONC, SGO). Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6208 (SGO). Sin localización: **Schlegel 1844** (CONC).

Deschampsia laxa Phil.

Sin localización: **Pisano 6331** (CONC).

Elymus angulatus J.Presl

Hotel: Muñoz Pizarro 6067 (SGO), 6086 (SGO). Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6210 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4275 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6250** (CONC).

Festuca purpurascens Banks et Sol. ex Hook.f.

Hotel: Muñoz Pizarro 6067 (SGO), 6071 (SGO), 6152 (SGO). Rfo Huala: Schlegel 2062 (CONC). Rfo Témpanos: Pisano 6233 (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4273 (CONC, SGO). Sin localización: Schlegel 1860 (CONC); Pisano 6250 (CONC), 6205, 6207; Pisano & Colomé 6333.

Hierochloa redolens (Vahl) Roem. et Schult.

Hotel: **Pisano 6252** (CONC).

Holcus lanatus L.

Hotel: Muñoz Pizarro 6059 (SGO). Caiquenes, guardería CONAF: Teillier & Márquez 4326 (CONC, SGO).

Sin localización: **Schlegel 2183** (en CONC como "2185"); Navas s/n (CONC).

Especie alóctona, asilvestrada.

Hordeum tetraploideum Covas

Rfo Témpanos: Muñoz Pizarro 6209 (SGO, como *H. comosum*). Ofqui: Teillier & Márquez 4328 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6251** (CONC).

**Ortachne rariflora* (Hook.f.) Hughes

Cabo Tres Montes: Darwin 529 (Isolectotipo CGE, Lectotipo K).

**Poa alopecurus* (Gaudich.) Kunth

Cabo Tres Montes: Darwin 557 (CGE). Sin localización: **Pisano & Colomé 6341**.

**Poa alopecurus* (Gaudich.) Kunth. subsp. *fueguiana* (Hook.f.) D.M.Moore et Dogg.

Hotel: Muñoz Pizarro 6069 (SGO).

Poa annua L.

Hotel: Teillier & Márquez 4325 (CONC, SGO). Sin localización: Muñoz Pizarro 6449 (SGO); **Schlegel**

Hotel: Teillier & Márquez 4349 (CONC, SGO). Sin localización: **Pisano 6210** (CONC, como *L. hieronymi*).

**Luzula racemosa* Desv.

Hotel: Muñoz Pizarro 6079 (SGO), 6147 (CONC).

Marsippospermum grandiflorum (L.f.) Hook.f.

Ofqui: Muñoz Pizarro 6177 (SGO); Teillier & Márquez 4372 (SGO), 4373 (CONC). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6288** (CONC). Sin localización: **Schlegel 1928** (CONC), 1963; **Pisano & Colomé 6336**.

Rostkovia magellanica (Lam.) Hook.f.

Ofqui: **Pisano 6318** (CONC).

JUNCAGINACEAE

Tetroncium magellanicum Willd.

Ofqui: **Pisano 6304** (CONC).

**Triglochin striata* Ruiz et Pav.

Cabo Tres Montes: Darwin 589. Hotel. Muñoz Pizarro 6013 (SGO), 6088 (SGO), 6091 (SGO), Ofqui: Muñoz Pizarro 6197 (SGO), 6198 (SGO). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4348 (CONC).

LILLIACEAE

**Astelia pumila* (G.Forst.) Gaudich.

Sin localización: Muñoz Pizarro 6511 (SGO); **Schlegel 2015** (CONC).

ORCHIDACEAE

Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl.

Hotel: **Pisano 6227** (CONC).

Gavilea lutea (Pers.) M.N.Corraea

Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6329** (CONC).

PHILESIACEAE

**Luzuriaga marginata* (Banks et Sol. ex Gaertn.) Benth.

Ofqui: **Pisano 6198** (CONC). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6267** (CONC).

En Pisano (1988), los materiales correspondientes a esta especie están citados como *L. polyphylla*.

Luzuriaga polyphylla (Hook.) J.F.Macbr.

Cabo Tres Montes: Darwin 531-b (Lectotipo y paralectotipo CGE, paralectotipo K). Ofqui: Hicken s.n. (SI) en Rodríguez & Marticorena, 1988). Hotel: Muñoz Pizarro 6108 (SGO), 6226 (SGO). Sin localización: **Schlegel 1922** (CONC), 1943 (CONC).

Philesia magellanica J.F.Gmel.

Laguna San Rafael, costa norte: Muñoz Pizarro 6218 (SGO). Ofqui: Muñoz Pizarro 6163 (SGO). Rfo Saltón, cascada: **Pisano 6270** (CONC). Rfo Témpanos: **Pisano 6246** (CONC). Laguna San Rafael, ribera sur: Teillier & Márquez 4299 (CONC), 4304 (SGO). Sin localización: **Schlegel 1870** (CONC).

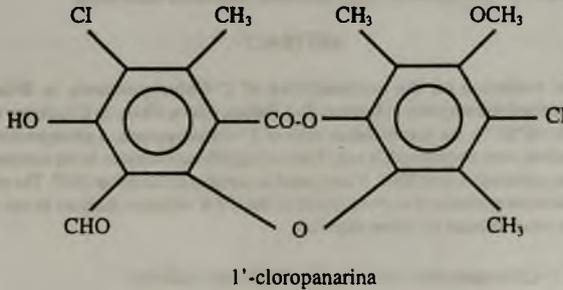
POTAMOGETONACEAE

Potamogeton linguatus Hagstr.

Hotel: Muñoz Pizarro 6138 (SGO). Ofqui: **Pisano 6318** (CONC). Sin localización: **Schlegel 1901**.

se correlacionan con los niveles de ozono medidos en igual período (Quilhot *et al.* 1996). En líquenes recolectados en gradientes altitudinales en zonas alpinas de Chile, se ha observado un incremento creciente en la concentración de ácido úsnico (Quilhot *et al.* 1998, Fernández 1998) y de ácido rizocárpico (Rubio *et al.* 2001), con la altura y la radiación UV solar. En especímenes de *Pseudocyphellaria crocata*, cubiertos con filtros para eliminar la radiación de longitud de onda inferior a 400 nm, disminuyó significativamente la acumulación de calicina -un derivado de ácido chiquímico- al compararla con especímenes expuestos a la radiación solar total (Bjerke 1999). Las propiedades filtrantes de radiación UV de estos compuestos concuerdan con su capacidad fotoprotectora determinada por métodos *in vitro* e *in vivo* (Fernández *et al.*, 1996, Fernández *et al.*, 1998).

La radiación UV ha aumentado en las regiones polares y en las latitudes medias que, para el hemisferio sur, ocurre entre los 35° y 55° S (Randel *et al.* 1999). Laguna San Rafael (46°40'S), está localizada en una zona con elevada irradiancia UV. El propósito de este trabajo fue, primero, determinar las tasas de acumulación de 1'-cloropancarina, compuesto fotoprotector que presenta el cromóforo ortohidroxycarbonilo, acumulado por *Erioderma leylandii* (Quilhot *et al.* 1983) especie liquénica frecuente en Laguna San Rafael, y comparar la evolución de las concentraciones del compuesto en un periodo de tres años y cuatro meses.



MATERIALES Y MÉTODOS

Material liquénico: Talos de *Erioderma leylandii* (Müll. Arg.) Mont. se recolectaron al azar en diferentes forófitos en Laguna San Rafael, en el Área de Desarrollo de CONAF, en Noviembre de 1997 y en Febrero del 2001. Especímenes representativos se encuentran depositados en el Herbario de Líquenes de la Escuela de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

Los talos se limpiaron y lavaron con agua destilada; luego se tritularon y secaron a 60°C. La cuantificación de 1'-cloropancarina se realizó en talos individuales, n = 12 por año de recolección.

Extracción y cuantificación de 1'-cloropancarina: El material liquénico se maceró en acetona a temperatura ambiente (20°C ± 2°) durante 48 y 24 horas sucesivamente. Los dos extractos se filtraron y concentraron al vacío a un volumen de 5 ml. Los extractos se sembraron en placas de silicagel 60 F₂₅₄ HPTLC Merck usando un aplicador Camag Linomat; las placas se eluyeron en tolueno-acetato de etilo-ácido fórmico (139:83:9 v/v). La 1'-cloropancarina se cuantificó en un densitómetro Camag HPTLC equipado con un procesador de datos Chromatopac Shimadzu model CR-6A, a $\lambda = 313$ nm.

La variabilidad de las concentraciones de 1'-cloropancarina entre los talos se analizó mediante el análisis de varianza ANOVA y las diferencias entre las medias de las concentraciones mediante el test de Student.

EFFECTOS DE LA RADIACIÓN UV SOLAR EN LA ACUMULACIÓN DE 1'-CLOROPANARINA EN *ERIODERMA LEYLANDII* (PANNARIACEAE, ASCOMYCOTINA LIQUENIZADO), LAGUNA SAN RAFAEL, AISÉN, CHILE

WANDA QUILHOT¹, CECILIA RUBIO¹, ERNESTO FERNÁNDEZ¹ y MARÍA ELIANA HIDALGO²

¹Escuela de Química y Farmacia, Facultad de Medicina; ²Instituto de Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Casilla 5001, Valparaíso, Chile

RESUMEN

En talos de *Erioderma leylandii*, recolectados en Laguna San Rafael (46°20'S), se determinaron las tasas de acumulación de 1'-cloropannarina, compuesto fotoprotector de radiación UV-A y UV-B. Se observaron incrementos significativos en la concentración del compuesto ($p \leq 0.005$) en las muestras recolectadas en el año 2001, al comparárlas con muestras recolectadas en 1997. Los resultados sugieren que la mayor síntesis de 1'-cloropannarina es consecuencia del incremento de la radiación UV-B en una de las áreas del hemisferio sur más afectadas por la disminución del ozono estratosférico.

Palabras clave: Líquenes, 1'-Cloropannarina, Bioindicadores, Radiación ultravioleta.

ABSTRACT

Effects of UV solar radiation on the accumulation of 1'-Chloropannarin in *Erioderma leylandii* (Pannariaceae, Lichenized Ascomycotyn) Laguna San Rafael, Aisen, Chile. In *Erioderma leylandii* collected at Laguna San Rafael (46°20'S), the accumulation rates of 1'-chloropannarin, a photoprotective compound of UV-A and UV-B radiation, were determined. It was observed significant increases in the compound concentration ($p \leq 0.005$) in samples collected in year 2001, if compared to samples collected in 1997. The results suggest that the major 1'-chloropannarin synthesis is a consequence of the UV-B radiation increase in one of the areas of the Southern Hemisphere more affected by ozone depletion.

Key words: Lichens, 1'-Chloropannarin, Bioindicators, Ultraviolet radiation.

INTRODUCCIÓN

La disminución del ozono estratosférico produce incrementos de la radiación UV-B en la superficie terrestre. Aunque la radiación UV-B (280-315 nm) contribuye con menos de 1 % a la irradiación solar que alcanza la superficie terrestre, es la más dañina para los organismos (Holm-Hansen *et al.* 1993). En el período comprendido entre 1988 y 1999, la radiación UV-B ha aumentado entre el 15 % y el 20 % en relación a la década del setenta; la radiación UV-A (215-400 nm), que no es afectada por el ozono, permanece relativamente constante (McKenzie *et al.* 1999).

Los organismos vivos de los ecosistemas terrestres y acuáticos han desarrollado estrategias para protegerse del posible daño inducido por la radiación UV, una de las cuales es la síntesis y acumulación de compuestos fotoprotectores. MAAs en invertebrados marinos, microalgas y otros organismos planctónicos (Karentz *et al.* 1992), flavonoides en musgos (Markham *et al.* 1990) y en plantas vasculares (Caldwell *et al.* 1989), son algunos de los compuestos fotoprotectores naturales.

Se considera a los líquenes como bioindicadores potenciales de cambios en los niveles de radiación UV debido a la acumulación de compuestos fotoprotectores de radiación UV-A y UV-B (Quilhot *et al.* 1998). Estos compuestos se caracterizan por los cromóforos ortohidroxicarbonilo y oxolano-carbonilo (Quilhot *et al.* 1998, Rubio *et al.* 2001) si provienen de las rutas biogénicas acetato-malonato y ácido chiquímico, respectivamente. Las tasas de acumulación de los compuestos fotoprotectores aumentan en hábitats con elevados niveles de radiación UV, como ha sido determinado en líquenes de Antártica en los cuales las concentraciones de ácido úsnico (fotoprotector de radiación UV-B), en un período de 30 años,

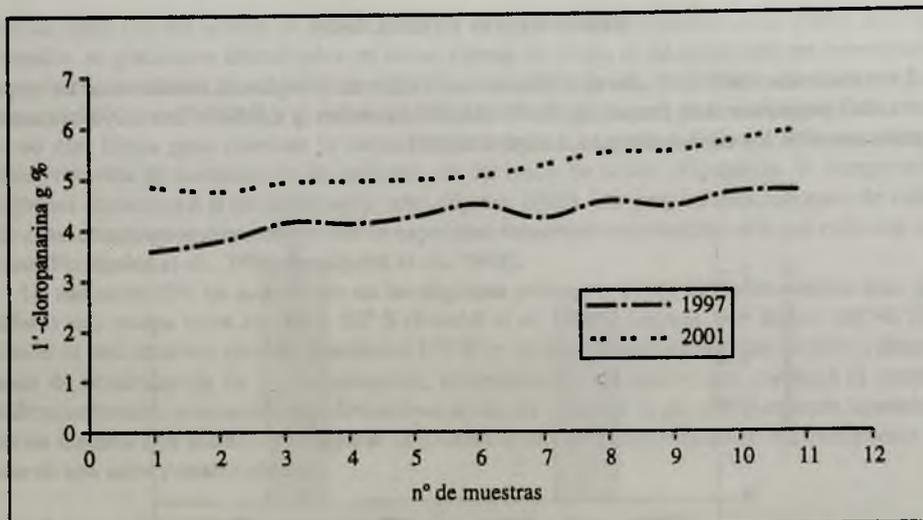


FIGURA 2. Variación intratalina e intertalina en la concentración de 1'-cloropanicina en *E. leylandii* recolectada en los años 1997 y 2001.

De los resultados de la investigación sobre compuestos fotoprotectores en líquenes puede inferirse que estos organismos están especialmente adaptados a niveles variables de radiación UV. Los líquenes que acumulan 1'-cloropanicina pueden utilizarse en experimentos de monitoreo de este cambio global, en diferentes escalas de tiempo, debido a su estabilidad fotoquímica dada por los bajos rendimientos cuánticos de fotoconsumo (Hidalgo *et al.* 1992) propiedad que asegura que en líquenes conservados en herbarios la 1'-cloropanicina no exhibe cambios fotoquímicos significativos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Proyecto Iniciativa Darwin. Nuestros agradecimientos a Raleigh International, Proyecto 01A, y a CONAF XI Región por su apoyo logístico. Especiales agradecimientos a Daniela Castro, coordinador en Chile del Proyecto Biodiversidad Aisén, financiado por la Unión Europea, que facilitó la recolección de materia líquénica en Febrero 2001. Agradecemos asimismo a la Compañía Naviera NAVIMAG por el traslado de uno de los investigadores desde Laguna San Rafael a Puerto Chacabuco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BJERKE, J.W.
1999 Responses among lichens of the genus *Pseudocyphellaria* to local climate and radiation gradients in southernmost South America. Thesis, University of Tromsø, Norway.
- CALDWELL, M.N., TERAMURA, A.H. y TEVINI, M.
1989 The changing solar ultraviolet climate and ecological consequences for higher plants. *Trends Ecol. Evol.* 4:363.
- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W.L. y JHONSON, A.
1983 Genetic and environmental effects on growth and production of secondary compounds in *Cladonia cristatella*. *Biochem. System. Ecol.* 11: 77-84.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de 1'-cloropararina en individuos de *E. leylandii*, recolectados en un período de tres años y cuatro meses, fueron significativamente diferentes ($p \leq 0.005$); Los mayores incrementos se observaron en los talos recolectados en el año 2001.

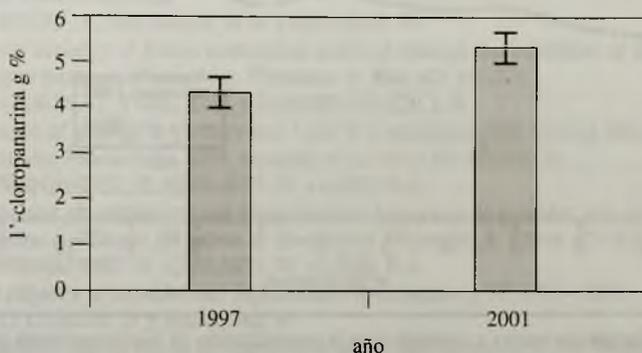


FIGURA 1. Tasas de acumulación de 1'-cloropararina en *E. leylandii* en los años 1997 y 2001.

El incremento en la concentración de 1'-cloropararina sería la consecuencia del aumento de la radiación UV en años recientes debido a la disminución del ozono (McKenzie *et al.* 1999). El compuesto absorbe en el UV-A y en el UV-B (Hidalgo *et al.* 1992) protegiendo las membranas fotosintéticas del fotobionte de procesos fotooxidativos. La radiación UV-B inhibe la producción de oxígeno en el fotosistema II (Kulandaivelu y Nooruden 1983); la fotodestrucción de los componentes fotosintéticos es consecuencia de la reacción de radicales libres con el oxígeno que se han generado durante el proceso fotosintético (Herbert *et al.* 1992). Además, los líquenes están protegidos de la fotooxidación por la capacidad antioxidante que ha sido demostrada para algunos compuestos aislados de líquenes que incluyen a 1'-cloropararina (Hidalgo *et al.* 1994).

El efecto de la radiación UV en la síntesis de compuestos fotoprotectores en líquenes ha sido demostrada mediante estudios de la variación espacial y temporal de algunos compuestos en numerosas especies de líquenes (Quilhot *et al.* 1991a, Quilhot *et al.* 1991b, Quilhot *et al.* 1998, Rubio *et al.* 2001) y por experimentos de campo y de laboratorio en los cuales se ha demostrado que en líquenes sometidos a dosis adicionales de radiación UV (UV-A y UV-B) las concentraciones de los compuestos fotoprotectores se incrementa, particularmente, por efectos de la radiación UV-A (Swanson y Fahselt 1997).

Las concentraciones de 1'-cloropararina varían en talos individuales de *E. leylandii* (Fig. 2). En líquenes, los individuos de una misma población no son químicamente homogéneos; las tasas de acumulación de los productos secundarios dependen, entre otras causas, de la edad de los tejidos (Culbertson *et al.* 1983), la determinación de la edad en los líquenes es un problema no resuelto, y de su utilización como reservas energéticas. Evidencias experimentales sugieren que la acumulación de estos productos en el talo depende de las tasas de síntesis y de degradación, producidas por procesos enzimáticos. Compuestos fenólicos como 1'-cloropararina, pueden ser catabolizados para utilizarlos como sustrato energético en períodos de estrés nutricional para los líquenes; este catabolismo, ligado a acetil-CoA, puede conducir a un nuevo proceso de síntesis (Vicente *et al.* 1980). Una dehidrogenasa, cuya síntesis se inicia con el estrés nutricional, produce la degradación del ácido úsnico en *Evernia prunastri* (Estévez *et al.* 1981). Esta hipótesis explicaría la variación intratalina de la 1'-cloropararina en *E. leylandii*.

SWANSON, A. y FAHSELT, D.

1997 Effects of ultraviolet on polyphenols of *Umbilicaria americana*. Can. J. Bot. 75: 284-289.

VICENTE, C., RUIZ, J.L. y ESTÉVEZ, M.P.

1980 Mobilization of usnic acid in *Evernia prunastri* under critical conditions of nutrient availability. Phytton 39: 15-20.

Contribución recibida: 01.08.01; aceptada: 25.10.01

- ESTÉVEZ, M.P., LEGAZ, M.E., OLMEDA, M., PÉREZ, J.P. y VICENTE, C.
1981 Purification and properties of a new enzyme from *Evernia prunastri* which reduces L-usnic acid. *Zeitsch. Naturforsch. Teil C* 36: 35-39.
- FERNÁNDEZ, E., QUILHOT, W., GONZÁLEZ, I., HIDALGO, M.E., MOLINA, X. y MENESES, I.
1996 Photoprotector capacity of lichen metabolites against UV-B radiation. *Cosmetic and Toiletries* 111: 69-74.
- FERNÁNDEZ, E., QUILHOT, W., RUBIO, C. y BARRE, E.
1998 Lichen's adaptation to altitude. In: *Photosynthesis: mechanisms and effects* (E. Gareb, ed.) pp. 4093-4097. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.
- FERNÁNDEZ, E., REYES, A., HIDALGO, M.E. y QUILHOT, W.
1998 Photoprotector capacity of lichen metabolites assessed through the inhibition of the 8-methoxypsoralen photobinding to protein. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 42: 195-201.
- HERBERT, S.K., SAMSON, G., FORK, D.C. y LANDENBEACH, L.B.
1992 Characterization of damage to photosystem I and II a cyanobacterium lacking detectable iron superoxide dismutase activity. *Proceedings. USA Academy of Sciences* 89: 8716-8720.
- HIDALGO, M.E., FERNÁNDEZ, E., QUILHOT, W. y LISSI, E.A.
1992 Solubilization and photophysical and photochemical behaviour of depsides and depsidones in water and Brij-35 solutions at different pH values. *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* 67: 245.
- HIDALGO, M.E., FERNÁNDEZ, E., QUILHOT, W. y LISSI, E.A.
1994 Antioxidant capacity of depsides and depsidones. *Phytochemistry* 37: 1585-1587.
- HOLM-HANSEN, O., LUBLIN, D. y HEBLING, W.
1993 Ultraviolet radiation and its effects on organisms in aquatic environments. In: *Environmental UV Photobiology*. (A.P. Young, L.E. Bjorn, J. Moen & W. Nutsch, eds.) Plenum Press.
- KARENTZ, D., BOSH, I. y DUNLAP, W.
1992 Distribution of UV absorbing compounds in the antarctic limpet, *Nacella concinna*. *Antarctic J.* 27: 121-122.
- KULANDAIVELU, G. y NOORUDEN, A.M.
1983 Comparative study of the action of ultraviolet-C and ultraviolet-B radiation on photosynthetic electron transport. *Physiol. Plantarum* 58: 389-394.
- MARKHAM, K.R., FRANKE, A., GIVEN, D.R. y BROWNSAY, T.
1990 Historical antarctic ozone level trends from herbarium specimens flavonoids. *Bull. Lias. Group Polyphenols* 15: 230-235.
- MCKENZIE, R., CONNON, B. y BODEKER, G.
1999 Increased summertime UV radiation in New Zealand in response to ozone loss. *Science* 285: 1709-1711.
- QUILHOT, W., DIDYK, B., GAMBARO, V. y GARBARINO, J.A.
1983 Studies on Chilean lichens. VI. Depsidones from *Erioderma chilense*. *J. Nat. Prod.* 46: 942-943.
- QUILHOT, W., PEÑA, W., FLORES, E., HIDALGO, M.E., FERNÁNDEZ, E. y LEIGHTON, G.
1991a Temporal variation in usnic acid concentration in *Usnea aurantiaco-ater*. *Ser. Cient. INACH* 5: 99-106.
- QUILHOT, W., SAGREDO, M.G., CAMPALANS, E., HIDALGO, M.E., PEÑA, W., FERNÁNDEZ, E. y PIOVANO, M.
1991b Quantitative variation of phenolic compounds related to thallus age in *Umbilicaria antarctica*. *Ser. Cient. INACH* 41: 91-97.
- QUILHOT, W., FERNÁNDEZ, E., RUBIO, C., CAVIERES, M.F., HIDALGO, M.E., GODDARD, M. y GALLOWAY, D.J.
1996 Preliminary data on the accumulation of usnic acid related to ozone depletion in two antarctic lichens. *Ser. Cient. INACH* 46: 105-111.
- QUILHOT, W., FERNÁNDEZ, E., RUBIO, C., GODDARD, M. e HIDALGO, M.E.
1998 Lichen secondary products and their importance in environmental studies. In: *Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications* (M. Marcelli & R.D.H. Seaward, eds.); p. 171-179, CETEBS, Sao Paulo.
- RANDEL, W.J., STALARSKI, R.S., CUNNOLD, D.M., LOGAN, J.A. y ZAWODNY, J.M.
1999 Trends in the vertical distribution of ozone. *Science* 285: 1689-1692.
- RUBIO, C., FERNÁNDEZ, E., HIDALGO, M.E. y QUILHOT, W.
2001 Effects of solar UV radiation in the accumulation of rhizocarpic acid in a lichen species from alpine zones of Chile. *Bol. Soc. Chil. Quím.* (en prensa).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron trece especies de *Menegazzia* en Laguna San Rafael. Cinco especies constituyen nuevos registros para el área, mientras que ocho especies habían sido previamente descritas (Galloway, 1992; 2000). *M. magellanica* R. Sant., que ha sido informada para Laguna San Rafael, XI Región (Galloway, 2000), podría corresponder a *M. wandae* o a *M. neozelandica*; aparentemente el límite norte de distribución de *M. magellanica* se encuentra entre Torres del Paine, en la XII Región, y Laguna San Rafael XI Región. *M. megalospora* (Räsänen) R. Sant., que ha sido registrada para áreas vecinas (Santesson, 1942), es probable que esté presente en Laguna San Rafael; sin embargo, esta especie líquénica es poco conocida y requiere de nuevos estudios.

CUADRO 1. Especies de *Menegazzia* registradas en Laguna San Rafael y su respectiva distribución mundial. Se indica con asterisco (*) las especies que constituyen nuevos registros.

Especies	Distribución Mundial
<i>Menegazzia albida</i> (Zahlbr.) R. Sant	Chile, Argentina
<i>Menegazzia chrysogaster</i> Bjerke & Elvebakk*	Chile, Argentina
<i>Menegazzia cincinnata</i> (Ach.) Bitter	Chile, Argentina
<i>Menegazzia dispersa</i> (Nyl.) R. Sant	Chile, Argentina
<i>Menegazzia fumarprotocetrarica</i> Calvelo & Adler*	Chile, Argentina
<i>Menegazzia globulifera</i> R. Sant	Chile, Argentina, Australia, Nueva Zelanda
<i>Menegazzia hollermayeri</i> (Räsänen) R. Sant	Chile
<i>Menegazzia neozelandica</i> (Zahlbr.) P. James*	Chile, Argentina, Australia, Nueva Zelanda, Islas del Pacífico Sur
<i>Menegazzia norsorediata</i> Adler & Calvelo*	Chile, Argentina
<i>Menegazzia opuntioides</i> (Müll. Arg.) R. Sant	Chile, Argentina
<i>Menegazzia sanguinascens</i> (Räsänen) R. Sant	Chile, Argentina, Australia
<i>Menegazzia valdiviensis</i> (Räsänen) R. Sant	Chile, Argentina
<i>Menegazzia wandae</i> Bjerke*	Chile

M. chrysogaster es conocida entre las latitudes 36°7'S (Termas de Chillán) y 54°41'S, en la Isla de los Estados, Argentina (Bjerke y Elvebakk 2001, resultados no publicados). *M. fumarprotocetrarica* y *M. norsorediata* han sido descritas para el sur de Argentina (Adler y Calvelo, 1996). *M. fumarprotocetrarica* es rara en Chile, ha sido recolectada sólo en algunos sitios entre el Parque Nacional Nahuelbuta, IX Región, y la Península de Brunswick en la XII Región (Bjerke y Elvebakk 2001, resultados no publicados). *M. norsorediata* es una especie más común y tiene la misma distribución latitudinal de *M. fumarprotocetrarica*. *M. wandae* (Bjerke, 2001) es relativamente frecuente entre los 38°30'S y Laguna San Rafael (Bjerke 2001, resultados no publicados). Una descripción más detallada de *M. neozelandica* será publicada en breve (Bjerke y Elvebakk). *M. globulifera* es abundante en áreas más secas de Chile (Santesson, 1942; Bjerke y Elvebakk, 2001), y es menos frecuente en los bosques húmedos de Laguna San Rafael. *M. neozelandica*, *M. globulifera* y *M. sanguinascens* son las únicas especies de *Menegazzia* en Chile que están presentes en Nueva Zelanda y/o Australia (Filson, 1966; Malcolm y Galloway 1997); ver Cuadro 1.

La abundancia y riqueza de *Menegazzia* es considerable en Laguna San Rafael; muy pocas áreas en Chile presentan una riqueza específica tan elevada. La mayoría de las especies de *Menegazzia* se encuentran asociadas a bosques de *Nothofagus* (Santesson, 1942; Bjerke y Elvebakk, 2001; Calvelo y Adler, 1994) en el sur de América del Sur; en Laguna San Rafael, con excepción de *M. dispersa*, *M. opuntioides*, *M. sanguinascens* y *M. valdiviensis*, (Galloway, 1992) se recolectaron en troncos basales de *Embothrium coccineum* que raramente ha sido mencionado como sustrato para especies de *Menegazzia*.

EL GÉNERO *MENEGAZZIA* (PARMELIACEAE, ASCOMYCOTINA LIQUENIZADO) EN LAGUNA SAN RAFAEL, AISÉN, CHILE

WANDA QUILHOT¹, CECILIA RUBIO¹ y JARLE W. BJERKE²

¹ Escuela de Química y Farmacia, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Casilla 5001, Valparaíso, Chile. ² Facultad de Ciencias, Universidad de Trømsø, Noruega.

RESUMEN

Laguna San Rafael, en el sur de Chile, se caracteriza por la elevada riqueza específica de *Menegazzia*; 13 de las 17 especies conocidas en Chile se encuentran en el área. Se informan por primera vez *M. chrysogaster*, *M. fumarprotocetrarica*, *M. norsorediata* y *M. neozelandica*. Previos registros de *M. magellanica* se consideran dudosos. Nueve de las especies registradas crecen en *Embothrium coccineum*; algunas son comunes a bosques de *Nothofagus*. Se incluye la distribución de *Menegazzia* en Chile y afinidades con Australia y Nueva Zelanda.

Palabras clave: Líquenes, *Menegazzia*, Chile

ABSTRACT

The genus *Menegazzia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycotina) in Laguna San Rafael, Aisén, Chile. Laguna San Rafael, in southern Chile, is characterized by the high specific richness of *Menegazzia*; from the seventeen known species, thirteen are found in the area. *M. chrysogaster*, *M. fumarprotocetrarica*, *M. norsorediata* and *M. neozelandica* are reported for the first time. Previous records on *M. magellanica* are considered doubtful. Nine of the species grow on *Embothrium coccineum*; some are also common in the *Nothofagus* woods. Notes are included on their distribution in Chile and their affinities with Australia and New Zealand.

Key words: Lichens, *Menegazzia*, Chile.

INTRODUCCIÓN

El género *Menegazzia* (Parmeliaceae, Ascomycotina liquenizado) es característico del hemisferio sur (Santesson, 1942 James y Galloway 1992). Sólo una especie, *M. terebrata* (Hoffm.) A. Massal., tiene una amplia distribución en el hemisferio norte (Purvis *et al.*, 1992). Las principales áreas de especiación son Nueva Zelanda, Tasmania, sur de Australia, Chile y Argentina (Galloway, 1985). En la lista patrón de líquenes y hongos liquenolícolos de Chile (Galloway y Quilhot, 1999) se incluyen 14 especies. Recientemente han sido descritas tres nuevas especies para América del Sur (Bjerke, 2001; Bjerke y Elvebakk, 2001), incrementando a diecisiete el número de especies aceptadas para Chile.

En Laguna San Rafael, Parque Nacional Laguna San Rafael, crecen la mayoría de las especies de *Menegazzia* registradas en Chile. En 1997, durante el desarrollo del Proyecto Darwin, y con la colaboración de los aventureros de Raleigh International, se realizaron inventarios intensivos de macrolíquenes epífitos en Laguna San Rafael. En este trabajo se informan las especies de *Menegazzia* presentes en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material liquénico se recolectó en Laguna San Rafael (46°40'S) en el Área de Desarrollo de CONAF, en Noviembre de 1997, principalmente en troncos y ramas de *Embothrium coccineum*, *Nothofagus betuloides* y *N. nitida*. Colecciones representativas se encuentran depositadas en el Herbario de Líquenes de la Escuela Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso (UV), y en el Herbario de la Universidad de Trømsø (TROM). La identificación de las sustancias solubles en acetona se realizó mediante cromatografía en capa fina (TLC) según Culberson (1972, 1974) y White y James (1985).

APÉNDICE

Especímenes de Laguna San Rafael depositados en el Herbario de Líquenes de la Universidad de Valparaíso (UV):

Menegazzia albida: Noviembre 1997, W. Quilhot Nos. 1451, 1455, 1462, 1634.

Menegazzia chrysogaster: Febrero 2001, W. Quilhot No 3531.

Menegazzia cincinnata: Noviembre 1997, W. Quilhot No 3008.

Menegazzia fumarprotocetrarica: Noviembre 1997, W. Quilhot No 1639.

Menegazzia globulifera: Noviembre 1997, W. Quilhot No 1635.

Menegazzia hollermayeri: Noviembre 1997, W. Quilhot Nos 1437, 1438, 1483, 1485.

Menegazzia neozelandica: Noviembre 1997, W. Quilhot No 3035.

Menegazzia norsorediata: Noviembre 1997, W. Quilhot Nos 1448, 1449, 1480, 1641, 3054, 3103.

Menegazzia wandae: Noviembre 1997, W. Quilhot No 1353.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Iniciativa Darwin. Agradecemos especialmente a Raleigh International, (Proyecto 01A), a CONAF XI Región, a los líderes y aventureros de Raleigh International por su apoyo logístico y colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, M. y CALVELO, S.
1996 Two new species of the genus *Menegazzia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycotina) from southern South America. *Mycotaxon* 59: 367-372.
- BJERKE, J.W.
2001 A new sorediate species of *Menegazzia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycotina) from Chile. *Lichenologist* 33 (2): 117-120.
- BJERKE, J.W. y ELVEBAKK, A.
2001 The sorediate species of the genus *Menegazzia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycotina) in southernmost South America. *Mycotaxon* 78: 363-392.
- CALVELO, S. y ADLER, M.
1994 *Menegazzia* (Ascomycotina liquenizado) en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 30: 119-115.
- CULBERSON, C.F.
1972 Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin layer chromatographic method. *J. Chromatog.* 72: 113-125.
- CULBERSON, C.F.
1974 Condition for the use of Merck silica gel 60 F₂₅₄ plates in the standardized TLC technique for lichen products. *J. Chromatog.* 97: 107-108.
- FILSON, R.B.
1996 Checklist of Australian Lichens and Allied Fungi. *Flora of Australia Suppl. Series 7, Australian Biological Resources Study, Canberra.*
- GALLOWAY, D.J.
1985 *Flora of New Zealand Lichens.* P.D. Hasselberg, N.A. Government Printer, Wellington.
- GALLOWAY, D.J.
1992 Lichens of Laguna San Rafael, Parque Nacional Laguna San Rafael, southern Chile indicators of environmental change. *Global Ecol. Biogeogr. Letters* 2: 37-45.
- GALLOWAY, D.J.
1998 Líquenes del Parque Nacional Laguna San Rafael (no publicado).
- GALLOWAY, D.J. y QUILHOT, W.
1999 (1998) Checklist of Chilean lichen-forming and lichenicolous fungi. *Gayana Bot.* 55: 111-195.
- JAMES, P.W. y GALLOWAY, D.J.
1992 *Menegazzia*. *Flora of Australia* 54: 213-246.
- MALCOLM, W.M. y GALLOWAY, D.J.
1997 *New Zealand lichens. Checklist, key, and glossary.* Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa. Caxton Press, Christchurch.
- WHITE, F.J. y JAMES, P.W.
1985 A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *Br. Lichen Soc. Bull.* 57, suppl: 1-41.
- SANTESSON, R.
1942 The South American *Menegazziae*. *Ark. Bot.* 30A (11): 1-35. 72: 113-125.

nes climáticas que la caracterizan, es particularmente favorable para el crecimiento de los líquenes, siendo una de las regiones más productivas de Chile con alrededor de 150 especies registradas a la fecha (Galloway 1998).

En troncos de *Embothrium coccineum* G. Forster, uno de los principales forófitos del área, se estudiaron las comunidades de macrolíquenes epífitos en un gradiente microclimático con el propósito de conocer la riqueza específica y biomasa y la velocidad de recuperación de las especies en un período de tres años y cuatro meses (Noviembre 1997-Febrero 2001). Estos estudios son esenciales para obtener datos de línea base que harán posible la interpretación de las fluctuaciones naturales en el crecimiento y composición de las especies.

MÉTODOS

Laguna San Rafael está localizada en la provincia de Aisén (40°40'S, 74°00'W); el clima es típicamente oceánico, frío y húmedo, con precipitaciones anuales entre 4000 y 6000 mm. La flora líquénica ha sido descrita por Galloway (1992, 1998). Los principales sustratos arbóreos para los líquenes son *Embothrium coccineum*, *Escallonia alpina*, *Nothofagus betuloides*, *N. nitida*, *Podocarpus nubigena*, *Pseudopanax laetevirens* y *Ribes magellanica*.

El sitio de estudio está localizado en los alrededores de Laguna San Rafael, al Este del glaciar, en el Área de Desarrollo de CONAF. Una investigación preliminar en terreno demostró que el área accesible es de alrededor de 2,5 km de largo, desde el nivel del mar al límite superior del bosque, y de 2 km de ancho. Esta área discreta se caracteriza por habitats con condiciones diferentes de humedad y de radiación solar. *E. coccineum* es una de las especies forestales dominantes.

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, en noviembre de 1997 (campana 1) y en febrero del 2001 (campana 2).

En un gradiente microclimático, desde la vecindad de la playa al interior del bosque, se realizaron muestreos en tres zonas identificadas como sitios A, B y C. El sitio A se caracteriza por especímenes aislados de *E. coccineum* con los troncos completamente expuestos al viento y a la radiación solar; la vegetación arbustiva apenas cubre la base de algunos troncos. En el sitio B, una zona intermedia, la vegetación arbustiva alcanza aproximadamente 1 m de altura, protegiendo la base de los troncos de la acción del viento y de la radiación solar. El sitio C, al interior del bosque, es un área muy húmeda debido a la densidad de la vegetación y los troncos de *E. coccineum* se encuentran protegidos por arbustos y otras especies arbóreas. Los factores ambientales se determinaron empíricamente.

Los datos de líquenes epífitos se tomaron de 30 árboles, 10 árboles por sitio seleccionados al azar. En cada árbol se midió el diámetro altura de pecho (DAP), que fluctuó entre 30 y 49 cm indicando que no existían diferencias considerables en la edad de los árboles seleccionados. Las especies líquénicas se removieron de los troncos hasta 2 m de altura. Los árboles se identificaron con etiquetas plásticas.

En febrero del año 2001 se realizó un monitoreo para conocer la velocidad de recuperación de la flora líquénica epífita. Se identificaron 7 árboles en el sitio A, 8 árboles en el sitio B y 3 árboles en el sitio C. No se localizó el total de los árboles debido a la pérdida de las etiquetas plásticas que resultaron frágiles para las condiciones ambientales del área de muestreo.

Los líquenes, por árbol y por sitio, se secaron a temperatura ambiente y se guardaron en bolsas plásticas. En el laboratorio, las muestras líquénicas se secaron a 60°C durante 24 horas y se pesaron. Colecciones representativas se encuentran depositadas en el Herbario de Líquenes de la Escuela de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

Análisis de los datos

La estructura de las comunidades en los sitios A, B, y C, en las dos campañas, se analizó utilizando como atributo la biomasa estandarizada por especie, para lo cual se dividió la biomasa específica por el total de árboles muestreados por sitio. Con el propósito de determinar diferencias significativas en los

ESTRUCTURA DE COMUNIDADES LIQUÉNICAS EN *EMBOTHRIMUM COCCINEUM* (PROTEACEAE) EN LAGUNA SAN RAFAEL, CHILE

WANDA QUILHOT¹, CECILIA RUBIO¹, MARIANO BERNAL² y MATS WEDIN³

¹Escuela de Química y Farmacia, Facultad de Medicina, ²Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso; ³Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales, Universidad de Umeå, Suecia.

RESUMEN

En un sitio forestal de Laguna San Rafael, en el sur de Chile, se estudió la composición, riqueza específica, diversidad y biomasa de líquenes epífitos en troncos de *Embothrium coccineum*. En un gradiente microclimático se establecieron tres sitios de muestreo; se seleccionaron 10 árboles por sitio en los cuales se removió completamente las especies líquénicas desde la base del tronco hasta 2 m de altura. Se registraron 45 especies líquénicas en noviembre de 1997. Se observaron diferencias significativas en los tres sitios seleccionados; el número de especies y la biomasa aumentaron con el incremento de la humedad del hábitat. Los árboles muestreados se identificaron con etiquetas plásticas con el propósito de monitorear las primeras etapas en la colonización de los troncos en un período de tres años y cuatro meses. Se observó una importante recuperación de la diversidad y biomasa líquénica; se registraron 16 especies en febrero del 2001 y la biomasa fluctuó entre 35.27 % y 49.86 %. Los mayores valores de biomasa correspondieron a *Lepolichen coccophorus*.

Palabras clave: Líquenes, Comunidades, Biomasa, *Embothrium coccineum*

ABSTRACT

The communities structure of lichens growing in *Embothrium coccineum* (Proteaceae) in Laguna San Rafael, Chile. Epiphytic lichen composition, richness, diversity and biomass on basal trunks of *Embothrium coccineum* were surveyed in a forestry site in Laguna San Rafael, southern Chile. Samples were taken from ten trees in three sites, in a microclimatic gradient, where lichens species were completely removed till 2 m height. 45 lichen species were recorded in November 1997. Significant differences were observed in the selected sites; the species number and biomass increased with the increasing moisture availability of the habitat. Sampled trees were identified with plastic labels and controlled three years and four months later. An important recovery of lichen diversity was observed, 16 species were recorded in February 2001, and biomass ranged between 35.27 % and 49.83 % in the selected sites. The highest biomass was recorded for *Lepolichen coccophorus*.

Key words: Lichens, Communities, Biomass, *Embothrium coccineum*.

INTRODUCCIÓN

En numerosos estudios realizados en zonas templadas y boreales (Culberson, 1955; Brodo, 1961; Adams y Risser, 1971; Essen, 1981; Kuusinen, 1994) se ha demostrado que existen diferencias significativas entre las especies arbóreas y su flora epífita. Se ha sugerido que es urgente contar con datos cuantitativos sobre las comunidades líquénicas en las principales especies forestales porque así será posible cuantificar la importancia de los habitats específicos para el mantenimiento de la diversidad epífita (Kuusinen, 1996) además porque estos estudios contribuyen al conocimiento de la biodiversidad local y al rol de los líquenes en los ciclos biogeoquímicos relacionados, principalmente, con la fijación de nitrógeno (Nash III, 1996).

En los bosques valdivianos del sur de Chile (36° - 49° Lat. S), la micobiota líquénica se caracteriza por su elevada diversidad y biomasa (Galloway, 1992); sin embargo los datos ecológicos cuantitativos sobre la estructura de las comunidades líquénicas son prácticamente inexistentes, con excepción de la descripción de algunas comunidades que crecen en *Nothofagus dombeyi* (Rundel, 1980) y *N. pumilio* (Bustamante *et al.*, 1989).

Laguna San Rafael, localizada en el Parque Nacional Laguna San Rafael, debido a las condicio-

ESPECIES	Biomasa (g/árbol)		
	Sitios		
	A1	B1	C1
<i>Menegazzia magellanica</i> R. Sant.	0,0000	0,0000	0,0760
<i>Menegazzia norsorediata</i> Adler & Calvelo	0,1160	0,3590	0,2390
<i>Nephroma antarcticum</i> (Jacq.) Nyl.	0,0000	0,0090	0,1530
<i>Nephroma plumbeum</i> (Mont. Mont.	0,0000	0,0000	0,0730
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	0,0000	0,0000	0,0010
<i>Pannaria</i> sp.	0,0000	0,0000	0,1100
<i>Pannoparmelia angustata</i> (Pers.) Zahlbr.	0,0250	0,3130	0,1530
<i>Parmelia cunninghamii</i> Cromb.	1,7480	1,7060	2,0090
<i>Parmelia protosulcata</i> Hale	1,9140	1,5330	3,9050
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	0,0000	0,0190	0,0200
<i>Peltigera didactyla</i> (With.) J.R. Laundon	0,0100	0,0000	4,6000
<i>Pseudocyphellaria berberina</i> (G. Forster) D.J. Galloway & P. James	0,0000	0,0000	7,8720
<i>Pseudocyphellaria crocata</i> (L.) Vain.	0,0200	0,0090	0,2470
<i>Pseudocyphellaria dubia</i> Du Rietz	0,0070	0,0030	0,1620
<i>Pseudocyphellaria encoensis</i> R. Sant.	0,0240	0,0000	0,4700
<i>Pseudocyphellaria piloselloides</i> (Räsänen) H. Magn.	0,0000	0,0000	0,5290
<i>Pseudocyphellaria pluviialis</i> R. Sant.	0,0000	0,0000	0,1400
<i>Pseudocyphellaria scabrosa</i> R. Sant.	0,0000	0,0000	0,5470
<i>Psoroma calophyllum</i> Müll. Arg.	0,0000	0,0000	1,7000
<i>Sticta caulescens</i> De Not	0,0000	0,0000	0,3480
<i>Sticta fuliginosa</i> (Hoffm.) Ach.	0,0000	0,0000	0,2290
<i>Sticta gaudichaldia</i> Delise	0,0000	0,0000	0,2000
<i>Sticta hypochra</i> Vain.	0,0000	0,0580	0,1100
<i>Sticta limbata</i> (Sm.) Ach.	0,0000	0,0000	0,0690
<i>Sticta sublimbata</i> (Steiner) Swinscow & Krog	0,0000	0,0000	0,1000
<i>Sticta weigellii</i> (Ach.) Vain.	0,0000	0,0000	1,3130
<i>Usnea</i> sp.	0,0000	0,1550	0,1450
Total	6,387	40,739	42,736

En el monitoreo realizado en el año 2001 se registró un total de 16 especies (Cuadro 2). En los tres sitios, sobre el 50 % de las especies presentó frecuencia de ocurrencia 3 y corresponden a especies generalistas registradas en el muestreo de 1997.

La mayor biomasa se concentró en los sitios B y C en la primera campaña (Cuadro 3). En el sitio A se registró una biomasa total seis veces menor que en los sitios B y C. En la segunda campaña, a pesar que la biomasa se redujo a 42 % en el sitio C, se observó la misma tendencia con valores similares de biomasa en los sitios B y C y menor biomasa en el sitio A.

El análisis ANOVA (Cuadro 4) demostró que la biomasa por especie y por sitio fue significativamente diferente para la campaña de 1997. En el muestreo del año 2001 se encontraron diferencias significativas sólo en la biomasa media de las especies.

El Cuadro 5 incluye los valores de diversidad (H') y de uniformidad (J') específicas para las dos campañas. La mayor diversidad se observó en el sitio C (1.048) en la primera; en el sitio B, debido a la dominancia de *L. coccophorus*, la diversidad específica fue significativamente inferior a la de los sitios A y C. En la segunda campaña; la menor diversidad se observó en el sitio B; el sitio A presentó la mayor desviación estándar debido a la pobreza en especies y al amplio rango de biomasa encontrado (Cuadro 2). La uniformidad específica (J') fue relativamente elevada en los sitios A y C en el muestreo de 1997 y en el sitio B en la campaña del 2001; la baja uniformidad observada en los sitios B, (en el primer muestreo), y A y C (segundo muestreo), inferior a 0.35, se debió a la alta dominancia de *L. coccophorus*.

valores de biomasa estandarizada entre sitios y entre especies, se realizó un análisis de varianza bifactorial de efectos fijos (ANOVA) agrupando las campañas 1 y 2 en una única matriz de entrada; los datos de biomasa por especie se transformaron logarítmicamente, el valor crítico para F se determinó a partir de $\alpha = 0.05$ (Montgomery, 1991). Se calculó el índice de diversidad específica de Shannon Weaver (H') y la uniformidad específica (J') (Pielou, 1975) y, para determinar diferencias significativas en los valores de diversidad entre sitios y fecha de las campañas, se utilizó la prueba t (Zar, 1990). Para el análisis multivariado, los datos de biomasa por especie se transformaron logarítmicamente, $Y = \log(X + 1)$ (Cassie y Michael, 1968). Para el análisis clasificatorio, como método de agrupación, se utilizó el índice de similitud de Bray Curtis, empleando la técnica de agrupación jerárquica de la media ponderada (Legendre y Legendre, 1983), programa Biodiversity Professional, 1997 (MacAleece et al., 1997). Para el análisis de ordenación se utilizó la técnica de componentes principales (PCA), programa Statistical 5.1, 1997.

RESULTADOS

Se registraron 45 especies líquénicas en los troncos de *E. coccineum* en el muestreo realizado en 1997 (Cuadro 1). El sitio C presentó el mayor número de especies, de las cuales el 47 % presentó frecuencia de ocurrencia 1 porque estaban presentes sólo en este sitio e incluyen a especies que toleran bajas intensidades luminosas y que crecen en hábitats muy húmedos como, por ejemplo, *Pseudocyphellaria encoensis*, *P. pluviialis* (Galloway 1992) y el total de taxa de *Sticta* registrados en el área de estudio (Galloway 1994). En los sitios A y B, el 80 % y el 54 % de las especies, respectivamente, presentó frecuencia de ocurrencia 3 y corresponden a: *Erioderma leylandii*, *Hypotrachyna oostinguii*, *Lepolichen coccophorus*, *Menegazzia albida*, *M. fumarprotocetrarica*, *M. hollermayeri*, *M. norsorediata*, *Pannoparmelia angustata*, *Parmelia cunninghamii*, *P. protosulcata*, *Pseudocyphellaria coriifolia* y *P. dubia* (Cuadro 1) que corresponderían a especies generalistas.

CUADRO 1. Composición de especies y biomasa (g/árbol) de líquenes en los sitios A1, B1 y C1 registradas en 1997 (campaña 1).

ESPECIES	Biomasa (g/árbol)		
	Sitios		
	A1	B1	C1
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. & D.J. Galloway	0,0000	0,0000	0,0140
<i>Degelia gayana</i> (Mont.) Arv. & D.J. Galloway	0,0450	0,0000	0,0130
<i>Degelia duplmarginata</i> (P. James & Henssen) Arv. & D.J. Galloway	0,0000	0,0000	0,0680
<i>Dictyonema glabratum</i> (Spreng.) D. Hawksw.	0,0000	0,1250	0,0660
<i>Erioderma leylandii</i> (Taylor) Müll. Arg.	0,1170	0,0030	1,2400
<i>Hypogymnia subphysodes</i> (Kremp.) Filson	0,0000	1,5940	0,3740
<i>Hypotrachyna oostinguii</i> (Dey) Hale	0,2980	0,0090	0,5210
<i>Hypotrachyna sinuosa</i> (Sm.) Hale	0,0000	0,0000	0,0450
<i>Leifidium tenerum</i> (Laurer) Wedin	0,0000	0,0410	0,0000
<i>Lepolichen coccophorus</i> (Mont.) Trevis.	1,6500	31,8000	13,2300
<i>Leptogium coralloideum</i> (Meyen & Flot.) Vain.	0,0000	0,0080	0,1430
<i>Menegazzia albida</i> (Zahlbr.) R. Sant.	0,0670	0,9560	0,2100
<i>Menegazzia chrysogaster</i> Bjerke & Elvebakk	0,0000	0,0000	0,2510
<i>Menegazzia cincinnata</i> (Ach.) Bitter	0,0000	0,0300	0,0000
<i>Menegazzia dispersa</i> (Nyl.) R. Sant.	0,0000	0,0300	0,0000
<i>Menegazzia fumarprotocetrarica</i> Calvelo & Adler	0,1160	0,2570	0,1590
<i>Menegazzia globulifera</i> R. Sant.	0,0000	0,0000	0,0220
<i>Menegazzia hollermayeri</i> (Räsänen) R. Sant.	0,2300	1,7220	0,8600

Campaña 2.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	Fo	p	Valor crítico para F
Especies	2,025	15	0,135	5,02	9E-05	2,015
Sitios	0,103	2	0,051	1,91	0,166	3,316
Error	0,806	30	0,027			
Total	2,934	47				

CUADRO 5. Principales parámetros funcionales de las comunidades líquénicas en los sitios A, B y C en las campañas 1 y 2.

Sitios	Riqueza de especies (S)	Diversidad		Uniformidad (J')
		H'	Desviación estándar	
A 1	15	0,742	0,173	0,631
B 1	22	0,429	0,098	0,319
C 1	42	1,048	0,090	0,646
A 2	11	0,364	0,293	0,35
B 2	9	0,598	0,090	0,626
C 2	11	0,231	0,139	0,222

El análisis de componentes principales (Fig. 1) permitió formar 2 agrupaciones: A1 - C1 y B1-A2-C2. Los sitios A1 y C1 presentaron los mayores valores de diversidad y uniformidad del total de sitios en ambos muestreos. El segundo grupo, formado por los sitios B1-A2-C2, se observaron los menores valores de diversidad y uniformidad; en estos sitios se registraron los mayores valores de biomasa de *L. coccophorus*. B2, en el que estaban presentes especies de los sitios A2 y C2, con frecuencia de ocurrencia 3 (Cuadro 4); por la cercanía al punto de convergencia de los ejes principales demuestra que es un sitio con baja variabilidad específica.

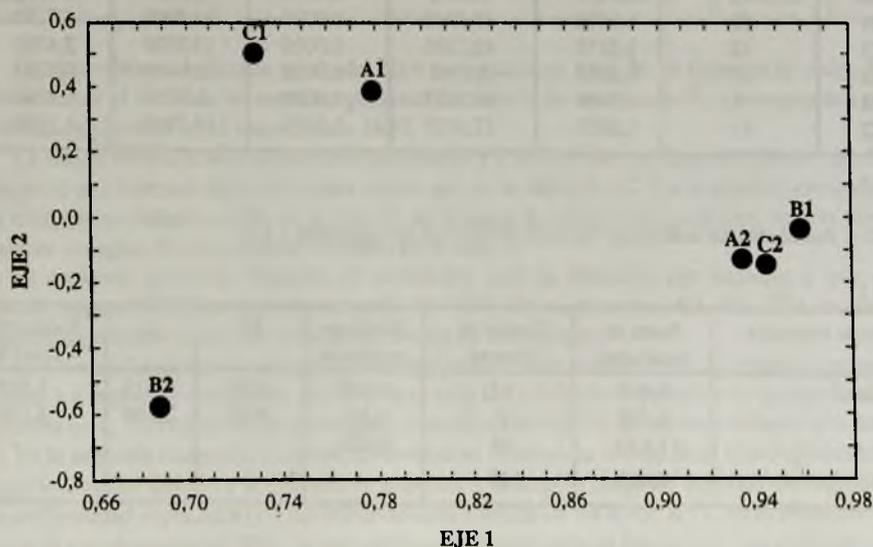


FIGURA 1. Análisis de componentes principales para los sitios A, B y C en las campañas 1 y 2.

CUADRO 2. Composición de especies y biomasa (g/árbol) en los sitios A2, B2 y C2 registradas en el año 2001 (campaña 2).

ESPECIES	Biomasa (g/árbol)		
	Sitios		
	A2	B2	C2
<i>Anzia afromontana</i> R. Sant.	0,0316	0,0000	0,0736
<i>Erioderma leylandii</i> (Taylor) Müll. Arg.	0,0045	0,0000	0,1233
<i>Hypogymnia subphysosdes</i> (Kremp.) Filson	0,0000	0,4938	0,0000
<i>Leifidium tenerum</i> (Laurer) Wedin	0,0000	5,5695	0,0000
<i>Lepolichen coccophorus</i> (Mont.) Trevis.	2,4414	4,8300	15,7900
<i>Menegazzia albida</i> (Zahlbr.) R. Sant.	0,0056	2,6250	0,2633
<i>Menegazzia chrysogaster</i> Bjerke & Elvebakk	0,0021	0,0000	0,0107
<i>Menegazzia fumarprotocetrarica</i> Calvelo & Adler	0,0414	0,0300	0,0622
<i>Menegazzia hollermayeri</i> (Räsänen) R. Sant.	0,0199	0,0474	0,2967
<i>Menegazzia norsorediata</i> Adler & Calvelo	0,0000	0,0000	0,1962
<i>Pannoparmelia angustata</i> (Pers.) Zahlbr.	0,3139	0,1388	0,1833
<i>Parmelia cunninghamii</i> Cromb.	0,3029	0,6338	0,4433
<i>Pseudocyphellaria crocata</i> (L.) vain.	0,0000	0,0032	0,0000
<i>Santessonniella</i> sp	0,0130	0,0000	0,0000
<i>Sticta weigeli</i> (Ach.) Vain.	0,0000	0,0000	0,1098
<i>Usnea</i> sp.	0,0006	0,0000	0,0000
Total	3,177	14,371	17,552

CUADRO 3. Biomasa total y promedio de especies líquénicas registradas en los sitios A, B y C en las campañas 1 y 2.

Sitios	Total especies	Biomasa (g/árbol)				
		Media	Total	Mínima	Máxima	DS
A1	15	0,4258	6,3870	0,0070	1,9140	0,7027
B1	22	1,8518	40,7390	0,0030	31,8000	6,7182
C1	42	1,0175	42,7360	0,0010	13,2300	2,4331
A2	11	0,2888	3,1767	0,0006	2,4414	0,7237
B2	9	1,5968	14,3713	0,0032	5,5695	2,2068
C2	11	1,5957	17,5525	0,0107	15,7900	4,7093

CUADRO 4. Resultados del análisis de varianza ANOVA en las campañas 1 y 2.

Campaña 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	Fo	p	Valor crítico para F
Especies	4,413	44	0,100	4,77	2E-10	1,515
Sitios	0,402	2	0,201	9,56	2E-04	3,100
Error	1,850	88	0,021			
Total	6,665	134				

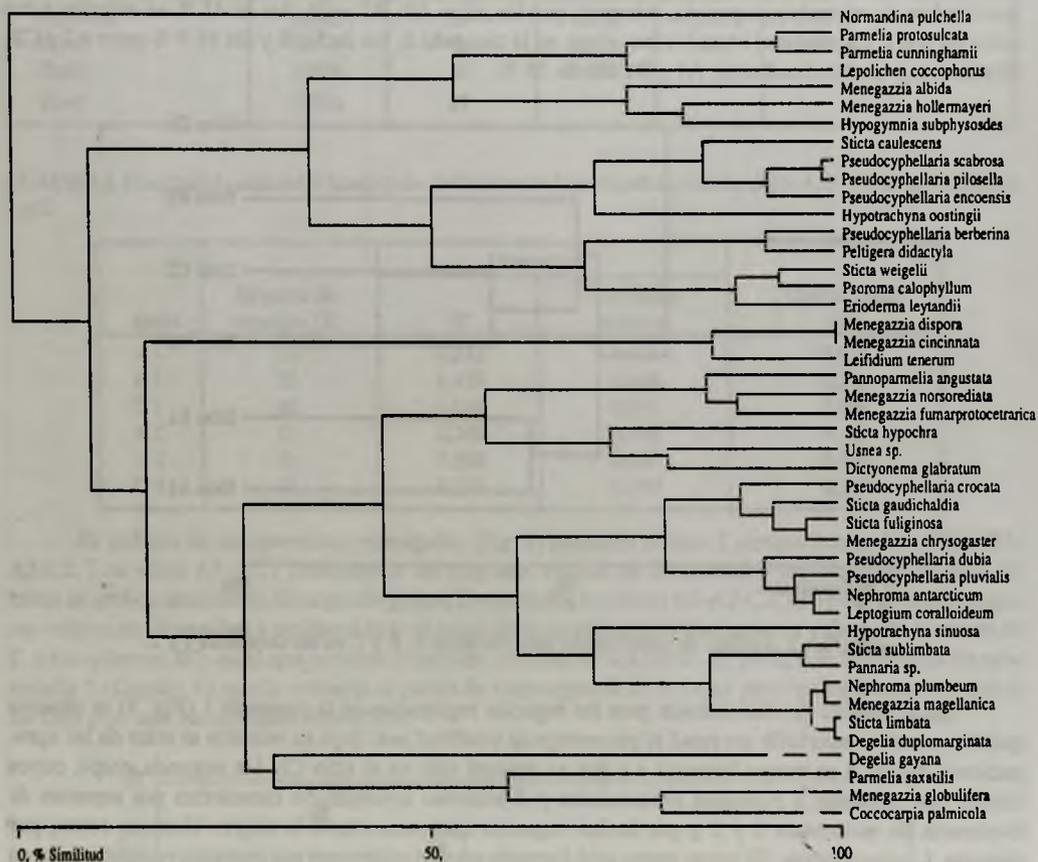


FIGURA 3. Análisis de clasificación para los sitios A, B y C en la campaña 1.

El análisis de clasificación de Bray Curtis para los sitios estudiados (Fig. 2) permitió identificar agrupaciones con un porcentaje de similitud de 34.0 % y 61.8 % con el resto de las agrupaciones. La primera agrupación corresponde al sitio C1, con un porcentaje de similitud de 34 %; el porcentaje de similitud en la segunda agrupación, integrada por los sitios A2, B2 y C2, fue de 45 % en relación a los sitios A1 y B1. La similitud entre los tres sitios, en la campaña 2, fue de 51 % y del 61.8 % entre A2 y C2. El porcentaje de similitud entre A1 y B1 fue de 56 %.

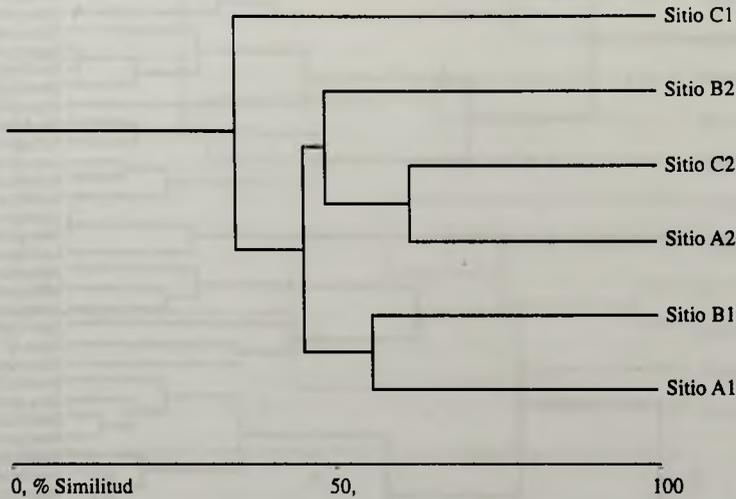


FIGURA 2. Análisis de clasificación para los sitios A, B y C en las campañas 1 y 2.

En el análisis de clasificación para las especies registradas en la campaña 1 (Fig. 3) se observa que *Normandina pulchella* presentó el porcentaje de similitud más bajo en relación al resto de las agrupaciones debido a su menor biomasa y a que se registró sólo en el sitio C1. Un segundo grupo, cuyos límites corresponden a *Parmelia protosulcata* y *Erioderma leylandii*, se caracteriza por especies de frecuencia de ocurrencia 2 y 3 y por incluir especies que presentaron la mayor biomasa como, por ejemplo, *L. coccophorus*. El tercer grupo está formado mayoritariamente por especies presentes sólo en el sitio C1 que incluyen, entre otras, a *Sticta gaudichaldia* y *Coccocarpia palmicola*.

En el monitoreo del año 2001, el porcentaje de similitud fue superior al observado en la campaña de 1997 (Fig. 4). *Usnea* sp., *Santessonella* sp, *Menegazzia chrysogaster* y *Pseudocyphellaria crocata* presentan el porcentaje de similitud más bajo. Un segundo grupo incluye desde *L. coccophorus* a *Hypogymnia subphysodes*; la mayoría de estas especies presenta frecuencia de ocurrencia 3 y corresponden a las de mayor biomasa. Un tercer grupo, cuyos límites están dados por *Menegazzia hollermayeri* y *Anzia afromontana*, se caracteriza por una baja biomasa y frecuencia 1 a 3, los valores de biomasa son mayores en el sitio C.

a causa de la dominancia de *L. coccophorus*, especie fotófila que coloniza, en general, las zonas apicales de los troncos.

En el muestreo realizado en 2001, en los troncos en que se había removido la cubierta líquénica, se registraron 16 especies, dos de las cuales, *Anzia afromontana*, y *Santessoniella* sp., no habían sido encontradas en el muestreo realizado en 1997. *A. afromontana* es de frecuencia ocasional en especies forestales de Laguna San Rafael (Galloway 1998); el género *Santessoniella*, que está representado por tres especies en Chile (Henssen 1997), constituye un nuevo registro para esta área.

Los resultados de los análisis de componentes principales y discriminativo avalan la conclusión que diferentes comunidades se encuentran en los distintos sitios y que los factores que estarían determinando la estructura de estas comunidades incluyen, principalmente, la disponibilidad de humedad, las probabilidades de colonización y permanencia en el sustrato y la competencia por la luz. En la mayoría de los árboles seleccionados, en las dos campañas, dominan algunas especies generalistas que incluyen: *L. coccophorus*, *Menegazzia albida*, *M. fumarprotocetrarica*, *Pannoparmelia angustata* y *Parmelia cunninghamii*. No existiendo estudios previos sobre la colonización de un mismo sustrato, una vez que se han removido los líquenes presentes, impide hacer comparaciones y limita la interpretación de los cambios observados, otros comentarios serían solamente especulativos.

El 42 % de las especies registradas en la campaña 1 tienen cianobacterias como fotobionte. Los cianolíquenes forman parte de un pequeño grupo de organismos capaces de utilizar directamente el nitrógeno atmosférico, proceso que es favorecido por la humedad del sustrato (Nash III, 1996) y que es común a otros bosques valdivianos (Guzmán *et al.*, 1990). En el sitio C, con una mayor disponibilidad de humedad, se encuentra el mayor número de especies que fijan nitrógeno y que incluyen, entre otras, taxa de *Stictia* y de *Pseudocyphellaria*.

Se acepta, en general, que los líquenes son organismos de crecimiento lento. Debido a que el crecimiento de los líquenes es un proceso tridimensional, generalmente se expresa como una medida lineal (mm año^{-1}). Para líquenes foliosos y costrosos, el crecimiento se expresa como incremento en el radio y, para líquenes fruticosos, como incremento en la longitud de los ápices (Nash III, 1996). En esta investigación se utilizó como criterio de crecimiento el incremento en masa seca de los talos. La recuperación de la biomasa total en troncos basales de *E. coccineum* es apreciable en el período de tres años y cuatro meses alcanzando valores de 49.86 % para el sitio A, 35.27 % para el sitio B y 41.07 % para el sitio C (Fig. 5). Estos resultados confirman lo propuesto por Galloway (1992) en relación a que Laguna

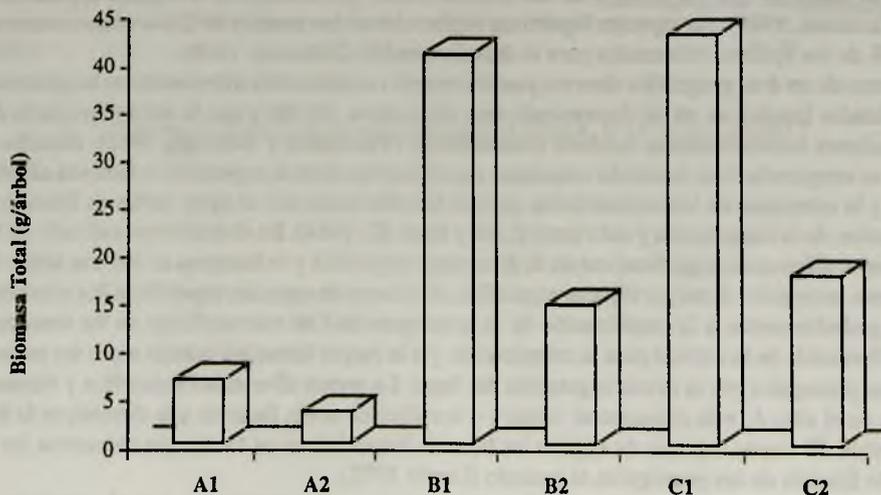


FIGURA 5. Biomasa total de las especies líquénicas registradas en los sitios A, B y C en las campañas 1 y 2.

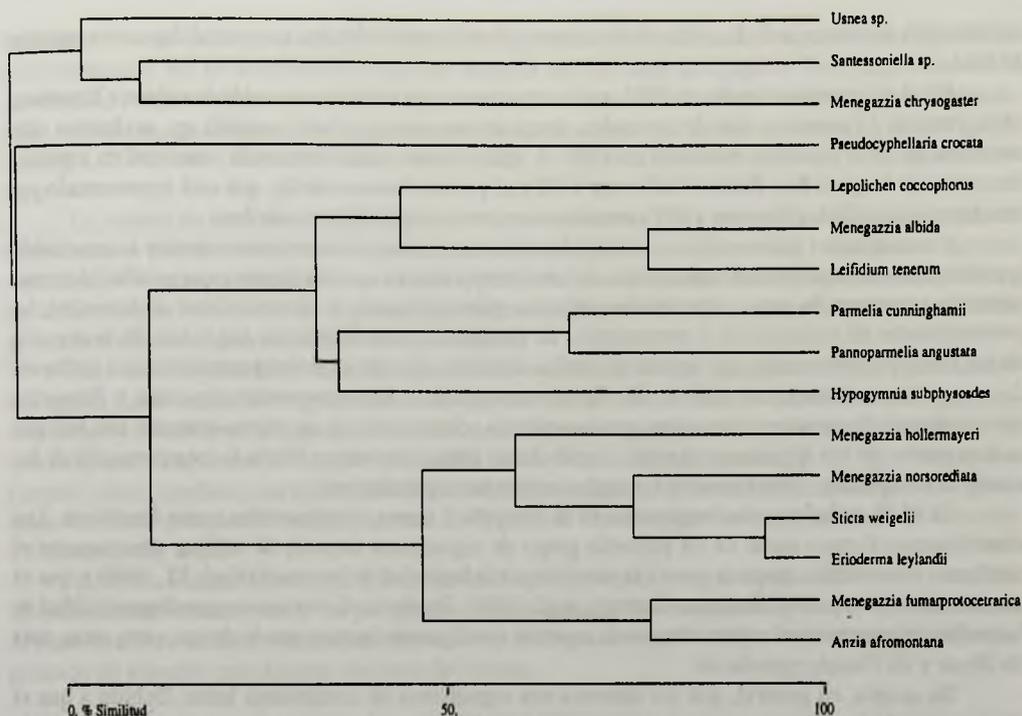


FIGURA 4. Análisis de clasificación para los sitios A, B y C en la campaña 2.

DISCUSIÓN

Se ha sugerido que los troncos de los árboles tienen, generalmente, la riqueza específica más elevada (Kuusinen, 1996); las especies líquénicas registradas en los troncos de *E. coccineum* corresponden al 52 % de los epífitos informados para el área de estudio (Galloway, 1998).

Dentro de un área geográfica discreta pueden ocurrir considerables diferencias en la estructura de las comunidades líquénicas, en un determinado tipo de sustrato, debido a que la microtopografía determina variaciones microclimáticas también considerables (Yarrington y Basleigh, 1968). Estudios previos en áreas templadas han mostrado relaciones significativas entre la exposición a factores climáticos del medio y la estructura de las comunidades, porque las relaciones con el agua varían en función de la radiación solar, de la temperatura y del viento (Link y Nash III, 1984). En el muestreo realizado en 1997, se encontraron diferencias significativas en la diversidad específica y la biomasa en los tres sitios. En el sitio C, donde se registró la mayor riqueza específica, el número de especies específicas fue elevado y se relaciona, probablemente, a la combinación de la heterogeneidad de microhábitats en los troncos, a la estructura favorable de la corteza para la colonización y a la mayor humedad debido a que los troncos se encontraban protegidos por la densa vegetación del lugar. La menor diversidad específica y biomasa se registraron en el sitio A, más expuesto al viento y a la radiación solar, factores que disminuyen la humedad disponible. El viento, además de regular las tasas de humedad, es un factor que determina las posibilidades de fijación de los propágulos al sustrato (Orwin 1972).

Otro factor que afecta la estructura de las comunidades es la competencia por el espacio y por la luz (Armstrong 1982). En sitio B, con diversidad específica menor que en el sitio C, la biomasa fue mayor

ESSEEN, P.A.

1981 Host specificity and ecology of epiphytic macrolichens in some central Swedish spruce forests. *Wahlenbergia* 7: 73-80.

GALLOWAY, D.J.

1992 Lichens of Laguna San Rafael, Parque Nacional Laguna San Rafael, southern Chile: indicators of environmental change. *Global Ecol. Biogeogr.* 2: 37-45.

GALLOWAY, D.J.

1994 Studies on the lichen genus *Sticta* (Schreb.) Ach. I, southern South American species. *Lichenologist* 26: 223-282.

GALLOWAY, D.J.

1998 Lichens of Laguna San Rafael National Park (no publicado).

GUZMÁN, G., QUILHOT, W. & GALLOWAY, D.J.

1990 Decomposition of species of *Pseudocyphellaria* and *Sticta* in a southern Chile forest. *Lichenologist* 22: 325-331.

HENSSEN, A.

1997 The genus *Zahlbrucknerella*. *Lichenologist* 9: 17-46.

KUUSINEN, M.

1994 Epiphytic lichen diversity on *Salix caprea* in old-growth southern and middle boreal forests of Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 31: 77-92.

KUUSINEN, M.

1996 Epiphytic flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland. *Lichenologist* 28: 443-463.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P.

1983 *Numerical Ecology*. Elsevier, New York.

LINK, S.O. & NASH III, T.H.

1984 Ecophysiological studies of the lichen *Parmelia praesignis* Nyl. Population variation and the effect of storage conditions. *New Phytol.* 96: 249-256.

MACALECEE, N.J., LAMBSHEAD, P., PATTERSON, G. & GAGE, J.

1997 *Biodiversity Professional, 1997*. The Natural History Museum.

MONTGOMERY, D.C.

1991 *Diseño y análisis de experimentos*. Grupo Editorial Iberoamericana.

NASH III, T.H.

1996 *Lichen Biology*. Cambridge University Press.

ORWIN, J.

1972 The effect of environment on assemblages of lichens growing on rock surfaces. *New Zealand J. Bot.* 10: 37-47.

PIELOU, E.

1975 *Ecological diversity*. Wiley-Interscience, New York.

RUNDEL, P.W.

1980 Corticolous lichen communities of *Nothofagus dombeyi* on Volcán Villarrica in southern Chile. *Bryologist* 83: 82-84.

YARRINGTON, G.A. & BASLEIGH, W.J.

1968 Towards a mathematical model of limestone pavement vegetation. I. Vegetation and microtopography. *Can. J. Bot.* 46: 1591-1599.

ZAR, J.

1990 *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall Inc. London.

San Rafael es una de las áreas más productivas en líquenes de Chile. Como los líquenes son organismos poikilohídricos, no es sorprendente que los factores ambientales de Laguna San Rafael - elevada pluviosidad y días nublados- controlen la hidratación del talo que activa el metabolismo y que, finalmente, se expresa en crecimiento. El crecimiento depende, además de los factores ambientales, de la especie líquénica, de su forma de crecimiento y de la rapidez de colonización en los estados iniciales de sucesión.

La corteza de los troncos de *E. coccineum* es relativamente lisa y no caediza. La recuperación de la biomasa es, probablemente una consecuencia de la exfoliación de la corteza al remover los líquenes con cuchillo de campo, produciéndose espacios propicios para la fijación de los propágulos, en particular de *L. coccophorus*, una de las especies dominantes en el área de estudio y que, a luz de los resultados, se caracteriza por su gran capacidad de colonización.

Este estudio preliminar sobre la velocidad de crecimiento de los líquenes en condiciones naturales, aporta datos sobre la competencia de las especies en la colonización de un determinado sustrato. *Lepolichen coccophorus* se aprecia como una especie invasiva, expresada en los elevados valores de biomasa, que compite por el espacio disponible en las secciones más apicales de los troncos basales. Permite inferir, también, que diferentes velocidades de crecimiento caracterizan a cada especie en particular. Un buen ejemplo lo constituyen taxa de *Sticta* y de *Pseudocyphellaria*, cuyas tasas de recuperación fueron muy bajas.

Estudios comparativos en poblaciones de *E. coccineum*, en otros bosques valdivianos y en otros tipos de sustrato, documentarán las principales comunidades de macrolíquenes epífitos y aportarán datos de línea base que harán posible la interpretación de las fluctuaciones naturales en el crecimiento y composición de especies para futuras acciones de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Proyecto Iniciativa Darwin. Nuestros agradecimientos a Raleigh International Field Project 01A y a CONAF XI Región por su apoyo logístico. Especiales agradecimientos a Daniela Castro, coordinadora por Chile del Proyecto Biodiversidad Aisén, financiado por la Unión Europea, por permitir la recolección de material líquénico en Febrero 2001; a David J. Galloway (Nueva Zelanda) y Jarle W. Bjerke (Noruega) por su inestimable ayuda en el trabajo taxonómico. Agradecemos, también, a la Compañía Naviera NAVIMAG por transportar a uno de los investigadores desde Laguna San Rafael a Puerto Chacabuco. Finalmente, agradecemos a los aventureros de Raleigh International su inestimable ayuda en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D.B. & RISSER, P.G.
1971 Some factors influencing the frequency of bark lichen in north central Oklahoma. *Amer. J. Bot.* 58: 752-757.
- ARMSTROG, R.A.
1982 Competition between three saxicolous species of *Parmelia* (lichens). *New Phytol.* 90: 67-72.
- BRODO, I.M.
1961 A study of lichen ecology in central Long Island, New York. *Amer. Midland Natur.* 65: 290-310.
- BUSTAMANTE, R., SEREY, I. & GUZMÁN, G.
1989 Distribution and abundance of epiphytes in lenga forest (*Nothofagus pumilio*) in Navarino Island, Region of Magallanes and the Chilean Antarctic. *Ser. Cient. INACH* 39: 59-68.
- CASSIE, R.M. & MICHAEL, A.D.
1968 Fauna and sediment of an intertidal mud flat, a multivariate analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2: 1-23.
- CULBERSON, W.L.
1955 The corticolous communities of lichens and bryophytes in the upland forests of Northern Wisconsin. *Ecological Monographs* 25: 215-231.

MATERIALES Y MÉTODOS

Métodos de terreno: la campaña de colectas fue realizada en un lapso de 17 días (19 de Enero al 9 de Febrero de 1999) en el área de la desembocadura del Río Soler (46° 59 min. lat., Sur ; 72° 58 min. long.); ella se desarrolló a través de un conjunto de colectas dirigidas tanto a los adultos como a las larvas.

Muestreos sobre adultos: incluyeron colectas diurnas con utilización de red aérea, apaleo de follaje, rastreo bajo piedras, cortezas y champas de pastizales, complementadas, cuando el clima lo permitía, por colectas nocturnas fototrópicas con trampa de luz blanca mantenida durante la primera mitad de la noche.

Muestreos sobre larvas: por medio de red acuática se inspeccionaron muestras del agua tanto en uno de los brazos del Río Soler, como en dos arroyos emisarios. Además en uno de los arroyos se instaló experimentalmente una trampa de emergencia, lo que permitió reunir y mantener por un lapso de tiempo las pupas encontradas hasta la obtención de adultos; en estas condiciones emergieron adultos de por lo menos una de las especies registradas.

Sitios de muestreo: una primera prospección del terreno mostró que los márgenes del Río Soler sufrían un grado de contaminación que no permitía coleccionar formas juveniles en el medio acuático, ni aéreas en el terrestre. Entonces se optó por coleccionar en sitios alejados de la ribera a lo largo de los dos arroyos emisarios. En uno de estos arroyos se llevó a cabo colectas instantáneas a lo largo de un segmento más o menos continuo, alejado del río. En tanto que en el otro se realizó un repetido seguimiento de varios puntos de muestreo en un tramo descendente de unos 300 m a partir de un peñón escarpado, bañado por una red de delgados escurrimientos.

Métodos de laboratorio: los ejemplares recolectados fueron identificados luego de someterlos a un método de preparación que incluyó montaje de adultos en seco, y preparaciones microscópicas temporales o permanentes de las larvas y de genitalia de adultos.

En la lista que se presenta a continuación, se ha documentado la información obtenida del material, con los antecedentes existentes en cuanto a: la distribución previamente conocida para las especies (algunas aumentan su repartición geográfica); el rol ecológico conocido para esas larvas en el medio acuático y el tipo de medio dulceacuícola al que se asocia su presencia.

La lista comienza con el Orden Trichoptera, que resulta ser dominante por abundancia y mayor riqueza de especies (15). Las familias registradas se presentan en un ordenamiento sistemático y las especies son mencionadas en orden alfabético dentro de cada familia.

LISTA DE INSECTOS DE DESARROLLO ACUÁTICO DEL VALLE SOLER EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA DE SAN RAFAEL (XI REGION)

ORDEN Familia Especie	Distribución conocida (Regiones)	Rol ecológico de la larva	Preferencia de medio acuático
TRICHOPTERA			
Hydrobiosidae			
		depredadora	lótico; sustrato pedregoso
<i>Clavichorema chiloeanum</i> Schmid	X		
<i>Neopsilochorema tricarinatum</i> Schmid	IX y X		
<i>Rheochorema robustum</i> Schmid	IX		
Hydropsychidae			
		depredadora y detritívora	lótico

NOTA SOBRE INSECTOS DE DESARROLLO ACUÁTICO DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL (SECTOR VALLE SOLER)

FRESIA ROJAS* y ALEJANDRO VERA

* Sección Entomología, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago-Chile

E-mail: frojas@mnhn.cl

RESUMEN

Se entrega una lista de insectos acuáticos de los arroyos del valle del río Soler, integrada por los órdenes Trichoptera (7 familias: 15 especies), Plecoptera (5 familias: 6 especies) y Odonata (1 familia: 1 especie). Al inventario obtenido se agrega la distribución conocida previamente para las especies y características ecológicas de sus estados larvales. En las muestras colectadas en el río mismo no se encontraron estados juveniles acuáticos.

Palabras clave: Taxonomía, Inventario, Especies, Ecología, Trichoptera, Plecoptera, Odonata, Parque Nacional Laguna San Rafael.

ABSTRACT

Note on aquatic insects from Laguna San Rafael National Park (Valle Soler Area). An inventorial list of the aquatic insects from the narrow streams of the Soler River Valley is provided for Trichoptera (7 families, 15 species); Plecoptera (5 families, 6 species) and Odonata (1 family, 1 species). The ecological characteristics and the distribution previously known are added. No aquatic insects were found in the samples from the proper Soler River, due to unknown local factors of pollution.

Key words: Taxonomy, Inventory, Species, Ecology, Trichoptera, Plecoptera, Odonata, Parque Nacional Laguna San Rafael.

INTRODUCCIÓN

Los insectos de desarrollo acuático presentan especial interés para mejorar el reconocimiento de la diversidad de ambientes presentes en los Parques Nacionales, aportando simultáneamente información transferible a otros medios acerca de calidades de agua dulce.

En el caso particular de los insectos holometábolos como aquellos del orden Trichoptera cuyas larvas son consideradas como indicadores de calidades de aguas, los muestreos de formas juveniles procedentes del medio acuático, confrontados con las colectas de adultos voladores, resultan recíprocamente esclarecidos, para establecer los inventarios de las especies cuya identificación se complica debido a insuficiente investigación sobre las formas acuáticas.

Las especies de Trichoptera necesitan uno o dos años para su desarrollo. Durante la etapa larvaria la mayoría de ellos construyen refugios fijos o anclados, de una variada gama de formas y con diferentes materiales (vegetales y minerales). Tales refugios, lo mismo que las larvas que los construyen, a menudo son típicos para familias y géneros, e incluso para ciertas especies. Las características de las larvas y las asociaciones de ellas con los adultos, constituye un tema que estamos estudiando para completar el esfuerzo realizado por generaciones de tricopterólogos que consideraron exclusivamente a los imagos.

Después de la etapa pupal, de 2 a 3 semanas, emerge un preadulto (farato) que nada hasta la superficie del agua para despegar como imago hacia el medio aéreo. Los adultos suelen ser activos en las primeras horas de la noche, las hembras depositan sus huevos en el agua en una masa gelatinosa.

Diversas larvas de Trichoptera se encuentran en todo tipo de habitat: lóticos de fuerte corriente, lénticos como remansos de ríos y quebradas, y aún aguas estancadas en lagos y depósitos, pero es en los lóticos fríos donde parece encontrarse la mayor diversidad.

Austroperlidae

Klapopteryx sp.

X-XI

ODONATA

Aeshnidae

depredadora

léntico con
abundante
vegetación*Aeshna variegata* Fabricius

CONCLUSIONES

El registro obtenido en algunos casos amplía la distribución previamente conocida para las especies de Trichoptera. El conjunto de tricópteros recolectados muestra un predominio de la familia Limnephilidae con larvas detritívoras u omnívoras que pueden trasladarse caminando de un recurso alimenticio a otro arrastrando su habitáculo consigo. Secundariamente importante aparece la familia Hydrobiosidae reforzada en su rol depredador por la presencia ocasional de larvas de Polycentropodidae, ambas de vida libre en aguas corrientes. En cuanto a las larvas constructoras de redes de filtrado de aguas corrientes, se encontró una sola especie de Hydropsychidae, mientras que las especies de Leptoceridae y Philorheithridae dan cuenta de la viabilidad de los habitats muestreados, para larvas depredadoras de aguas de corriente lenta. El inventario se completa finalmente con la familia Hydroptilidae ampliamente distribuida, pero con escasa representación en colecciones por constituirse de tricópteros muy pequeños, fácilmente desapercibidos, cuyas larvas enanas se alimentan de algas verdes.

La comunidad de insectos de desarrollo acuático resulta compuesta además por 7 especies de Plecoptera, algunas de las cuales presumiblemente depredan a los Trichoptera, y también de algunos Ephemeroptera. Tres especies de efeméridos no identificados que sin duda se asocian a la calidad incontaminada y altamente oxigenada del tramo superior de los arroyos.

Observaciones acerca de la contaminación del terreno: en la ribera explorada del Rfo Soler no se encontró insectos de desarrollo acuático debido a un marcado grado de contaminación local cuyo origen no se pudo precisar. La cubierta de sedimento grisáceo presente sobre el terreno, visible incluso en el bosque, atenuada bajo la hojarasca, comunicaba también a las aguas del río una apariencia lechosa que teñía la zona del lago vecina a su desembocadura.

Es preciso por tanto considerar que las muestras de las cuales damos cuenta fueron tomadas de manera completamente selectiva en los arroyos emisarios particularmente en tramos más altos y alejados del río, como lo detallamos en materiales y métodos. Ello explica la presencia incluso de ninfas de plecópteros que acostumbra a vivir en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas, en fondo pedregoso de corrientes muy limpias, que corresponden a un medio típicamente oligotrófico.

Finalmente el listado concluye con una única especie de Odonata colectada abundantemente sólo en estado adulto en el medio aéreo. Dado que en el muestreo acuático no se encontraron indicios de sus ninfas, y que el género *Aeshna* está consignado como indicador de aguas mesotróficas, de corriente lenta y con mucha vegetación, podemos descartar a los cursos de agua estudiados como fuente de desarrollo para sus estados juveniles.

<i>Smicridea frequens</i>	IV- XI		
Limnephilidae		detritívora de finas partículas orgánicas	léntico o estancado
<i>Austrocosmoecus hirsutus</i> Schmid	VII- XII		
<i>Magellomyia appendiculata</i> (Ulmer)	VII-XII		
<i>Magellomyia michelseni</i> (Ulmer)	X-XII		
<i>Magellomyia stenoptera</i> Schmid	XI y XII		
<i>Magellomyia</i> (hembras) sp.1. y sp.2.			
<i>Monocosmoecus minor</i> Schmid	IX		
<i>Platycosmoecus beaumontia</i> Schmid	VII-X		
Philorheithridae		depredadoras	léntico o estancado
<i>Psilopsyche molinai</i> Navas	IX y X		
Hydroptilidae		alim. de algas filamentosas	léntico
<i>Oxyethira bidentata</i> Mosely	V, VII-XII		
Polycentropodidae		depredadora	léntico
<i>Polycentropus quadriappendiculatus</i> Schmid	IX, XI		
Leptoceridae		depredadora	léntico
<i>Brachysetodes extensa</i> Schmid	IX-X		
<i>Hudsonema flamini</i> (Navas)	V-X		
PLECOPTERA		depredadora, herbívoras o rég. mixto.	lótico, bajo piedras, ramas.
Notonemuridae			
<i>Neonemoura barrosi</i> Navas	V-XII		
Gripopterygidae			
Leptoperlinae:			
<i>Notoperla</i> sp.	V-XII		
Paragripopteryginae:			
sp.1			
Antarctoperlinae:	X-XII		
sp. 1			
No Antarctoperlinae	¿?		
spp. 1 y 2			

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FLINT, O.
1975 Checklist of the Trichoptera or caddis flies. *Revista Chilena de Entomología* 8:83-93.
- MARSHALL J. E.
1979 A review of the genera of the Hydroptilidae. *Bulletin of the British Museum (Nat.Hist.)* vol. 39 N°3: 203-207.
- NEBOISS, A.
1991 Trichoptera in "The Insects of Australia". *CSIRO* 2: 787-816.
- ROLDÁN, G.
1988 Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Dpto. de Antioquia. Edit. Fondo FEN COLOMBIA-CONCIENCIAS-U. de Antioquia. 217 p.
- ROJAS, F.
1995 Trichoptera: en *Diversidad Biológica de Chile*. Edit. CONICYT: 264-268.

Contribución recibida: 17.07.01; aceptada: 10.10.01

y Rojas (2000).

Para el Parque Nacional Laguna San Rafael (abreviado como PNLRSR), no existen antecedentes publicados en relación a ningún grupo de insectos, salvo las citas relativas a presencia de algunas especies de coleópteros (Jiroux 1996, Morrone 1990, Ślipiński 1998, Solervicens 1986 y 1987); a lo anterior se une la información entregada por Hammond (1999), quien presenta cifras globales del número de especies de coleópteros encontradas en muestreos parciales y otras estimativas del total que podría encontrarse en el Parque, sin detallar, excepto en un caso, las especies registradas. En este sentido el conocer la diversidad de la fauna de insectos en el PNLRSR es una actividad prioritaria y, aún cuando sea en forma parcial, de evidente importancia en el desarrollo del respectivo inventario.

El presente aporte intenta contribuir a mejorar dicho conocimiento, entregando un listado preliminar de especies del Orden Coleoptera que se presentan en el PNLRSR, basándose en los especímenes encontrados en recolecciones efectuadas en un sector del área oriental y en el periodo de verano; a estos datos se agregan los registros publicados y otra importante fracción que tiene como referente los ejemplares preservados en la Colección Nacional de Insectos del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile), los que provienen de recolecciones efectuadas con anterioridad en ambientes más húmedos del Parque, en torno a los 74° Oeste.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la ejecución de la primera parte de la Raleigh International Expedition Chile 99A, en el sector del valle Soler (aproximadamente en 46° 59' S y 72° 58' O) y en un periodo de 17 días (enero-febrero, 1999) se efectuaron recolectas manuales para insectos epigeos y utilizando red entomológica para los voladores; se utilizó además el método de sacudido de follaje para aquellos que se encuentran usualmente en la fronda de árboles y arbustos. Adicionalmente se efectuaron recolecciones esporádicas utilizando trampas de intercepción (Barber) y de luz. En cada caso se trató de abarcar el conjunto de situaciones ambientales que se presentaban en el valle antes citado.

Los especímenes recolectados fueron preparados e identificados en la Sección Entomología del Museo Nacional de Historia Natural, institución en la cual quedan depositados. Para su identificación se utilizó el equipo óptico apropiado, tomando como referencia la colección existente y diversos aportes publicados.

Basándose en los especímenes encontrados en las recolecciones efectuadas en el valle Soler, a los que se agregan los registros de aquellos depositados en la Colección Nacional de Insectos del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN, Santiago - Chile), que provienen de recolectas previas en otras áreas del Parque, y adicionando algunas otras especies reportadas en la literatura como presentes en dicha zona, se presenta un listado de especies de Coleoptera presentes en el PNLRSR. En el caso de *Rhopalomerus tenuirostris* (Curculionidae), su presencia en el PNLRSR se basa en especímenes depositados en la colección del Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Santiago, Chile). Para cada una de las especies se agrega su distribución geográfica conocida a nivel de regiones administrativas del país, señalándose otros países en que ellas también se distribuyen, se indican los sectores del Parque en los cuales se han encontrado, el rol ecológico conocido o inferido y la preferencia de hábitat, de acuerdo a los antecedentes conocidos y considerando aspectos generales entregados por Elgueta y Arriagada (1989), Klimaszewski y Watt (1997) y Lawrence y Britton (1991). Para la distribución geográfica se han tomado como base los registros de recolecta de especímenes depositados en la colección del MNHN, además de los antecedentes publicados (Clark y Burke 1988, Gordon 1994, Jeannel 1962, Kuschel 1951 y 1952, Lawrence 1985, Lawrence y Hlavac 1979, Morrone 1996, Nègre 1973, Peck y Anderson 1985, Peck *et al.* 1998, Roig-Juñent 1995 y 2000, Straneo 1955 y 1969, Vanin 1976).

La secuencia de familias de Coleoptera sigue un ordenamiento sistemático; las especies dentro de cada familia se citan en orden alfabético. Para el ordenamiento sistemático de familias se sigue a Lawrence y Newton (1995) con algunas modificaciones posteriores que han sido resumidas en Elgueta (2000).

FAUNA DE COLEÓPTEROS (INSECTA: COLEOPTERA) DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL, AISÉN - CHILE

MARIO ELGUETA¹, JOSÉ MONDACA y ALEJANDRO VERA

¹Sección Entomología, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago - Chile.

E-mail: melgueta@mnhn.cl

RESUMEN

Se entrega un listado preliminar de la fauna de coleópteros del Parque Nacional Laguna San Rafael, basado en recolecciones efectuadas en el periodo enero-febrero de 1999 en el valle Soler, en los registros de la colección del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago) referidos al área mas occidental del Parque y en antecedentes publicados. Se registran 100 especies de Coleoptera, pertenecientes a 37 familias; para cada una de ellas se detalla su distribución geográfica, indicando los sectores del Parque en que han sido encontradas, y se agrega su rol ecológico conocido o inferido y la preferencia de hábitat.

Un análisis de la composición específica evidencia un aporte de 50 % de elementos propios del bosque valdiviano, siendo la contribución de especies características de bosque magallánico significativamente menor. Se destaca además la diferencia en el ensamble de especies entre los sectores oriental y occidental del Parque, lo que se interpreta como el reflejo de las diferentes condiciones bióticas y abióticas imperantes en cada una de esas zonas.

Palabras clave: Coleoptera, Distribución geográfica, Bosque lluvioso templado.

ABSTRACT

Coleopterous fauna (Insecta: Coleoptera) of Laguna San Rafael National Park, Aisén - Chile. Based on samples carried out at Soler Valley in January-February 1999 period, collection data of Museo Nacional de Historia Natural and published references, a preliminary list of coleopterous species recorded for Laguna San Rafael National Park is given. One hundred Coleoptera species belonging to 37 families, are recorded; for each species geographic distribution, collect Park localities, inferred or known ecological activity and habitat preference are detailed.

Based upon the specific composition analysis, 50% of the species are recognised as typical components of Valdivian forest; contribution from Magellanic forest is clearly minor. Also, differences in species assemblage between oriental and occidental areas of the Park are detected, reflecting different biotic and abiotic conditions proper to each one.

Key words: Coleoptera, Geographic distribution, Temperate rain forest.

INTRODUCCIÓN

La información publicada en relación a comunidades de insectos presentes en Parques Nacionales de Chile, es en general bastante limitada y parcial (Solervicens, 1995). Para el caso de aquellos ubicados al sur de los 40° S, se pueden citar los aportes de Ashworth y Hoganson (1987) relativo a fauna de Coleoptera en el Parque Nacional Puyehue, Lanfranco (1974) sobre especies de Ichneumonidae (Hymenoptera) encontradas en el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Sáiz (1974) con información de especies de Staphylinidae (Coleoptera) recolectadas en este último Parque y Solervicens (1974) sobre especies de Cleridae (Coleoptera) registradas también en la misma área. La situación es aún mas general para el caso del Parque Nacional Torres del Paine (Elgueta 1993), en donde la información disponible se refiere en forma mayoritaria a familias y en mucha menor proporción a especies.

En suma puede calificarse de insuficiente el conocimiento de la diversidad de insectos en Chile al sur de los 43° S, área que incluye la distribución mas austral de lo que conocemos (Arroyo *et al.*, 1995) como bosque valdiviano, además de estepa patagónica y bosque magallánico, en contraposición con la buena representación que tienen estos mismos ambientes en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); esta situación ha sido puesta en relieve por Elgueta (2000) y Elgueta

- *Aegorhinus vitulus*: muy abundante en la región de Magallanes, en asociación a *N. betuloides* y *N. pumilio*; en su distribución norte asociada también a *N. dombeyii* y en esta última situación fue recolectada en el valle Soler.

- *Alastoropolus strumuosus*: típico elemento en bosque mas húmedo de *N. betuloides*; sólo presente en la parte occidental del Parque.

El mayor porcentaje de especies, 50 %, corresponde a aquellas asociadas al tipo vegetacional conocido en sentido amplio como bosque valdiviano; en esta condición se puede mencionar a: *Aemalodera centromaculata*, *A. limbata*, *Cascellius septentrionalis*, *Ceroglossus buqueti*, *C. chilensis*, *Creobius eydouxii*, *Trirammatius unistriatus*, *Chiliopelates nigrus*, *Eunemadus chilensis*, *Chiasognathus grantii*, *Pycnosiphorus marginipennis*, *Frickius variolosus*; *Epistomentis pictus*, *Anaspasis germani*, *Semiotus luteipennis*, *Tibionema abdominalis*, *Micronotum nodicorne*, *Plectocephalon testaceum*, *Nothoderodontus chilensis*, *N. newtonorum*, *Eurymetopum parallelum*, las tres especies de *Ericmodes*, *Perilopsis flava*, *Cryptamorpha redtenbacheri*, *Orchesia picta*, *Mordella violacescens*, las dos especies de *Synchita*, *Mecopselaphus maculicollis*, *Trachelostenus sp.*, *Archeophthora penai*, la especie de Lagriinae (Tenebrionidae), muy probablemente siete especies de Cerambycidae (exclufda *Callideriphus laetus*), *Mylassa concinnus*, *Corrhecerus sp.*, *Atractuchus annulifer*, *Acalles attenuatus*, *Anthonomus kuscheli*, *Dasydema hirtella*, *Philippus superbus*, *Polydrusus nothofagi* y *Rhopalomerus tenuirostris*.

Otros componentes corresponden a: especies propias de estepa patagónica (3 %), o al menos presentes usualmente en el ecotono estepa-bosque, tales como *Oxelytrum biguttatum*, *Discodon rubromarginatus* y *Eriopis magellanica*; algunos elementos muy posiblemente sean propios de la Región de Aisén, en igual porcentaje que en la situación previa, los cuales pueden presentar una distribución geográfica extendida actualmente más al norte o al sur, como "*Cyphaleus*" *sp.*, *Feroniola kulti* y *Achillia lobifera*; otras especies son de amplia distribución, algunas de ellas características de ambientes de tipo mediterráneo como *Polycaon chilensis* y *Oligomerus sp.*, otras están asociadas a la actividad humana como es el caso del controlador biológico *Adalia deficiens* y finalmente se presenta un conjunto de especies, para las cuales es dificultoso precisar o inferir acerca de su posible origen geográfico.

Las condiciones climáticas mas benignas en el sector oriental, en la línea de los 73° O, posibilitarían la intromisión de: especies más abundantes en ambientes secos boreales, tales como *Smicrus aubaei*, *P. chilensis*, *Oligomerus sp.*, *Diontobus sp.*, *Eurymetopum eburneocinctum*, *A. deficiens* y *Kuschelina decorata*; de zonas secas australes, como *Aegorhinus vitulus*; o bien de ambientes esteparios como *D. rubromarginatus* y *E. magellanica*. Las condiciones de alta humedad del lado occidental, en la franja delimitada por los 74° y 75° W, posibilitarían el flujo en ambos sentidos de elementos mejor representados en ambientes boscosos húmedos, tanto de áreas más septentrionales como también de aquellas ubicadas a mayores latitudes.

Estos resultados sugieren, respecto del flujo de biota, que el área del Parque ha estado históricamente mas fácilmente conectada con los sistemas de mas al Norte (bosque valdiviano); por el Sur, posiblemente los eventos pleistocénicos y la persistencia actual de grandes masas de hielos habrían dificultado la penetración hacia el norte de la entomofauna propia de bosques magallánicos. Para el caso de la flora subantártica se ha evidenciado la existencia de refugios en los sectores oceánicos del extremo suroriental del continente, con un paulatino desplazamiento hacia el norte durante el Holoceno (Villagrán *et al.*, 1995).

En suma el área delimitada por el Parque, preserva una comunidad de insectos mixta, reflejando mayoritariamente el área sur de distribución de aquellos propios de bosque valdiviano y en forma menor, el límite Norte de elementos del tipo magallánico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Cuadro 1 se presenta el listado de las 100 especies de coleópteros registradas para el Parque Nacional Laguna San Rafael, las que representan un total de 37 familias. Aunque no se han encontrado en el área del Parque se ha incluido a "*Cyphaleus*" *sp.* y a *Trachelostenus sp.*, ya que se presume su presencia considerando que hay registros de recolecta en localidades relativamente cercanas al límite norte del PNLSR, en aproximadamente 46° S y 74° O.

En el área de valle Soler se detectó la presencia de 67 especies y para el sector occidental del Parque se registran 38 especies. Aún cuando en el caso del presente aporte las recolecciones efectuadas en el área oriental no pueden ser del todo homologables con aquellos registros para la zona más oceánica, dado el desconocimiento que se tiene de los métodos y esfuerzo de muestreo desplegado en esta última región, es de notar el hecho de que sólo se tiene a cinco especies comunes a ambos sectores, lo cual representa apenas un 5 % de especies compartidas.

Para el valle Soler, Hammond (1999) indica la presencia de cerca de 300 especies de coleópteros pertenecientes a 49 familias, estimando para esa misma área un total posible de 600 a 900 especies; para toda el área del PNLSR sugiere que podrían encontrarse un mínimo de 2.000 especies. Señala además una diferencia significativa en el número de especies, al comparar la composición específica de coleópteros del valle Soler y sectores boscosos mas húmedos aledaños a la Laguna San Rafael; para este último ambiente anota un número de especies 1,25 veces mayor, con sólo un 30% de ellas compartidas con el valle Soler. Aún cuando los resultados del presente aporte son mas parciales y puntuales, es sugestivo el hecho de la coincidencia en el bajo número de especies compartidas entre ambas zonas, en contraposición al dominio de especies exclusivas, en sentido amplio, a cada sector.

El encontrar un alto porcentaje de especies solamente en una de las dos áreas, sería el reflejo de las diferentes condiciones propias a cada una de ellas; en el sector occidental se presentarían especies características de bosques húmedos, mas densos y de mayor desarrollo, representadas también en similares ambientes mas boreales (bosque valdiviano) o del extremo sur (bosque magallánico), mientras que en la zona oriental predominarían aquellas propias de ambientes mas secos, tales como bosques marginales de *Nothofagus pumilio* y matorrales aledaños asociados, incluyendo alguna penetración de elementos de estepa patagónica.

Del total registrado, en el área del PNLSR se presenta un 8 % de especies típicas de bosque magallánico y que, a pesar de encontrarse algunas distribuidas por el norte hasta los 38° S, son especialmente abundantes en la región de Magallanes; teniendo en cuenta esta peculiaridad se pueden considerar como elementos australes a:

- *Abropus carnifex*: de acuerdo a observaciones del primer autor es muy abundante en Tierra del Fuego en bosques de *Nothofagus betuloides* y mixtos de *N. betuloides* con *N. pumilio*; es de ocurrencia habitual en los ambientes mas húmedos bajo musgos y líquenes en la base del fuste, encontrándose además bajo corteza y troncos en proceso de descomposición. Ha sido reportada como la segunda especie mas abundante en bosques subantárticos (Niemelä 1990) y en el PNLSR se registra sólo para el sector occidental.

- *Pycnosiphorus femoralis*: especie con preferencia por ambientes mas secos; se presenta regularmente en bosques de *N. pumilio*; así fue encontrada en el valle Soler.

- *Sericoides testaceus*: al igual que la especie anterior, característico componente de bosque de *N. pumilio*; detectada sólo en valle Soler.

- *Agriotes australis*: propia de ambientes mas húmedos, tales como mixtos de *N. betuloides* con *N. pumilio*; recolectada en la zona occidental del Parque.

- "*Cyphaleus*" *valdivianus*: de encuentro muy poco habitual en el extremo norte de su distribución, es bastante mas frecuente en bosque magallánico mixto y con características de mayor humedad; encontrada sólo en el sector occidental del PNLSR.

- *Apion fuegianum*: asociada a bosque de *N. pumilio* y encontrada en este estudio en el valle Soler.

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNLRSR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Staphylinidae <i>Achillia lobifera</i> Jeannel	XI-XII	Punta Leopardo	depredadora	bosque húmedo <i>Nothofagus</i>
<i>Aleocharinae</i> sp. 1	?	Valle Soler	depredadora	variable?
<i>Aleocharinae</i> sp. 2	?	Valle Soler	depredadora	variable?
<i>Omaliinae</i> sp.	?	Valle Soler	depredadora	bosque húmedo?
Lucanidae <i>Chiasognathus grantii</i> Stephens	VII - XI	Valle Soler	fitófaga (larva, raíces)	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Pycnosiphorus femoralis</i> (Guérin-Méneville)	X - XII	Valle Soler	xilófaga	bosque
<i>Pycnosiphorus marginipennis</i> (Deyrolle)	IX - XI	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Geotrupidae <i>Frickius variolosus</i> Germain	VIII - XI	Valle Soler	coprófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Scarabaeidae <i>Sericoides testaceus</i> (Fabricius)	XI - XII	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Scirtidae <i>Cyphon</i> sp. 1	V - XII	Valle Soler	detritívora	áreas húmedas
<i>Cyphon</i> sp. 2	V - XI	Valle Soler	detritívora	áreas húmedas
Buprestidae <i>Epistomentis pictus</i> L. & G.	VII - XI	Valle Soler	xilófaga	<i>Nothofagus</i> <i>dombeyi</i>
Elateridae <i>Agriotes australis</i> Fairmaire	X - XII	Cerca de Hotel	fitófaga	bosque húmedo
<i>Anaspasis germaini</i> (Fleutiaux)	VIII - XI	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Deromecus</i> sp.	?	Punta Leopardo	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Semiotus luteipennis</i> Guérin-Méneville	VII - XI	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Tibionema abdominalis</i> (Guérin-Méneville)	VII - XI	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Lampyridae <i>Pyraconema</i> sp.	?	Valle Soler	depredadora	áreas húmedas

CUADRO 1. Especies de Coleoptera (Insecta), presentes en el Parque Nacional Laguna San Rafael. Distribución geográfica (en Chile por regiones), registros en el Parque, rol ecológico y preferencia de hábitat. (ARG = Argentina, CH = Chubut, J = Jujuy, M = Mendoza, N = Neuquén, RM = Región Metropolitana, RN = Río Negro, SC = Santa Cruz, TF = Tierra del Fuego, ? = distribución no precisada)

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNLSR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Carabidae				
<i>Abropus carnifex</i> (Fabricius)	IX - XII; ARG (RN)	Caleta Hualas	depredadora	bosque húmedo
<i>Aemalodera centromaculata</i> (Solier)	VIII - XII	Valle Soler, Punta Leopardo, Lado Este Laguna San Rafael	depredadora	bosque húmedo
<i>Aemalodera limbata</i> (Solier)	IX - XI; ARG (RN)	Valle Soler	depredadora	bosque húmedo
<i>Cascellius septentrionalis</i> Roig-Juñent	X - XII; ARG (RN, CH)	Valle Soler	depredadora	bosque húmedo
<i>Ceroglossus buqueti elegantissimus</i> (Reed)	XI	Valle Soler, Lago Ventisquero, Cerca de Hotel, Punta Leopardo, Caleta Huillín	depredadora	bosque húmedo
<i>Ceroglossus chilensis solieri</i> Roeschke	X - XI	Valle Soler	depredadora	bosque húmedo
<i>Ceroglossus suturalis suturalis</i> (Fabricius)	XI - XII	Caleta Huillín, Punta Leopardo, Lago Ventisquero	depredadora	bosque húmedo
<i>Creobius eydouxi</i> Guérin-Ménéville	IX - XII; ARG (N - CH)	Punta Leopardo	depredadora	bosque húmedo
<i>Ferionola kulti</i> Straneo	XI	Valle Soler, Cerca de Hotel, Lado Este Laguna San Rafael	depredadora	bosque húmedo
<i>Metius?</i> sp.	XI	Valle Soler	depredadora	bosque húmedo
<i>Trirammatius unistriatus nocticolor</i> Straneo	X - XII	Valle Soler, Cerca de Hotel	depredadora	bosque húmedo
Ptiliidae				
<i>Acrotichis aubaei</i> (Mathews)	V - XI	Valle Soler	fungívora?	variable
Leiodidae				
<i>Chiliopelates nigrus</i> (Jeannel)	VIII - XI	Caleta Hualas	desconocido / carroñera?	bosque húmedo
<i>Eunemadus chilensis</i> Portevin	RM, VIII - XI; ARG (RN)	Valle Soler	carroñera	bosque húmedo
Sliphidae				
<i>Oxelytrum biguttatum</i> (Philippi)	IX - XII; ARG (N - TF)	Valle Soler, Laguna San Rafael, Península de Taitao	carroñera?/ depredadora?	bosque <i>Nothofagus</i> y áreas abiertas

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNLSR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Nitidulidae <i>Nitidula complanata</i> Germain	V - XI	Ladera Norte Laguna San Rafael	depredadora?	heridas de árboles
<i>Perilopsis flava</i> (Reitter)	VII - XI	Valle Soler	depredadora?	heridas de árboles
Silvanidae <i>Cryptamorpha redtenbacheri</i> (Reitter)	VIII - XII	Valle Soler	detritívora?	variable
Cryptophagidae <i>Chiliotis formosa</i> Reitter	V - XII	Caleta Hualas, Ladera Norte Laguna San Rafael	fungívora	variable
<i>Micrambina</i> sp.	V - XI	Paso Quesahuén	fungívora	variable
Coccinellidae <i>Adalia deficiens</i> Mulsant <i>Coccinella chilensis</i> Weise <i>Eriopis magellanica</i> (Philippi) <i>Orynipus darwini</i> Bréthes	IV - XI VII - XI XI - XII VIII - XI; ARG (RN)	Valle Soler Valle Soler Valle Soler Valle Soler	depredadora depredadora depredadora depredadora	variable variable variable bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Paracranoryssus chilianus</i> (Mader) <i>Stenadalia peregrina</i> (Weise)	V - XI; ARG (N, CH) RM - XI; ARG (J, N - SC)	Valle Soler Valle Soler	depredadora depredadora	variable variable
Melandryidae <i>Orchesia picta</i> Solier	VIII - XI	Paso Quesahuén	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Orchesia</i> sp.	?	El Arrastradero, Cerca de Hotel	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Mordellidae <i>Mordella violacescens</i> Philippi & Philippi	IX - XI	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Zopheridae (Colydiinae) <i>Synchita</i> sp 1 <i>Synchita</i> sp 2	IX - XI IX - XI	Valle Soler Valle Soler	fungívora fungívora	bosque húmedo bosque húmedo
Oedemeridae <i>Mecopselaphus maculicollis</i> Solier	VII - XII	Valle Soler	xilófaga?	bosque húmedo
Salpingidae <i>Lissodema glaberrima</i> F. & G.	V - XII	Valle Soler	detritívora?	bosque húmedo
Ulodidae? "Cyphaleus" valdivianus Philippi & Philippi	IX - XII	Caleta Hualas	detritívora?	bosque <i>Nothofagus</i>
"Cyphaleus" sp.	XI (Puerto Traiguén)		detritívora?	bosque <i>Nothofagus</i>

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNLSR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Cantharidae				
<i>Discodon rubromarginatus?</i> Curtis	XI - XII	Valle Soler	depredadora? fitófaga?	matorral
<i>Dysmorphocerus</i> sp.	X - XI	Ladera Norte Laguna San Rafael, Cerca de Hotel	depredadora? fitófaga?	bosque húmedo
<i>Hyponotum</i> sp.	?	Lado Este Laguna San Rafael	depredadora? fitófaga?	matorral (<i>Pernettya</i>)
<i>Micronotum nodicorne</i> (Solier)	VIII - XI	Caleta Hualas	depredadora? fitófaga?	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Plectocephalon testaceum</i> Pic	VIII - XI	Cerca de Hotel, Ladera Norte Laguna San Rafael, Lado Este Laguna San Rafael	depredadora? fitófaga?	matorral (<i>Pernettya</i>)
Derodontidae				
<i>Nothoderodontus chilensis</i> Lawrence	X - XI	Caleta Hualas	fungívora?	bosque húmedo con <i>Nothofagus</i>
<i>Nothoderodontus newtonorum</i> Lawrence	X - XI	Punta Leopardo, Caleta Hualas	fungívora?	bosque húmedo con <i>Nothofagus</i>
Bostrichidae				
<i>Polycaon chilensis</i> (Erichson)	IV - XI	Valle Soler	xilófaga	variable
Anobiidae				
<i>Oligomerus</i> sp.	VIII - XI	Valle Soler	xilófaga	variable
Trogossitidae (Peltinae)				
<i>Diontolobus</i> sp.	XI	Valle Soler	depredadora	variable
Cleridae				
<i>Eurymetopum eburneocinctum</i> (Spinola)	IV - XI; ARG (N - CH)	Valle Soler	depredadora	variable
<i>Eurymetopum parallelum</i> (Fairmaire & Germain)	VIII - XI; ARG (RN - CH)	Paso Quesahuén	depredadora	bosque <i>Nothofagus</i> y sotobosque
<i>Eurymetopum rubidum</i> (Chevrolat)	RM - XII; ARG (N - TF)	Punta Leopardo	depredadora	bosque <i>Nothofagus</i> y sotobosque
<i>Silviella nudatum</i> (Spinola)	IV - XII; ARG (N - CH)	Paso Quesahuén	depredadora	variable
Protocucujidae				
<i>Ericmodes fuscitarsis</i> Reitter	VIII - XII; ARG (RN, CH)	Cerca de Hotel	fungívora?	bosque húmedo y sotobosque
<i>Ericmodes sylvaticus</i> (Philippi & Philippi)	VII - XII; ARG (N - CH)	Valle Soler	fungívora?	bosque húmedo y sotobosque
<i>Ericmodes tarsalis</i> Ślipiński & Pakaluk	VIII - XI	Paso Quesahuén	fungívora?	bosque húmedo y sotobosque

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNLRSR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Curculionidae				
<i>Acalles attenuatus</i> Blanchard	IX - XI	Caleta Hualas	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Aegorhinus vitulus</i> (Fabricius)	X - XII; ARG (SC, TF)	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Alastoropolus strumuosus</i> (Olivier)	X - XII; ARG (TF)	Ofqui	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Anthonomus kuscheli</i> Clark	VIII - XI	Valle Soler	fitófaga	<i>Berberis</i>
<i>Cyldrorhinus carinicolis</i> (Waterhouse)	VIII - XII	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Dasydema hirtella</i> Blanchard	VII - XII; ARG (N, RN)	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Philippius superbus</i> (Reed)	VIII - XI; ARG (N)	Ladera norte Laguna San Rafael	fitófaga	bosque húmedo
<i>Polydrusus nothofagi</i> Kuschel	VI - XI; ARG (N, RN)	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Rhopalomerus tenuirostris</i> Blanchard	VIII - XI	Caleta Hualas, Caleta Huillín, Cerro Huemules, El Arrastradero, El Ventisquero, Ladera norte Laguna San Rafael, Paso Quesahuén, Punta Leopardo,	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i> (mixto)
<i>Rhyephenes maillei</i> (Gay & Solier)	VII - XII; ARG (M - TF)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>

AGRADECIMIENTOS

A Jaime Solervicens por el depósito de especímenes de Coleoptera, fruto de su actividad pionera de recolección durante enero de 1978, en algunos puntos del Parque Nacional Laguna San Rafael. A Sergio Roig-Juñent y Mauro Daccordi por su ayuda en la recopilación de información. A los revisores anónimos por sus valiosas sugerencias y correcciones.

Familia Especie	Distribución conocida	Registros en PNL SR	Rol ecológico	Preferencia de hábitat
Trachelostenidae <i>Trachelostenus sp.</i>	VIII - XI (Fiordo Puelma con Estuario Barros Arana?)			bosque húmedo
Tenebrionidae <i>Archeophthora penai</i> Kaszab	VIII - XI	Caleta Hualas, Punta Leopardo	detritívora?	bosque húmedo
Género sp. indeterminada (Lagriinae)	X - XI	Valle Soler	fitófaga?	bosque <i>Nothofagus</i>
Cerambycidae <i>Achenoderus octomaculatus</i> (F. & G.)	VII - XI; ARG (N-CH)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Azygocera picturata</i> (F. & G)	VII - XI; ARG (N-SC)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Callideriphus laetus</i> (Blanchard)	III - XI; ARG (N-CH)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Callisphyris leptopus</i> Philippi	VIII - XII; ARG (N-SC)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Callisphyris macropus</i> Newman	IX - XII; ARG (N)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Calydon submetallicum</i> (Blanchard)	V - XII; ARG (N - SC)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Lautarus concinnus</i> (F. Philippi)	VIII - XII; ARG (N - SC)	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Microphorus magellanicus</i> Blanchard	VII - XII; ARG (RN - SC) e Islas Malvinas	Valle Soler	xilófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
Chrysomelidae <i>Kuschelina decorata</i> (Blanchard)	V - XI	Valle Soler	fitófaga	variable
<i>Mylassa concinnus</i> (Philippi)	X - XI	Valle Soler	fitófaga	variable
Anthribidae <i>Corrhecerus sp.</i>	VIII - XI	Valle Soler	fungívora?	bosque húmedo
Belidae <i>Atractuchus annulifer</i> (Philippi)	VIII - XI; ARG (N)	Valle Soler	fitófaga	<i>Podocarpus</i>
Brentidae <i>Apion fuegianum</i> Enderlein	XI - XII; ARG (TF)	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Apion sp. 1</i>	X - XII	Paso Quesahuén	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Apion sp. 2</i>	X - XI	Punta Leopardo, Paso Quesahuén	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Apion sp. 3</i>	XI	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>
<i>Apion sp. 4</i>	VIII - XI	Valle Soler	fitófaga	bosque <i>Nothofagus</i>

LAWRENCE, J. F. y BRITTON, E. B.

1991 Coleoptera. En: CSIRO (eds.), The insects of Australia. A textbook for students and research workers, 2: 543-683. Melbourne University Press, Melbourne/ Cornell University Press, Ithaca.

LAWRENCE, J. F. y HLAVAC, T. F.

1979 Review of the Derodontidae (Coleoptera: Polyphaga) with new species from North America and Chile. The Coleopterists Bulletin, 33(4): 369-414.

LAWRENCE, J. F. y NEWTON, A. F.

1995 Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). En: J. Pakaluk & S. A. Słpinski (eds.), Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson, 2: 779 – 1092. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.

MORRONE, J. J.

1990 Philippius Germain, a remarkable Listroderini from southern South America (Coleoptera: Curculionidae). The Coleopterists Bulletin, 44(4): 429-436.

MORRONE, J. J.

1996 The South American weevil genus *Rhyephenes* (Coleoptera: Curculionidae: Cryptorhynchinae). Journal of the New York Entomological Society, 104(1-2): 1-20.

NÈGRE, J.

1973 The zoological results of Gy. Tópal's collectings in South Argentine. 24. Coléoptères: Carabidae. Folia Entomologica Hungarica (Series Nova), 26(Suppl.): 289-310.

NIEMELÄ, J.

1990 Habitat distribution of carabid beetles in Tierra del Fuego, South America. Entomologica Fennica, 1(1): 3-16.

PECK, S. B. y ANDERSON, R. S.

1985 Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). Quaestiones Entomologicae, 21: 247-317.

PECK, S. B.; GNASPINI, P. y NEWTON, A. F.

1998 Catalogue and generic keys for the Leiodidae of Mexico, West Indies, and Central and South America (Insecta: Coleoptera). Giornale Italiano di Entomologia, 9: 37-72.

ROIG-JUÑENT, S.

1995 Revisión sistemática de los Creobina de América del Sur (Coleoptera: Carabidae: Broscini). Acta Entomológica Chilena, 19: 51-74.

ROIG-JUÑENT, S.

2000 The subtribes and genera of the tribe Broscini (Coleoptera: Carabidae): cladistic analysis, taxonomic treatment, and biogeographical considerations. Bulletin of the American Museum of Natural History, 255: 1-90.

SÁIZ, F.

1974 Estafilnidos del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (Coleoptera: Staphylinidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 7: 231 – 236.

ŚLIPIŃSKI S. A.

1998 Revision and phylogeny of Protocucujidae (Coleoptera: Cucujoidea). Annales Zoologici (Warszawa), 48(3/4): 275-298.

SOLERVICENS, J.

1974 Cléridos (Coleoptera: Cleridae) del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 7: 241 – 259.

SOLERVICENS, J.

1986 Revisión taxonómica del género *Eurymetopum* Blanchard, 1844 (Coleoptera, Cleridae, Phyllobaeninae). Acta Entomológica Chilena, 13: 11-120.

SOLERVICENS, J.

1987 *Silviella*, nuevo género de Phyllobaeninae (Coleoptera, Cleridae) de la parte meridional de América del Sur. Acta Entomológica Chilena, 14: 25-40.

SOLERVICENS, J.

1995 Consideraciones generales sobre los insectos, el estado de su conocimiento y las colecciones. En: J. A. Simonetti, M. T. K. Arroyo, A. E. Spotorno y E. Lozada (eds.), Diversidad biológica de Chile, pp. 198-210. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, M. T. K.; CAVIERES, L.; PEÑALOZA, A.; RIVEROS, M. y FAGGI, A. M.
1995 Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica. En: J. J. Armesto, C. Villagrán y M. K. Arroyo (eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile*, pp. 71-99. Editorial Universitaria, Santiago.
- ASHWORTH, A. y HOGANSON, J.
1987 Coleoptera bioassociations along an elevational gradient in the lake region of Southern Chile, and comments on the postglacial development of the fauna. *Annals of the Entomological Society of America*, 80(6): 865 – 895.
- CLARK, W. E. y BURKE, H. R.
1988 Revision of the *ornatus* species group of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 91(1): 88-111.
- ELGUETA D., M.
1993 Invertebrados asociados a suelo en bosque de *Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endler) Krasser, XII región – Chile, con especial referencia a Insecta. *Revista Chilena de Entomología*, 20: 49 – 60.
- ELGUETA, M.
2000 Coleoptera de Chile. En: F. Martín-Piera, J. J. Morrone & A. Melic (eds.), *Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica*. Monografías Tercer Milenio, 1: 145-154. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- ELGUETA D., M. y ARRIAGADA S., G.
1989 Estado actual del conocimiento de los coleópteros de Chile (Insecta: Coleoptera). *Revista Chilena de Entomología*, 17: 5 – 60.
- ELGUETA, M. y ROJAS, F.
2000 Hymenoptera de Chile. En: F. Martín-Piera, J. J. Morrone & A. Melic (eds.), *Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica*. Monografías Tercer Milenio, 1: 245-251. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- GORDON, R. D.
1994 South American Coccinellidae (Coleoptera). Part III [= IV]: definition of Exoplectrinae Crotch, Azyinae Mulsant, and Coccidulinae Crotch; a taxonomic revision of Coccidulini. *Revista Brasileira de Entomologia*, 38(3/4): 681-775.
- HAMMOND, P.
1999 Beetles in southern Chile – in Darwin's footsteps. *Raleigh International, Research & Conservation News*, 19: 3.
- JEANNEL, R.
1962 Les Psélaphides de la Paléantarctide Occidentale. En: C. Delamare Deboutteville & E. Rapoport (eds.), *Biologie de l'Amérique Australe*, 1: 295-479. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- JIROUX, E.
1996 Révision du genre *Ceroglossus*. Magellanes, Verneuil-sur-Seine.
- KLIMASZEWSKI, J. y WATT, J. C.
1997 Coleoptera: family-group review and keys to identification. *Fauna of New Zealand*, 37: 1 - 194.
- KUSCHEL, G.
1951 La subfamilia Aterpinae en América (Ap. 12 de Coleoptera Curculionidae). *Revista Chilena de Entomología*, 1: 205-244 + 1 pp. *Addenda*.
- KUSCHEL, G.
1952 Los Curculionidae de la Cordillera chileno-argentina (1.ª parte) (Aporte 13 de Coleoptera Curculionidae). *Revista Chilena de Entomología*, 2: 229-279
- LANFRANCO, D.
1974 Icneumónidos (Hymenoptera: Ichneumonidae) del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. *Anales del Museo de Historia natural de Valparaíso*, 7: 261 – 267.
- LAWRENCE, J. F.
1985 The genus *Nothoderodontus* (Coleoptera: Derodontidae) with new species from Australia, New Zealand, and Chile. En: G. E. Ball (ed.), *Taxonomy, phylogeny and zoogeography of beetles and ants*, pp. 68-83. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.

STRANEO, S. L.

1955 Nuovi Pterostichini (Carabidae) X. *Atti della Società Italiana di Scienze naturali*, 94: 145-154.

STRANEO, S. L.

1969 Sui Carabidi del Chile, raccolti dal Dr. Holdgate della Royal Society Expedition (1958-1959) e dal prof. Kuschel. *Annales de la Société Entomologique de France (N. S.)*, 5(4): 951-974.

VANIN, S. A.

1976 Taxonomic revision of the South American Belidae (Coleoptera). *Arquivos de Zoologia*, 28(1): 1-75.

VILLAGRÁN, C.; MORENO, P. y VILLA, R.

1995 Antecedentes palinológicos acerca de la historia cuaternaria de los bosques chilenos. En: J. J. Armesto, C. Villagrán y M. K. Arroyo (eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile*, pp. 51-69. Editorial Universitaria, Santiago.

Contribución recibida: 11.09.01; aceptada: 16.01.02

por bosques de *Nothofagus*, se desconoce si en estas áreas se establecen poblaciones de *Neuquenaphis* sobre *Nothofagus*. Esta nueva información básica es necesaria para definir más precisamente el rango de hospedero de las especies de *Neuquenaphis*.

El género *Nothogafus* (Nothofagaceae) comprende 35 especies vivas distribuidas en Sudamérica, Australia, Nueva Zelanda, Nueva Caledonia y Nueva Guinea (Poole, 1987). Esta distribución constituye un ejemplo canónico del patrón biogeográfico resultante de la hipótesis de deriva continental. En Chile se han descrito diez especies de éste género (Ramírez, 1987), las que dan cuenta de aproximadamente la mitad de la superficie cubierta por bosque nativo (Carrillo y Cerda, 1987).

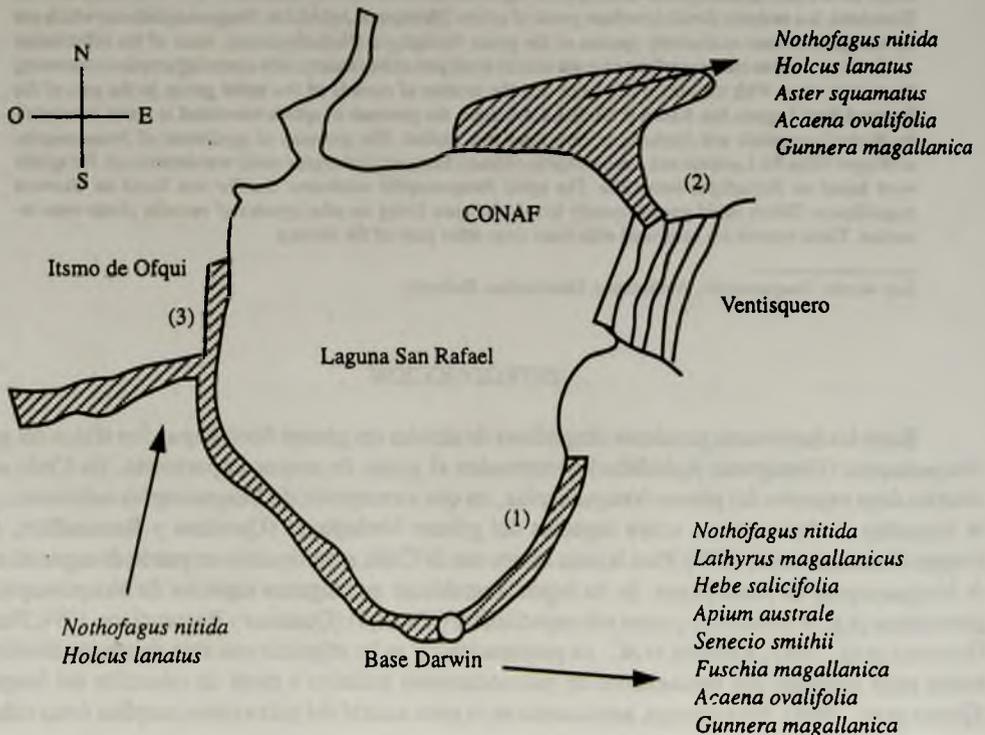
El presente estudio tuvo por fin caracterizar el patrón de distribución de especies del género *Neuquenaphis* potencialmente presentes en los bosques de *Nothofagus* del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR). Con el fin de explorar otras posibles relaciones áfido-planta, también se colectaron áfidos en otras plantas vasculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de estudios

Entre los días 11 y 24 de febrero de 1999 se realizó colecta de áfidos en las siguientes tres zonas (Figura 1): 1) Bosques contiguos a la ribera sur de la Laguna de San Rafael; 2) Bosques contiguos a la guardería CONAF, y 3) Bosques contiguos a la ribera oriental de la laguna en el Istmo de Ofqui.

FIGURA 1. Esquema que representa las zonas de muestreo de áfidos del PNLSR. (1) Bosques contiguos a la ribera sur de la Laguna de San Rafael; (2) Bosques contiguos a la guardería CONAF; (3) Bosques contiguos a la ribera oriental de la laguna en el Istmo de Ofqui. Las especies indicadas son aquellas en las que se encontraron áfidos.



REGISTRO DE ALGUNAS ESPECIES DE ÁFIDOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL

CLAUDIO C. RAMÍREZ

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago
E-mail: claudio@abulafia.ciencias.uchile.cl

RESUMEN

Neuquenaphis E. E. Blanchard, es un género endémico sudamericano de áfidos (Hemiptera, Aphididae, Neuquenaphidinae) que se hospeda casi exclusivamente sobre especies de árboles del género *Nothofagus* (Nothofagaceae). La mayor parte de la información existente respecto de esta primitiva asociación proviene de estudios realizados en la zona centro-sur del país, en tanto existe escasa información concerniente a la zona austral. Con el propósito de actualizar el número de registros de éste grupo de áfidos, en el área del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), Coyhaique, se estudiaron las especies de áfidos asociados al estrato boscoso dominado por *Nothofagus nitida* y *Nothofagus betuloides*. Se logró determinar la presencia de individuos de *Neuquenaphis schlingeri* Hille Ris Lambers y *Neuquenaphis chilensis* Essig hospedando sobre *Nothofagus nitida*. No se detectaron áfidos en *Nothofagus betuloides*. Se registró también a *Neuquenaphis valdiviana* Carrillo sobre *Gunnera magellanica*. Sobre otras especies de plantas vasculares se registraron otros géneros de áfidos, constituidos principalmente por especies introducidas. Estos registros se comparan con aquellos realizados para otras zonas del país.

Palabras clave: *Neuquenaphis*, *Nothofagus*, Distribución, Endémico.

ABSTRACT

Records of some aphids species (Hemiptera: Aphididae) at San Rafael National Park. *Neuquenaphis* E. E. Blanchard, is a endemic South American genus of aphids (Hemiptera, Aphididae, Neuquenaphidinae) which use as host-plant almost exclusively species of the genus *Nothofagus* (Nothofagaceae). Most of the information available come from studies performed in the central-south part of the country, with scarce information concerning the austral zone. With the aim to put up to date the number of records of this aphid group, in the area of the National Park Laguna San Rafael (PNLSR), Coyhaique, the presence of aphids associated to forest dominated by *Nothofagus nitida* and *Nothofagus betuloides* was studied. The presence of specimens of *Neuquenaphis schlingeri* Hille Ris Lambers and *Neuquenaphis chilensis* Essig on *Nothofagus nitida* was determined. No aphids were found on *Nothofagus betuloides*. The aphid *Neuquenaphis valdiviana* Carrillo was found on *Gunnera magellanica*. Others aphid genera, mainly introduced ones, living on other species of vascular plants were recorded. These records are compared with those from other parts of the country.

Key words: *Neuquenaphis*, *Nothofagus*, Distribution, Endemic.

INTRODUCCIÓN

Entre los herbívoros picadores chupadores de árboles del género *Nothofagus*, los áfidos del género *Neuquenaphis* (Hemiptera: Aphididae) comprenden el grupo de mayor importancia. En Chile se han descrito doce especies del género *Neuquenaphis*, las que a excepción de *Neuquenaphis valdiviana*, todas se hospedan exclusivamente sobre especies del género *Nothofagus* (Quednau y Remaudière, 1994; Fuentes-Contreras *et al.*, 1997). Para la zona centro-sur de Chile, se ha descrito un patrón de especialización de *Neuquenaphis* en *Nothofagus*. Se ha logrado establecer que algunas especies de *Neuquenaphis* son generalistas (e.g. *N. edwardsi*) y otras son especialistas (*N. staryi*) (Quednau y Remaudière, 1994; Fuentes-Contreras *et al.*, 1997; Ramirez *et al.*, en preparación), y se ha sugerido que éste patrón de distribución podría estar mediado por mecanismos de reconocimiento químico a nivel de selección del hospedero (Quiroz *et al.*, 1999). Sin embargo, aun cuando en la zona austral del país existen amplias áreas cubiertas

Afidofauna de otras plantas vasculares

Se observaron colonias de cuatro especies de áfidos de la subfamilia Aphidinae sobre un total de nueve plantas hospederas (Cuadro 1). El áfido *Myzus ornatus* Laing fue el más generalista, seguido de *Uroleucon nuble* (Essig). En tanto que *Sitobion fragariae* (Walker) y *Cavariella aegopodii* (Scopolio) fueron registrados sólo sobre una especie de planta hospedera.

DISCUSIÓN

En las zonas muestreadas del PNLSR la abundancia de especímenes del género *Neuquenaphis* fue baja. Al igual que en zona centro-sur del país, es probable que las abundancias fluctúen en el tiempo, probablemente mayores en primavera y la primera mitad del verano. La asociación de *Neuquenaphis chilensis* y *Neuquenaphis schlingerii* no ha sido reportada antes (Fuentes-Contreras *et al.*, 1997), de manera que el rango de hospedero de estas especies se amplía a 2 y 5 especies de *Nothofagus*, respectivamente. Llama la atención la ausencia de áfidos de *Neuquenaphis* en *Nothofagus betuloides*. Cabe señalar que con posterioridad al muestreo en PNLSR se colectaron áfidos en los bosques de la Reserva Forestal de Coyhaique, encontrándose *Neuquenaphis chilensis* sobre *Nothofagus pumilio* y *Neuquenaphis edwardsi* (Laing) en *Nothofagus antarctica*. Aun cuando se requieren más muestreos en otros bosques de la zona, *Neuquenaphis chilensis* parece ser la especie de este género con mayor rango de hospedero y distribución en la zona de Coyhaique.

Entre los áfidos colectados en otras plantas vasculares de los bosques de *Nothofagus*, resulta interesante la presencia de *Uroleucon nuble* (Essig). Este es un áfido nativo de Chile, reportado sólo para la zona de Ñuble por Essig en 1953 (Carvalho *et al.*, 1998). Por otro lado, *Sitobion fragariae* es un áfido introducido previamente reportado sólo hasta la IX región de Chile (Stary *et al.*, 1994). *Cavariella* y *Myzus* son géneros introducidos de origen asiático de amplia distribución en Chile.

Los patrones de distribución y abundancia de las especies estudiadas deben ser muestreados en otros periodos del año, lo que permitiría establecer con certeza la composición de especies del PNLSR. En particular, dado el complejo ciclo de vida de los áfidos (partenogénesis cíclica, con fase asexual en primavera-verano y fase sexual a inicios de otoño) se requiere de nuevas colectas a inicios de verano. Una vez establecido con más detalle la composición de especies, será posible someter a prueba hipótesis respecto de los mecanismos que explican la relación *Neuquenaphis-Nothofagus*, así como los patrones de distribución de otros áfidos de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Raleigh International, Conaf y al Museo Nacional de Historia Natural por la oportunidad de realizar esta actividad. A Roger Blackman del Natural History Museum of London por ayudarme a identificar algunas especies de áfidos. También quiero agradecer a Claudia Marquez y Sebastián Tellier por su gran ayuda en terreno, especialmente en la identificación de plantas. Agradezco muy especialmente a los voluntarios Raleigh, los que siempre colaboraron con mucho entusiasmo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRILLO R. y CERDA, L.
1987 Zoofitófagos en *Nothofagus* chilenos. Bosque 8:99-103.
CARVALHO, R. C. Z. D., BLACKMAN, R. L. y SPENCE, J. M.
1998 The genus *Uroleucon* Mordvilko (Insecta, Aphidoidea) in South America, with a key and descriptions of four new species. Zoological Journal of the Linnean Society 123: 117-141.

Colecta de áfidos de *Nothofagus*

Los ejemplares de áfidos se colectaron mediante inspección ocular y apaleo de *Nothofagus nitida* y *Nothofagus betuloides*. El apaleo se realizó con el método del paraguas. Con la ayuda de un pincel cada individuo fue transferido a una solución de alcohol al 70% para su posterior identificación. Los muestreos se realizaron en el follaje de árboles juveniles entre las 9:00 y 19:00 horas.

Colecta de áfidos de otras plantas vasculares

Se colectaron áfidos sobre plantas existentes en los bordes de los bosques de las zonas ya mencionadas. Estas zonas eran las que mostraron la mayor diversidad de arbustos y otras plantas potencialmente hospederas de áfidos.

RESULTADOS

Neuquenaphis en *Nothofagus*

La abundancia de áfidos sobre los *Nothofagus* fue baja en todos los sitios muestreados. Sobre la base de unos pocos ejemplares, principalmente del morfo alado, se determinó la presencia de *Neuquenaphis schlingerii* Hille Ris Lambers y *Neuquenaphis chilensis* Essig en *Nothofagus nitida*; estos ejemplares fueron colectados en las tres áreas de muestreo (Cuadro 1). Sobre *Nothofagus betuloides* (áreas 2 y 3) no se observaron áfidos del género *Neuquenaphis*. *Neuquenaphis valdiviana* Carrillo fue registrada sobre *Gunnera magellanica*.

CUADRO 1. Taxa de áfidos y sus plantas hospedadoras en las tres áreas de estudio del PNLRSR (1,2,3; ver Figura 1). Con la letra N se indica taxa nativo.

Taxa	Origen	Hospedadores	Familia	Area
Drepanosiphinae				
<i>Neuquenaphis schlingerii</i> Hille Ris Lambers	N	<i>Nothofagus nitida</i>	Nothofagaceae	1,2,3
<i>Neuquenaphis chilensis</i> Essig	N	<i>Nothofagus nitida</i>	Nothofagaceae	1,2,3
<i>Neuquenaphis valdiviana</i> Carrillo	N	<i>Gunnera magellanica</i>	Gunneraceae	1, 3
Aphidinae				
<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli)		<i>Apium australe</i>	Apiaceae	2
<i>Uroleucon nuble</i> (Essig)	N	<i>Aster squamatus</i>	Asteraceae	2
		<i>Hebe salicifolia</i>	Scrophulariaceae	1
		<i>Senecio smithii</i>	Asteraceae	1
		<i>Acaena ovalifolia</i>	Rosaceae	1,3
<i>Myzus ornatus</i> Laing		<i>Hebe salicifolia</i>	Scrophulariaceae	1
		<i>Senecio smithii</i>	Asteraceae	1
		<i>Lathyrus magallanicus</i>	Fabaceae	1
		<i>Fuschia magellanica</i>	Onagraceae	1
		<i>Gunnera magellanica</i>	Gunneraceae	1,2
<i>Sitobion fragariae</i> (Walker)		<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae	2, 3

- FUENTES-CONTRERAS, E., MUÑOZ, R. y NIEMEYER, H.M.
1997 Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphidoidea) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 70 : 531-542
- QUEDNAU F.W. y REMAUDIÈRE, G.
1994 Le genre sud-américain *Neuquenaphis* E.E. Blanchard, description de deux nouvelles espèces et définition de nouvelles sous-familles d'Aphididae (Homoptera). *Bulletin de la Société entomologique de France* 99: 365-384.
- QUIROZ, A., FUENTES-CONTRERAS, E., RAMÍREZ, C.C., RUSSELL, G.B. y NIEMEYER, H.M.
1999 Host plant chemicals and the distribution of *Neuquenaphis* (Hemiptera: Aphididae) on *Nothofagus* (Fagaceae). *Journal of Chemical Ecology* 25: 1043-1054.
- POOLE, A. L.
1987 Southern Beeches. Science Information Publishing Centre, Wellington.
- RAMÍREZ, C.
1987 El género *Nothofagus* y su importancia en Chile. *Bosque* 8:71-76.
- STARY, P., RODRÍGUEZ F., GERDING, M., NORAMBUENA, H. y REMAUDIERE, G.
1994 Distribución, frecuencia, rango de hospederos y parasitismo de dos nuevas especies de áfidos de los cereales: *Sitobion fragariae* (Walker) y *Metopolophium cereallum* Stroyan (Homoptera, Aphididae), en Chile. *Agricultura Técnica* 54: 54-59.

Contribución recibida: 14.08.01; aceptada: 19.12.01

1982). Por otro lado, se los considera importantes eslabones de la cadena alimentaria pues constituyen el alimento principal de los peces de agua dulce. Biogeográficamente, es destacable su utilidad como elementos de referencia en relaciones faunísticas intercontinentales, como lo han demostrado diversos estudios científicos (Brundin, 1966; Edward, 1989; Cranston, 1995).

En limnología, han jugado siempre un rol importante como indicadores de distintos tipos de hábitat. En efecto, una de las primeras clasificaciones para grandes lagos es aquella de Thienemman (1922), en la cual divide los lagos en dos grupos principales en base a la presencia o no de dos géneros de quironómidos, *Tanytarsus* y *Chironomus*, ambos relacionados con la productividad del ambiente. Esta clasificación que aún sigue siendo utilizada en la actualidad, fue modificada y mejorada en trabajos sucesivos por Brundin (1956) y Saether (1979).

Además, este grupo de insectos es importante en estudios paleoecológicos, ya que las cápsulas cefálicas quitinosas de las larvas se preservan en los sedimentos lacustres, permitiendo ser utilizadas en reconstrucciones paleoambientales (Hofmann, 1988, Walker, 1987, 1995).

El objetivo principal de este trabajo es analizar la distribución, composición y diversidad de los insectos Chironomidae (Diptera) del Parque Nacional Laguna San Rafael (46°S), Chile. El estudio comprendió el análisis de larvas y pupas de quironómidos a partir de muestras superficiales de sedimento colectadas en 21 ambientes acuáticos continentales localizados al Este de la Cordillera de Los Andes, en los valles de los ríos Leones y Nef, en el área del PNLSR.

Este trabajo forma parte de un Proyecto de Investigación entre la organización británica Raleigh International y CONAF (Chile), cuyo fin es el estudio de la biodiversidad de este Parque Nacional.

Este trabajo representa el primer registro de las especies de quironómidos presentes en PNLSR, la cual, si bien es aún incompleta, resulta una valiosa información para futuras investigaciones en el tema.

Los resultados que se esperan obtener al completar este estudio serán de utilidad para un futuro análisis biogeográfico que confronte las especies presentes en el sur de Chile con aquellas descritas para el continente australiano, tratando de establecer vínculos ecológicos y patrones de distribución.

De la misma manera, la información obtenida podrá ser utilizada en trabajos paleolimnológicos los cuales requieren un estudio taxonómico de base para poder identificar los restos fósiles y, de esta manera, interpretar y reconstruir los cambios ambientales del pasado como por ejemplo, las fluctuaciones climáticas ocurridas en el Cuaternario.

Existen muy pocos estudios acerca de la distribución y composición de quironómidos de la zona sur de Chile; si bien la información bibliográfica con la que se cuenta sugiere una gran diversidad de este grupo no solamente para la región chilena estudiada sino para toda la Patagonia austral (Reiss, 1977, 1981; Spies, 1998).

El primer trabajo taxonómico para la parte templada de Sudamérica es aquel de Edwards (1931) en el cual se describen los adultos de alrededor de 80 especies de quironómidos de la región patagónica (Chile y Argentina). Más tarde, Stuardo (1946) publica el primer catálogo con un listado de todas las especies citadas para Chile. Pero sin duda, el trabajo más importante realizado en el área patagónica es el de Brundin (1966) en el cual se describen cerca de 90 especies, la mayor parte de las cuales pertenecen a la subfamilia Podonominae, Diamesinae (Heptagyini) y Aphroteniinae. Su trabajo muestra un análisis filogenético profundo, el cual le permitió llegar a obtener evidencia del fraccionamiento gondwánico y la deriva continental. Más recientemente, una revisión de la tribu Tanytarsini (subfamilia Chironominae) fue realizada por Reiss (1972) para el sur de Chile y Patagonia, dando a conocer 11 nuevas especies de esta tribu.

Sin embargo, no existe aún un trabajo taxonómico completo que incluya una descripción de los principales grupos presentes en la región templada de Sudamérica. Subfamilias como por ejemplo, Tanypodinae u Orthoclaadiinae de gran importancia por su abundancia numérica, merecerían ser estudiadas en detalle, tal como lo sugiere Reiss (1977).

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE QUIRONÓMIDOS (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL (46°S), CHILE

JULIETA MASSAFERRO^{1,2}, STEVE J. BROOKS¹ y KELLY A. JACKSON¹

¹The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 SBD, UK

²CRUB / Universidad del Comahue, Bariloche, Argentina

RESUMEN

Hasta hoy, la fauna de Chironomidae que ha sido descrita para la región del sur de Chile y de Patagonia en general, es apenas un pequeño porcentaje de la composición total de esta familia de insectos para esta región de Sudamérica.

En este trabajo se estudiaron los quironómidos de 21 ambientes acuáticos localizados en el área del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), XI región, Chile, con el fin de ampliar la información actual acerca de la composición y distribución de este importante grupo de insectos.

Los resultados que aquí se reportan constituyen la primera recopilación taxonómica de quironómidos en la región sur de Chile, la cual contribuirá significativamente en futuros estudios relacionados con el tema.

Desde un punto de vista biogeográfico, los datos obtenidos resultan interesantes por la similitud encontrada entre la fauna sudamericana y la australiana, aspecto que constituye otra evidencia más de las interconexiones gondwánicas entre ambos continentes.

Sin embargo, este trabajo es aún preliminar. A muchos de los especímenes estudiados no ha sido posible asignarles un nombre específico, lo cual indica que es necesario un estudio taxonómico de este grupo de dípteros para complementar futuros trabajos sobre los quironómidos de Sudamérica.

Palabras clave: Insectos quironómidos, Ambientes acuáticos, Diversidad, Taxonomía, Sudamérica.

ABSTRACT

Preliminary study of the distribution and composition of chironomid communities (Diptera: Chironomidae) in Laguna San Rafael National Park (46°S), Chile. At present, the Chironomidae fauna that has been described from southern Chile and Patagonia makes up a small percentage of the total composition of this family in southern South America. There are many studies of the group that have not been published or which appear in international taxonomic revisions.

In this work we have studied the chironomids from 21 aquatic localities in the Laguna San Rafael National Park (LSRNP), XI región, Chile, with the aim of improving information about the composition and distribution of this important group of insects in this region.

The results of this report constitute the first taxonomic summary of chironomids in the southern region of Chile, and underlines the potential of future similar studies.

From a biogeographical point of view, the data show interesting similarities between the chironomid fauna of South America and Australia, and provide more evidence of the Gondwana connections between both continents. However, this work is preliminary. The lack of taxonomic resolution indicates that further taxonomic studies should be considered as a principal part of future investigations on chironomids in the southern zone of South America.

Key words: Chironomid insects, Aquatic environments, Diversity, Taxonomy, Southamerica.

INTRODUCCIÓN

Los quironómidos conforman una familia de insectos acuáticos bentónicos altamente diversa y abundante. Estos insectos colonizan los sedimentos y otros sustratos de casi todos los tipos de ambientes acuáticos continentales, aunque existen también algunas especies con desarrollo en ambientes marinos y terrestres. Las larvas y pupas de este grupo de insectos juegan un rol ecológicamente importante, ya que son sensibles bioindicadores de condiciones ambientales como temperatura, pH, oxígeno disuelto y otros cambios relacionados con la productividad del sistema (Armitage *et al.*, 1995; Rosenberg y Resh,

MATERIALES Y MÉTODOS

Los 21 ambientes acuáticos muestreados se seleccionaron en base a un gradiente altitudinal entre 200 y 1000 m.s.n.m. Estos ambientes incluyeron lagunas someras, arroyos, vegas y lagos. El muestreo se realizó durante el mes de abril de 1998 en los Valles de los ríos Leones y Nef, localizados dentro del PNLRS.

La colección de larvas y pupas de quironómidos se efectuó utilizando redes, por lavado de vegetación y raspado de piedras de la zona litoral. Las mudas de pupas fueron colectadas en superficie usando una red de plancton. Las muestras se conservaron en alcohol 80%.

En el laboratorio, las larvas y pupas colectadas se prepararon utilizando Euparal como medio de montaje, posteriormente las mismas fueron identificadas bajo microscopio óptico. Para la determinación taxonómica se utilizaron claves para larvas y pupas de la región australiana (Cranston, 1996).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestra la ubicación geográfica y una breve descripción de los ambientes acuáticos muestreados.

CUADRO 1. Lista y breve descripción de los ambientes muestreados

1. Valle Leones/Laguna	48°44'30"	72°58'15"	225	Ambiente pequeño y somero, rodeado por árboles
2. Valle Leones/ Río Meliquina	48°44'30"	72°58'15"	225	Río ancho de flujo moderado, sustrato rocoso, sin vegetación
3. Valle Leones /Camp.2 (arroyo)	48°44'20"	72°55'40"	225	Arroyo que alimenta la laguna 1
4. Valle Leones/Camp2-3 (arroyo)	48°43'00"	72°57'10"	230	Arroyo que cruza pantano c/precipitados de Fe
6. Valle Leones/Camp2-3 (pantano)	48°43'10"	72°57'15"	230	Suelo pantanoso, alimentado por el arroyo 4. Densa c/vegetación emergente
8. Valle Leones/arroyo	48°44'25"	73°03'45"	380	el Camp3 y lago Leones. Densa cama de hojas en las muestras tomadas
7. Valle Leones/Camp.3 (laguna)	48°44'25"	73°03'50"	300	Ambiente somero rodeado por árboles. Flancos rocoso y empinado
8. Valle Leones/Lago Leones	48°43'15"	73°08'20"	310	Gran lago alimentado por glaciar. Costa rocosa. Oleaje considerable. Aguas turbidas. Sin vegetación litoral
9. Valle Leones/poza de agua cerrada	48°43'15"	73°08'20"	310	Ambiente pequeño. Próxima al flanco norte, empinado y rocoso, del Río Leones.
10. Valle Leones/poza de agua abierta	48°43'15"	73°06'20"	310	grande. Sustrato limoso y con macrofitas
11. Valle Leones/Lago Fiero	48°42'15"	73°08'00"	340	Gran lago alimentado por glaciar. Rocas litorales cubiertas por musgos. Oleaje considerable. Aguas turbidas. Sin macrofitas
12. Valle Leones/Camp.3 (laguna)	48°42'15"	73°08'00"	340	Ambiente pequeño y somero. Vegetación sumergida
13. Valle Leones/Lago Cachorro	48°44'50"	73°08'30"	430	Conectado al río Leones por arroyo. No alimentado por glaciar
14. Valle Nef/Lago	47°07'50"	72°50'20"	202	Lago formado por meandro del río. Llanura aluvial
15. Valle Nef/zanja	47°07'50"	72°50'20"	202	Zanja de sedimentos fangosos. Camino a Río Nef
16. Valle Nef/poza de agua estancada	47°07'50"	72°52'00"	203	Aguas estancadas formadas por meandro de río. Sedimentos limosos
17. Valle Nef/Lago Alfa	47°07'30"	72°54'30"	500	Aguas claras y transparentes. costa rocosa. Macrofitas
18. Valle Nef/ Laguna Vanessa	47°06'25"	73°11'30"	430	Aguas transparentes, frías. Mucho Potamogeton y algas verdes en suspensión. Separado de Lag. Nef por morena
19. Valle Nef /laguna Nef	47°06'25"	73°11'30"	430	Aguas muy frías y lechosa proveniente de glaciar. Bloques de hielo presentes. Macrofitas presentes
20. Valle Nef/Lago Lunch	47°06'50"	73°09'30"	400	Ambiente somero con suelo rojo. Vegetación circundante. Algunos islotes presentes
21. Valle Nef/Laguna Polo	47°04'50"	73°09'00"	1015	Sin vegetación aparente. Costa y bordes rocosos. Alimentado por glaciar

El Cuadro 2 muestra la lista de los 49 taxa, en su mayor parte géneros, de quironómidos (larvas y pupas) encontrados. Parte de estos taxa, como los géneros *Parapsectrocladius* y *Botryocladus* descritos recientemente por Cranston & Edwards (1999) y Cranston (2000), representan nuevas citas para el PNLRS. Los ejemplares colectados en el Parque Nacional han sido designados como paratipos de estas especies y han sido depositados en el Museo de Historia Natural de Londres y en el Museo Nacional de Santiago de Chile.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Laguna San Rafael (46°S) se encuentra situado en la precordillera y cordillera andina, específicamente en las comunas chilenas de Puerto Aisén, Tortel, Cochrane y Chile Chico (Fig. 1). Su superficie es de 1.742.000 hectáreas, constituyendo el 89% de la superficie total de parques de la XI región de Chile. Sin embargo, debe considerarse que más de 400.000 de esas hectáreas están ocupadas por hielos y glaciares, restos de la última glaciación, que dan origen a numerosos ríos. Las aguas de estos ríos, cargadas de sedimentos en suspensión, poseen un color característico verde blanquecino.

La temperatura media anual es de 8°C, el clima es particularmente húmedo con un porcentaje de precipitación anual de 5.000 mm en los sectores más altos.

La vegetación circundante es típica de foresta húmeda mixta, dominada por las especies arbóreas *Nothofagus betuloides*, *Weinmannia trichosperma* y las coníferas *Pilgerodendron uviferum* y *Podocarpus nubigena*, acompañados de arbustos como *Tepualia stipularis*, *Drimis winteri* y *Schinus patagonica*.



FIGURA 1. Mapa de la Región Patagónica indicando tipo de vegetación. La flecha indica el área de muestreo.

La comunidad de quironómidos muestra una predominancia de especies de la subfamilia Orthoclaadiinae, compuesta fundamentalmente por especies del género *Cricotopus* y otros taxa indeterminados designados en el cuadro 2 como Orthoclaadiinae 1, 2, 3, etc.; seguida por las subfamilias Tanypodinae y Podonominae y dejando en último lugar a la subfamilia Chironominae.

Dentro de los Tanypodinae pudieron distinguirse varios géneros entre los cuales *Macropelopia*, *Apsectrotanypus* y *Psectrotanypus* constituyen nuevas citas para la región estudiada.

Los sitios muestreados en el Valle del Río Leones (VRL) presentan una mayor diversidad que aquellos ubicados en el Valle del Río Nef (VRN) (ver Cuadro 2). Tanto la subfamilia Podonominae como Tanypodinae se encuentran bien representadas en el VRL mientras que en VRN solamente se encontró un género de Podonominae y dos géneros de Tanypodinae. En cuanto a las otras dos subfamilias, éstas parecen mostrar una distribución similar en ambos valles.

Analizando las comunidades entre sitios dentro del mismo valle se observa, por ejemplo, que el Lago Leones y el Río Meliquina poseen similitudes en cuanto a la composición faunística. En ambos casos son dominantes los Orthoclaadiinae y Podonominae, éstos últimos típicos habitantes de aguas frías y oligotróficas. En efecto, ambas localidades presentan aguas turbidas, frías y lechosas características de deshielo glaciar.

Contrariamente, las subfamilias Tanypodinae y Chironominae estuvieron presentes en ambientes someros, de aguas cálidas y de mayor productividad, como por ejemplo en el arroyo y el pantano del VRL (localidades 4 y 5) y la pequeña laguna del Camp3 (localidad 12).

En cuanto a los sitios ubicados en VRN, se observa una clara separación de la localidad 15 con relación a las localidades. En esta zanja de sedimentos fangosos encontramos predominancia de Chironominae mientras que las otras localidades muestran una composición básicamente de Orthoclaadiinae.

Es importante mencionar aquí que juntamente con el análisis de material proveniente del PNLRSR, se ha examinado también otro material proveniente de dos lagos ubicados al norte de la Patagonia Argentina, más exactamente en los alrededores de San Carlos de Bariloche (Lagos Mascardi y Escondido) a 41°S aproximadamente. Estas muestras estuvieron compuestas básicamente por las mismas especies encontradas en el Sur chileno. Lo interesante de esta comparación es que, tanto los ambientes chilenos como argentinos, ambos situados al Este de la Cordillera andina, evidenciaron algunos taxa que no habían sido citados previamente (ej. *Macropelopia*, *Apsectrotanypus*, *Microtendipes*) para esta región de Sudamérica (Paggi, 1998; Spies, 1998).

En las figuras 2 y 3 se muestran fotografías digitales de las larvas y pupas de los principales taxa encontrados. Otros se han omitido debido a la fragilidad de los ejemplares, lo cual no permitió alcanzar la suficiente resolución para la toma de fotografías.

DISCUSIÓN

Se ha desarrollado recientemente un trabajo en el cual se analizan los quironómidos fósiles de un testigo sedimentario de 11 m obtenido en la Laguna Stibnite (Massaferró & Brooks, en prensa), también localizada en el PNLRSR a la misma latitud que los ambientes estudiados, pero al Oeste de Los Andes (Cuadro 3). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran, tanto en los niveles superficiales como a lo largo de todo el testigo sedimentario que abarca alrededor de 15.000 años BP, una composición faunística sustancialmente diversa con respecto a aquella encontrada en los Valles de los ríos Leones y Nef. En efecto, este ambiente no registró ninguna de las, al menos, 4 especies de *Cricotopus* encontradas en casi todos los sitios muestreados en los valles Leones y Nef. Contrariamente, 5 especies de *Tanytarsus* fueron analizadas en el testigo sedimentario de Stibnite pero solamente 1 especie de este género fue identificada en los ambientes lacustres muestreados en el presente estudio. Se observa además, que a lo largo del mismo testigo sedimentario la diversidad de especies durante el período postglaciar es completamente diferente a aquella que encontramos en los sedimentos recientes. Una posible explicación indicaría que

CUADRO 2. Lista y distribución de los taxa de quironómidos del PNLRSR.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
SubFam Tanypodinae																					
* <i>Macropelopia spec.</i>	*		*		*			*		*									*	*	*
* <i>Apsectrotanypus spec.</i>				*				*													
* <i>Psectrotanypus spec.</i>							*	*													
<i>Labrundinia spec.</i>					*			*		*				*							
<i>Procladius spec.</i>																					
<i>Ablabesmya spec.</i>					*			*													
Tanypodinae 1				*			*														
Tanypodinae 2				*																	
Tanypodinae 3								*													
SubFam Orthoclaadiinae																					
<i>Cricotopus (Cricotopus) 1</i>	*	*					*	*	*							*					
<i>Cricotopus (Cricotopus) 2</i>										*											
<i>Cricotopus (Cricotopus) 3</i>				*																	
<i>Cricotopus (Cricotopus) 4</i>								*													
<i>Eukiefferiella spec.</i>			*																		
<i>Parapsectrocladius accuminatus</i>				*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Limnophyes spec.</i>		*		*	*		*											*			
Orthoclaadiinae 1	*			*			*			*	*	*									
Orthoclaadiinae 2		*		*																	
Orthoclaadiinae 3		*		*																	
Orthoclaadiinae 4		*		*																	
Orthoclaadiinae 5								*													
<i>Botyocladius spec.</i>								*													
<i>Smittia spec.</i>																	*	*	*		
<i>Pseudosmittia 1</i>								*													
<i>Pseudosmittia 2</i>								*													
<i>Parakiefferiella spec.</i>		*		*	*																
<i>Corynoneura spec.</i>								*													
<i>Stilocladus spec.</i>								*													
SubFam Chironominae																					
Tribu Chironomini																					
<i>Chironomus spec.</i>							*	*		*									*	*	*
<i>Polypedilum 1</i>							*	*	*												
<i>Polypedilum 2</i>							*	*	*												
Pseudochironomini (Rhietia ?)																					
<i>Parachironomus spec.</i>															*	*	*	*	*	*	*
* <i>Microtendipes spec.</i>	*				*		*	*													
<i>Phaenopsectra spec.</i>			*				*	*		*											
<i>Dicrotendipes spec.</i>															*						
Tribu Tanytarsini																					
<i>Nimbecera patagonica</i>				*				*													
<i>Tanytarsus festigatus</i>								*													
SubFam Podonominae																					
<i>Parochlus patagonicus</i>								*		*	*										*
<i>Parochlus ancanus</i>		*																			
<i>Parochlus nigrinus gr</i>								*													
<i>Podochlus flexistilus</i>		*																			
<i>Podochlus tenuicornis</i>		*																			
<i>Podochlus 1</i>		*																			
<i>Podochlus 2</i>		*																			
<i>Podonomus bipartitus</i>						*		*													
<i>Podonomus rivulorum</i>		*																			
<i>Podonomus setosus</i>								*													
<i>Podonomus "volcan" gr</i>								*													
SubFam Diamesinae																					
Tribu Heptagyni																					
* <i>Araucania spec.</i>										*											
SubFam Aphroteniinae																					
<i>Paraphrotenia spec.</i>			*			*															

1. Valle Leones/Laguna

2. Valle Leones/Río Meliquina

3. Valle Leones/Camp. 2

4. Valle Leones/Camp. 2-3 (arroyo)

5. Valle Leones/Camp. 2-3 (pantano)

6. Valle Leones/Camp. 3

7. Valle Leones/Camp. 3 (laguna)

8. Valle Leones/Lago Leones

9. Valle Leones/poza de agua cerrada

10. Valle Leones/poza de agua abierta

11. Valle Leones/Lago Fiero

12. Valle Leones/Camp. 3 (laguna)

13. Valle Leones/Lago Cachorro

14. Valle Nef/Lago

15. Valle Nef/zanja

16. Valle Nef/poza de agua estancada

17. Valle Nef/Lago Alfa

18. Valle Nef/Laguna Vanessa

19. Valle Nef/Laguna Nef

20. Valle Nef/Lago Lunch

21. Valle Nef/Laguna Polo

* Nuevas citas para la región.

aquellas de Bariloche (Argentina), ambos sitios localizados al Este de Los Andes; si bien se encuentran alejados 5° en latitud presentan los mismos taxa. Sin embargo, los sedimentos analizados en la Laguna Stibnite, situada también en PNLSR, a la misma latitud que los ambientes estudiados, pero al Oeste de la Cordillera andina; presentan una diversidad completamente distinta a lo largo de todo el testigo sedimentario. Si bien todos los sitios mencionados comparten la misma región biogeográfica, la presencia de la Cordillera de Los Andes como barrera geográfica natural es la responsable de esta distribución actual, al influir en manera directa sobre la dispersión de este grupo de insectos en el pasado.

Estas observaciones resaltan la necesidad de un estudio taxonómico de quironómidos en Chile y, en general, en toda el área Patagónica. Por este motivo, se espera continuar con este trabajo de investigación ya que este grupo de insectos merece un estudio taxonómico más detallado, lo cual permitirá discernir aspectos no solamente de identificación de especies sino también aspectos ecológicos y de distribución geográfica. Al final de este trabajo, se pretende llegar a desarrollar una clave taxonómica para el reconocimiento de los taxa de Chironomidae presentes en el sur de Chile y Patagonia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación de Pat Haynes del Natural History Museum de Londres y de Ina Balzar de Whattey, UK quienes trabajaron en la preparación y reconocimiento del material colectado. También agradecen la colaboración logística y de campo del personal de CONAF y RALEIGH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMITAGE, P., CRANSTON, P.S. y PINDER, L.C.V.
1995 The biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, London. 572 p.
- BRUNDIN, L.
1956 Die Bodenfaunistischen und ihre Anwendbarkeit auf die Südhalkugel. Zugleich eine Theorie der produktionsbiologischen Bedeutung der glazialen Erosion, *ib*, 37: 186-235.
- BRUNDIN, L.
1966 Transantarctic relationships and their significance as evidenced by chironomid midges, with a monograph of the Subfamilies Podonominae and Aphroteniinae and the austral Heptagya. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* 11 (1): 1-472.
- CONAF
Mediterranean region and La Campana National Park, Central Chile. Southern Cone: CPD Site SA44 (informe - internet).
- CRANSTON, P.
1995 Biogeography. In: Armitage, P. et al. (Eds.). The biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, London: 62-84.
- CRANSTON, P.
1996 Identification Guide to the Chironomidae of New South Wales. AWT Identification Guide number 1. Australian Water Technologies Pty Ltd., Sydney, 375 p.
- CRANSTON, P.
2000 *Parapsectrocladius*: a new genus of Orthoclaadiinae Chironomidae (Diptera) from Patagonia, the southern Andes. *Insect Syst. evol*, 31: 103-120.
- CRANSTON, P.S. y EDWARD, D.H.D.
1999 *Botryocladius* gen. n.: a new transantarctic genus of Orthoclaadiinae midge (Diptera: Chironomidae). *Systematic Entomology* 24 (in press).
- EDWARD, D.H.D.
1989 Gondwanaland elements in the Chironomidae (Diptera) of South western Australia. *Acta Biologica Debrecen, Oecologica Hungarica*, 2: 181-187.
- EDWARDS, F.W.
1931 Diptera of Patagonia and South Chile. Part II. Fascicle 5. Chironomidae. British Museum (Natural History), London: 233-324.

las condiciones ambientales en el pasado fueron diferentes a las actuales y que los grandes cambios climáticos y otros eventos como vulcanismo, fluctuaciones en el nivel de las aguas, etc., ocurridos durante el pasado, produjeron grandes perturbaciones en el ambiente y consecuentes cambios en la estructura de las comunidades de quironómidos.

CUADRO 3. Lista de los taxa de quironómidos encontrados en la Laguna Stibnite (Massafarro y Brooks, en prensa).

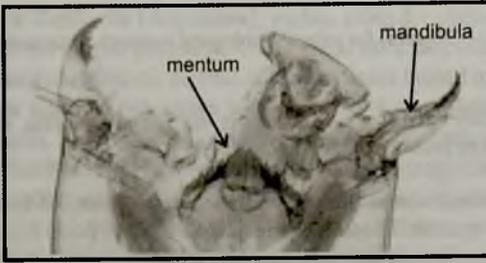
TAXON	
<p>SubFam. Tanypodinae <i>Macropelopia</i> sp. <i>Apsectrotanypus</i> sp. <i>Labrundinia</i> sp. <i>Ablabesmya</i> sp.</p> <p>SubFam. Orthocladiinae <i>Parakiefferiella</i> sp. <i>Parakiefferiella fennica</i> <i>Parapsectrocladius accuminatus</i> <i>Linnophyies</i> sp. <i>Gymnomectriocnemus</i> sp. <i>Corynoneura</i> sp.</p>	<p>SubFam. Chironominae Tribu Chinonomini <i>Chironomus</i> sp. <i>Polypedilum</i> sp. <i>Cladopelma</i> sp. <i>Pseudochironomini (Rhietia?)</i> <i>Parachironomus</i> sp. <i>Microtendipes</i> sp. <i>Phaenopsectra</i> sp. <i>Lauterborniella</i> sp.</p> <p>Tribu Tanytarsini <i>Tanytarsus A</i> <i>Tanytarsus B</i> <i>Tanytarsus C</i> <i>Tanytarsus D</i> <i>Tanytarsus E</i></p> <p>SubFam. Podonominae <i>Podochlus</i> sp. <i>Podonomus</i> sp.</p>

En el trabajo de Brundin (1966) se menciona la importancia de los estudios biogeográficos, los cuales permiten establecer vínculos intercontinentales ampliando el conocimiento en cuanto a los patrones de distribución de la fauna en el mundo. Se conoce además que en Sudamérica, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda existen cerca de 600-700 especies de quironómidos, 200 de las cuales se encuentran sólo en la región templada de Sudamérica. Por esta razón y por no contar con un inventario taxonómico adecuado sería sumamente importante continuar con el desarrollo de este tipo de estudios en el sur de Chile para seguir avanzando en los aspectos biogeográficos, tratando de encontrar vínculos filogenéticos con especies ya conocidas, como las australianas por ejemplo, que en su mayoría ya han sido estudiadas y descritas (Cranston, 1996).

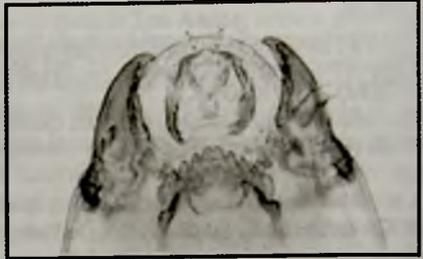
Por último cabe mencionar, la significancia de los estudios paleolimnológicos los cuales complementan la biología actual de quironómidos aportando nueva información acerca de los taxa presentes en el pasado y permitiendo un análisis de los patrones biogeográficos desde una escala de tiempo diferente a la actual (Cranston, 1995).

CONCLUSIONES

Este trabajo es aún preliminar. Los datos analizados hasta el momento no son suficientes como para caracterizar las comunidades de quironómidos en los valles estudiados. Sin embargo, el hecho de no haberse encontrado nuevas especies en el valle Nef sugiere que la composición de quironómidos hasta el momento, es similar en ambos valles. Además, si confrontamos las especies del Sur de Chile con



1. *Parapsectrocladius* sp.



2. *Limnophyes* sp.



3. *Parakiefferiella* sp.



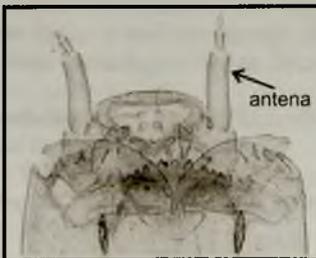
4. *Smittia* sp.



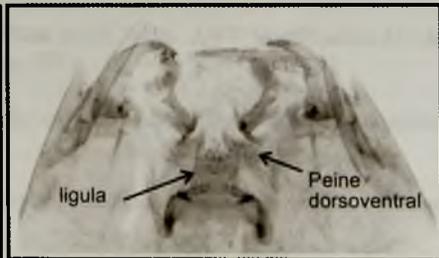
5. *Microtendipes* sp.



6. *Dicrotendipes* sp.



7. *Pseudochironomus* sp.



8. *Macropelopia* sp.

FIGURA 2. Fotografías digitales de las larvas de algunos taxa presentes en los ambientes muestreados del PNLSR.

HOFMANN, W.

1988 The significance of chironomid analysis (Insecta: Diptera) for paleolimnological research. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 62: 501-509.

MASSAFERRO, J. y BROOKS, S.

The response of chironomids to Late Quaternary environmental change in the Taitao peninsula, southern Chile (46oS). *Journal of Quaternary Sciences* (en prensa).

PAGGI, A.

1998 Chironomidae. In: *Biodiversidad de Artrópodos argentinos. Una perspectiva biotaxonomica*. J.J. Morrone y S. Coscarón (Eds.). Ediciones Sur, La Plata, Argentina: 327-335.

REISS, F.

1972 Die Tanytarsini (Chironomidae, Diptera) Südchiles und Westpatagoniens. Mit Hinweisen auf die Tanytarsini - fauna der Neotropis. *Studies in Neotropical Fauna*. 7: 49-94.

REISS, F.

1977 Chironomidae In: Hulbert, S.H. (Ed.). *Biota Acuatica de Sudamérica Austral*: 277-279.

REISS, F.

1981 Chironomidae In: Hulbert, S.H., Rodríguez, G. y Santos, N.D. (Eds.). *Aquatic Biota of Tropical South America. Part I: Arthropoda*. San Diego State University: 261-268.

ROSENBERG, D.M. y RESH, V.H. (Eds)

1982 *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.

SAETHER, O.A.

1979 Chironomid communities as water indicators. *Holarctic Ecology*, 2: 65-74.

SPIES, M.

1998 Chironomidae of Chile (En: Spies, M. y Reiss, F. 1996). *Catalogue and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae*. *Spixiana*, 22: 61-119.

STUARDO, C.

1946 *Catálogo de los Dipteros de Chile*. Imprenta Universitaria, Santiago de Chile.

THIENEMANN, A.

1922 Die beiden Chironomus-arten der Tiefenfauna der norddeutschen Seen. Ein hydrobiologisches problem. *Archiv für Hydrobiologie*, 13: 609-646.

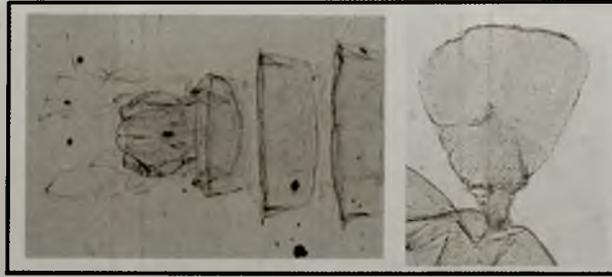
WALDER, I.R.

1987 Chironomidae (Diptera) in Paleocology. *Quaternary Science Reviews*, 6: 29-40.

WALKER, I.R.

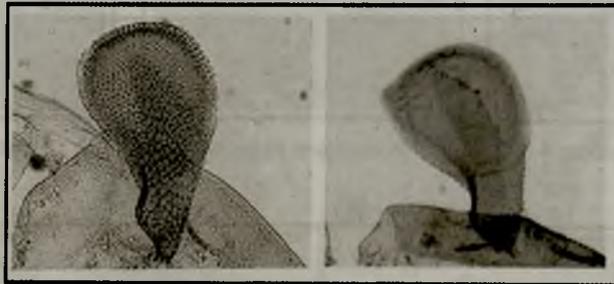
1995 Chironomids and indicators of past environmental change. In: Armitage, P. *et al.* (Eds). *The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, London: 405-422.

Contribución recibida: 31.08.01; aceptada: 06.12.01



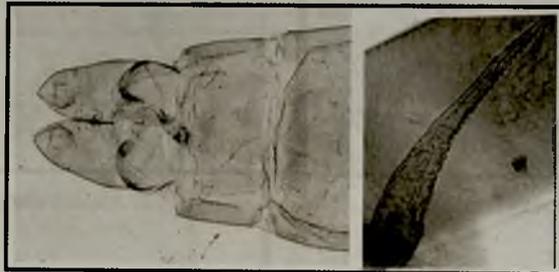
7. *Podonomus* spp.

8. *P. rivolorum*

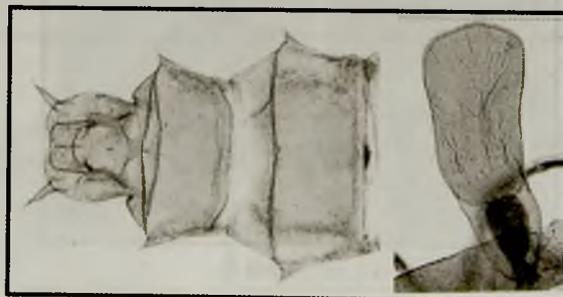


9. *P. volcan*

10. *P. setosus*



11. *Araucania* sp. (Heptagyni)



12. *Parochlus nigrinus*

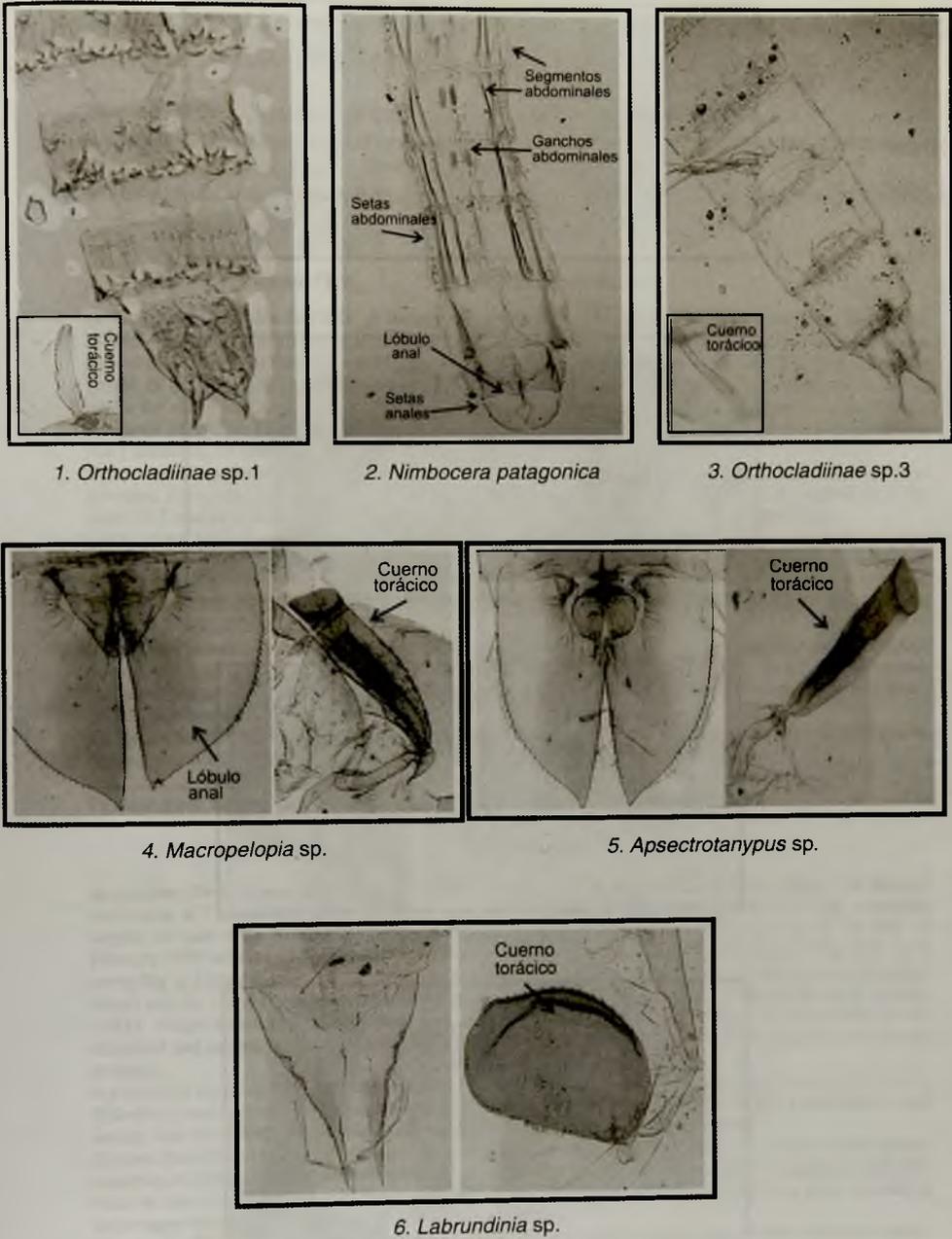


FIGURA 3. Fotografías digitales de las pupas de algunos taxa presentes en los ambientes muestreados del PNLRSR.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Laguna San Rafael creado en el año 1959, alcanza una extensión actual de 1.742.000 ha. Este parque se encuentra ubicado en una zona ecotonal entre los bosques perennifolios Nor-Patagónicos y Magallánico (Pisano 1988), incluye 14 comunidades vegetales agrupadas en tres biomas: Bioma del Monte arbóreo Caducifolio; Zona de transición del Monte arbóreo Perennifolio Pluvial al Monte arbóreo Caducifolio; y Monte arbóreo Perennifolio Pluvial (com. pers. Sergio Herrera 1998).

Estas condiciones determinan la presencia de ambientes diferentes que dan cabida a una variada fauna (Conaf 1982), dentro de la que destacan los anfibios, taxa caracterizado por un alto grado de endemismo, que lo convierte en uno de los grupos más vulnerables (Spotorno 1996).

A partir del primer congreso mundial de Herpetología en 1989 se ha producido un resurgimiento del interés en los estudios de poblaciones de anfibios y la aparente declinación de estos en muchas partes del mundo (Alford y Richard 1999; Anónimo 1999; Blaustein y Wake 1995; Griffiths y Beebee 1992; Ramírez *et al.* 1998). Este hecho junto al fracaso de muchos proyectos de conservación y relocalización de herpetozoos, han permitido reconocer la importancia de la selección de micro y macrohábitat que hacen estos vertebrados (Block y Morrison 1998).

Consecuentemente se hace necesario la determinación del estatus y abundancia relativa de las poblaciones de anfibios en aquellas partes del mundo donde han sido pobremente estudiadas. El sur de Chile es una de tales áreas, puesto que las poblaciones de anfibios han sido descritas someramente. La información acerca de las poblaciones de anfibios resulta importante por dos razones; tanto por perspectivas globales relacionadas a la declinación mundial de estas especies, como por su capacidad de entregar antecedentes para el manejo de las áreas protegidas debido a su alta vulnerabilidad.

Pese a estos antecedentes la diversidad de los vertebrados chilenos ha sido poco estudiada (Spotorno 1996). Actualmente se hace necesario fortalecer al Sistema Nacional de Areas Protegidas del Estado (SNASPE) por medio de la elaboración de catálogos tanto de flora como de fauna, así como de mapas de distribución de las diversas especies (Simonetti *et al.* 1992). Datos que debieran ser usados para recategorizar los estados de conservación de acuerdo a las características biológicas de cada especie (Reca *et al.* 1994; Ubeda *et al.* 1994; Ubeda y Grigera, 1995).

En Chile se encuentran 4 familias de anuros (Bufonidae, Leptodactylidae, Pipidae y Rhinodermatidae), que comprenden una fauna total de 48 especies (Formas, 1995; obs. pers. Helen Díaz-Páez). De acuerdo al conocimiento actual, acerca de las preferencias de hábitat de estas especies, se cree que teóricamente cerca de 29 especies podrían habitar al interior del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR) (Velo y Navarro 1988), de las cuales, ocho han sido registradas previamente como habitantes del PNLSR (com. pers. Iván Benoit 1997 y com. pers. Juan Carlos Ortiz, 1997).

Específicamente, los objetivos de este estudio son: (1) documentar las especies de anfibios presentes en los tres sitios; (2) evaluar la abundancia relativa de las diferentes especies; (3) investigar las preferencias de hábitat de la fauna de anfibios; (4) registrar evidencias de los sucesos recientes de reproducción; (5) obtener datos sobre los tamaños poblacionales, usos y requerimientos espaciales de los anfibios que viven en el Parque Nacional Laguna San Rafael.

Estos antecedentes aportarán la línea de base de las especies presentes dentro del parque, su distribución y abundancia relativa, así como proveerán recomendaciones para el futuro monitoreo, lo que permitirá evaluar de mejor manera sus problemas actuales de conservación y aportar con información de base indispensable para la toma de decisiones de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron prospecciones sistemáticas entre el 23 de enero al 9 de febrero de 1999 en tres sitios situados en los bordes este, sur y oeste de la Laguna San Rafael (fig. 1) ubicada al interior del parque del mismo nombre. Los tres sitios son: 1.- Sitio del Glaciar o Kod Kod (orilla oriental); 2.- Sitio de San

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ANFIBIOS EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL (XI REGIÓN, CHILE)

H. DÍAZ-PÁEZ¹, C. WILLIAMS² y R.A. GRIFFITHS²

¹ Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción, Chile.

² Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE), University of Kent, Canterbury, Kent, CT2 7NS, UK.

RESUMEN

La fauna de vertebrados de Chile, se encuentra afectada por graves problemas de conservación, donde, los anfibios con su alto grado de endemismo forman parte de los grupos más vulnerables. El estudio se llevó a cabo entre el 23 enero al 9 de febrero de 1999 y fue conducido en la orilla oriental, sur y occidental de La Laguna San Rafael. El tiempo usado en cada sitio fue de 4-6 días. Los tres sitios son Glaciar (orilla oriental), San Quintín (orilla del sur) y El Canal (orilla occidental). Se usaron cinco métodos de estudio: Encuentro visual (VES), Búsqueda de refugio, Trampa de caída (pitfall), Estudio auditivo, y Trampas de botella en ambos hábitats terrestres y acuáticos. En general, VES y búsqueda de refugio fueron los métodos de estudio más productivos.

Se determinó la presencia de seis especies de anfibios: *Batrachyla antartandica*, *B. taeniata*, *B. nivaldoi*, *Hylorina sylvatica*, *Eupsophus calcaratus* y *Bufo variegatus*. Los ensambles y abundancias relativas variaron entre los sitios. El Canal es el sitio de mayor riqueza específica, con un total de cinco especies encontradas.

Las especies difirieron en su rango de distribución: *B. antartandica*, *B. taeniata* y *E. calcaratus* presentaron amplia extensión, con presencia en los tres sitios; *B. nivaldoi* se encontró en dos de los sitios, e *H. sylvatica* y *B. variegatus* estaban cada uno en un sitio solamente. Adicionalmente, se documenta la presencia de *B. nivaldoi*, especie recientemente descrita y que no había sido registrada previamente dentro del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR).

Los anfibios presentaron diferencias en los hábitats seleccionados; *B. taeniata* y *B. nivaldoi* abundaron en hábitat de matorral; *B. variegatus* aparece asociado a las áreas de turberas; mientras que *B. antartandica* y *E. calcaratus* habitan el bosque. Respecto a *H. sylvatica*, es impreciso dar antecedentes acerca de su preferencia de hábitat, dado la baja tasa de capturas.

La captura de más de 300 individuos en nueve días de estudio, incluyendo el registro de una especie no conocida previamente en el parque, indica que el PNLSR es un importante hábitat de anfibios.

Palabras clave: Parque Nacional Laguna San Rafael, Anfibios, Diversidad, Chile.

ABSTRACT

Amphibian diversity and abundance in Laguna San Rafael National Park (XI Región, Chile). The fauna of vertebrates of Chile is affected by serious conservation problems. The amphibians, with their high endemism degree, are part of the most vulnerable groups. Amphibian surveys were carried out between 23 January - 9 February 1999 at sites on the Eastern, Southern and Western shores of Laguna San Rafael. The time spent surveying at each site ranged from 4-6 days. The sites were Glaciar (Eastern shore), San Quintín (Southern shore) and the Canal (Western shore). Five standard surveying methods were used: visual encounter surveys (VES), refugia searches, pitfall trapping, aural surveys and bottle trapping. Surveys were conducted in both terrestrial and aquatic habitats. Overall, VES and daytime refugia searches were the most productive survey methods.

A total of six anuran species were captured: *Batrachyla antartandica*, *Batrachyla taeniata*, *Batrachyla nivaldoi*, *Hylorina sylvatica*, *Eupsophus calcaratus* and *Bufo variegatus*. Species assemblage and relative abundance varied among sites: the Canal was the most species rich site, with a total of five species found.

Species also differed in their distribution: *B. antartandica*, *B. taeniata* and *E. calcaratus* were all widespread, occurring at all three sites; *B. nivaldoi* was found at two of the sites, and *H. sylvatica* and *B. variegatus* were each found at one site. *Batrachyla nivaldoi* is a recently described species and had not previously been recorded as occurring within Laguna San Rafael National Park (LSRNP).

The species differed in abundance between habitats; *B. taeniata* and *B. nivaldoi* were plentiful in scrub habitat; *B. variegatus* was associated with peat-bogs; while *B. antartandica* and *E. calcaratus* preferred the forest. It is difficult to reach conclusions about *H. sylvatica*, as few individuals were captured.

The capture of more than 300 individuals over nine survey days, including a species that was not previously known to occur in the park, suggests that LSRNP has considerable potential as an amphibian habitat.

Key words: Laguna San Rafael National Park, Amphibians, Diversity, Chile.

Trampas de caída (Pitfall)

Las trampas de caída consistieron en agujeros de 40 x 40 cm de ancho y 60 cm de profundidad. No se utilizaron contenedores, ya que estos no se encontraban en número suficiente. Los agujeros se verificaron a lo largo del día cada 4 horas: 07:00, 11:00, 15:00, 19:00 y 23:00 horas. Las trampas no fueron examinadas entre las 23:00 y 07:00 horas.

Búsqueda de Refugios

Se volteó e investigó todo refugio accesible (piedras, leños etc.) y se registró el tiempo usado investigando dentro de cada sitio.

Trampas de Botella

Se utilizaron trampas de botellas plásticas para el estudio de las larvas de anfibios, con el fin de evaluar el éxito reciente de cría de las especies de anuros en los diferentes sitios. La trampa consistió de un embudo plástico de 500 ml (Griffiths 1985) colocado a intervalos de 2 m, con el embudo enfrentando el centro del cuerpo de agua y ubicados alrededor de la línea de costa accesible de los cuerpos de agua. Las trampas quedaban en su lugar durante 24 horas y se examinaron cada 6 horas como sigue: 06:00, 12:00, 18:00 y 00:00 horas.

DESCRIPCIONES DE LOS SITIOS Y LOS MÉTODOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS DE CADA SITIO

Las características del hábitat fueron medidas dentro de cuadrantes de 5x5 m ubicados en cada estación de muestreo. Se determinaron las especies arbóreas y arbustivas dominantes dentro de cada cuadrante. La cobertura de árboles y arbustos fue estimada a través de porcentajes. La cobertura del suelo incluyó porcentaje de rocas, musgos, hojarasca y troncos muertos. La altura de árboles y arbustos fue medida con un clinómetro y calculada tomando cinco muestras al azar dentro del cuadrante. Se midió la profundidad del suelo calculando el promedio de cinco medidas tomadas al azar. La pendiente fue estimada en tres categorías: suave, plano y pronunciado (cuadro 1). Se calculó las correlaciones producto - momento (Sokal y Rohlf 1969) como medida de las asociaciones entre especies anfibias y características del hábitat.

Debido a la variación entre los sitios en términos de tipo de hábitat, no era apropiado usar todos los métodos de estudio en ellos. Los métodos usados en cada sitio se detallan debajo.

Sitio 1: Glaciar

Se usaron todos los métodos de estudio en este sitio. Los estudios se llevaron a cabo entre los días 23-26 enero. El hábitat era una mezcla de matorral seco y denso, densos bosques, pantanos, pozas de tamaños variable y una laguna.

Sitio 2: San Quintín

Los estudios se llevaron a cabo desde el 27 enero hasta el 2 de febrero de 1999. El hábitat de San Quintín era una mezcla de densa quila, donde la humedad decae desde el bosque y arbusto al denso bosque de *Nothofagus*. El hábitat acuático a lo largo del camino fue limitado a hoyos en los árboles, charcos y un arroyo pequeño. La densa vegetación restringió la accesibilidad a este sitio grandemente y, como el tiempo era limitado, nos concentramos en sólo determinar la densidad de anfibios en el hábitat terrestre.

Para dirigir la búsqueda de refugios de día se utilizó el método de cuadrantes. Estos se hicieron a lo largo de una caminata de 2,2 km (distancia lineal 1,08 km) atravesando el bosque desde la línea de costa de la Laguna San Rafael (LSR) al borde del río Lucar. La variación en el hábitat se trató de controlar dividiendo el camino en dos secciones de 500 m: Sección A comenzó en el extremo LSR del camino,

Quintín (orilla sur); 3.- Sitio del Canal (orilla occidental).

El esfuerzo de muestreo fue de 4 a 6 días por sitio. Los ejemplares fueron capturados mediante cinco métodos (Griffiths 1985; Heder *et al.*, 1994).

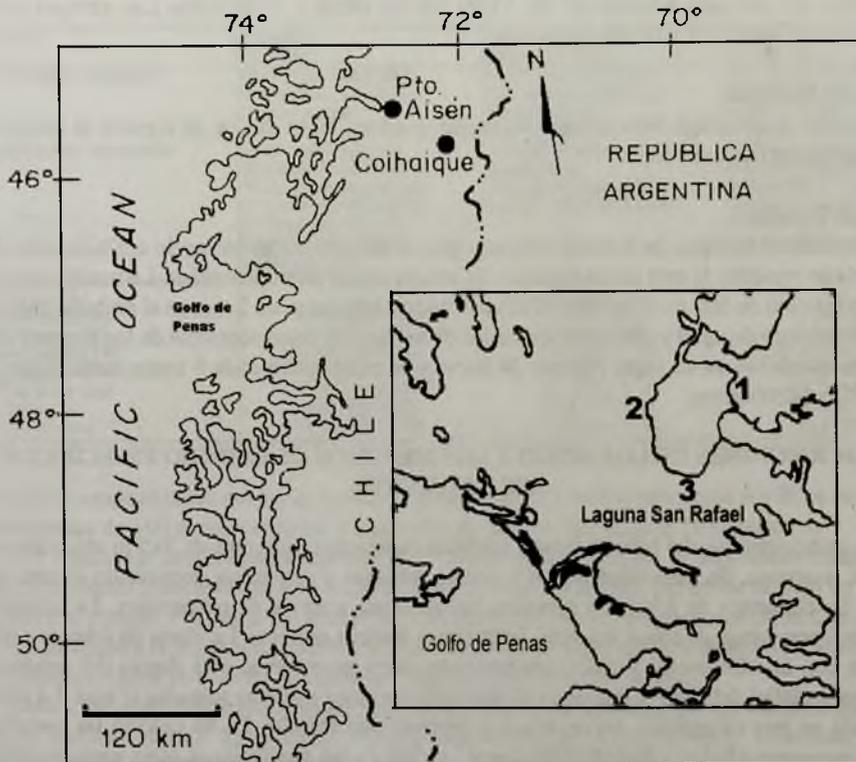


FIGURA 1. Localidad de estudio en el Parque Nacional Laguna San Rafael. Los puntos indican las áreas de recolección de especímenes. 1.- Área del Glaciar (aprox. $46^{\circ} 38' S$, $73^{\circ} 51' W$); 2.- Área del Canal de Ofqui (aprox. $46^{\circ} 37' S$, $74^{\circ} 02' W$); 3.- Área de San Quintín (aprox. $46^{\circ} 44' S$, $73^{\circ} 56' W$).

Encuentro Visual (VES)

Los estudios de VES se llevaron a cabo en todos los hábitats accesibles e implican la búsqueda activa en la vegetación del suelo y la ribera y superficie de los cuerpos de agua.

Se registraron el número de personas que investigaron, y el tiempo usado en cada área de estudio. Durante los estudios nocturnos, los investigadores utilizaron focos y linternas de cabeza. Los VES de día se llevaron a cabo entre las 9:00 y 18:00 horas; mientras que los VES nocturnos fueron conducidos entre las 23:00 y 03:00 horas.

Estudios auditivos

Los estudios auditivos se llevaron a cabo entre las 23:00 y 02:00 horas. El número de personas que participaron en el estudio varió entre 2 y 4. Los investigadores registraron las llamadas usando un micrófono y grabador. Se hicieron esfuerzos por capturar a los individuos grabados para verificar su determinación.

ANÁLISIS DE DATOS

I. Se aplicaron los índices de diversidad de Shannon - Wiener (H') y de equidad o uniformidad de Jackard (J') para cada sitio de estudio usando el software krebswin.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \qquad J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

p_i = proporción de individuos de la especie i sobre el total de individuos por sitio.

S = Número total de taxa

II. Los tamaños poblacionales para cada especie fueron estimados a partir de los datos de captura y recapturas (Donnelly y Guyer 1994), utilizándose el cálculo de la Media Ponderada (Begon 1989).

$$\bar{N} = \sum \frac{M_i n_i}{(\sum m_i) + 1} \qquad M_i = -\sum (r_i - m_i)$$

Donde:

r_i = Número de individuos marcados liberados el día i .

m_i = Número de individuos marcados que se capturaron el día i .

n_i = Número de individuos capturados el día i .

M_i = Número de marcas en riesgo el día i .

RESULTADOS

Los antecedentes vegetacionales han determinado la presencia del Bioma de Montaña Arbóreo Perennifolio Pluvial en los tres sitios de estudio, bioma que presenta pequeñas diferencias vegetacionales (cuadro 1), las que se deben fundamentalmente a la acción antrópica que han sufrido los sitios del Glaciar y el Canal.

De esta manera, el sitio del Glaciar (1) presenta la típica formación perennifolia pluvial compuesta por comunidades del Bosque de "Coigüe de Magallanes" (*Nothofagus betuloides*) asociado a *Podocarpus nubigena* y *Drimys winteri*, con un sotobosque formado por: *Desfontainia spinosa*, *Blechnum magellanicum*, *Embothrium coccineum*, *Gaultheria phillyreifolia*, *Berberis* sp. y *Fuchsia magellanica*.

El sitio del Canal de Ofqui (2) con un origen antropogénico, se ha transformado en una zona con gran diversidad de ambientes, reconociéndose dos microhábitat: Uno es similar al hábitat del sitio del Glaciar, diferenciándose de éste por la mayor presencia de helechos, así como por la abundancia de las "nalcas" (*Gunnera magellanica*); El otro microhábitat ubicado al final del Canal, en la zona más cercana al océano, se caracteriza por un suelo de turberas sobre el cual crecen renovales de canelo.

Respecto al sitio denominado San Quintín (3) se observa la presencia del llamado "Sauce del Diablo" *Pseudopanax laetevirens*, especie vegetal ausente en los otros sitios estudiados, ubicada sobre un denso sotobosque dominado por *Chusquea* sp.

Utilizando los métodos de "pitfall", búsqueda de refugio y VES se capturaron 487 anfibios que representan 6 especies: *Batrachyla antartandica*, *Batrachyla taeniata*, *Batrachyla nibaldi*, *Hylorina sylvatica*, *Eupsophus calcaratus* y *Bufo variegatus* (cuadro 2).

En forma adicional, se registró la presencia simpátrica de *B. taeniata* y *B. nibaldi*, lo que requiere de mayores estudios debido a la difícil separación taxonómica de ambas especies, por cuanto *B. nibaldi* concuerda con la descripción fenotípica realizada por Cei (1962) para los especímenes de *B. taeniata*, que habitan en la provincia de Aisén (obs. pers.). Adicionalmente, el análisis acústico de las vocalizaciones de *B. nibaldi* no permite diferenciarla de *B. taeniata*, hecho que pone en duda la validez taxonómica de dicha especie (Díaz-Páez y Ortiz, sometido).

CUADRO 1. Características de los hábitats seleccionados para la captura de anfibios en el Parque Nacional Laguna San Rafael. Indicada como porcentaje promedio de cobertura (desviación estándar).

Características	Hábitat 1: Kod Kod	Hábitat 2: Canal de Hofkins	Hábitat 3: San Quintín
Especies arbóreas dominantes	<i>Nothofagus betuloides</i> , <i>Podocarpus nubigena</i> y <i>Drimys winteri</i>	<i>Nothofagus betuloides</i> , <i>Podocarpus nubigena</i> y <i>Drimys winteri</i>	<i>Nothofagus betuloides</i> , <i>Podocarpus nubigena</i> , <i>Drimys winteri</i> y "Sauce del Diablo"
Especies arbustivas dominantes	<i>Desfontainia spinosa</i> , <i>Blechnum magellanicum</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>Gaultheria phillyreifolia</i> , <i>Berberis sp.</i> , <i>Fuchsia magellanica</i> y "Quila" (<i>Chusquea sp.</i>).	"Nalcas" (<i>Gunnera magellanica</i>), Turberas y Renovales de "canelo" (<i>Drimys winteri</i>).	<i>Desfontainia spinosa</i> , <i>Blechnum magellanicum</i> , <i>Embothrium coccineum</i> , <i>Gaultheria phillyreifolia</i> , <i>Berberis sp.</i> y <i>Fuchsia magellanica</i>
Pendiente (suave, plano, pronunciado)	suave	plano	suave
Cobertura rocas (%)	0	0,3 (SD 1.65)	0
Cobertura arbustos (%)	47.29 (SD 37.84)	53 (SD 35.9)	45 (SD 44.56)
Cobertura musgos (%)	66.67 (SD 44.46)	4,94 (SD 0)	19 (SD 20.34)
Cobertura hojarasca (%)	28.66 (SD 48.74)	9.64 (SD 35.56)	49.85 (SD 50.86)
Cobertura troncos muertos (%)	6.57 (SD 16.95)	8.40 (SD 24.21)	24 (SD 29.98)
Profundidad suelo (cm)	9.25 (SD 5.02)	14.18 (SD 8.51)	12 (SD 6.11)
Altura árboles (m)	4.68 (SD 3.42)	5.64 (SD 5.29)	7.54 (SD 5.14)
Altura arbustos (cm)	51.94 (SD 35.99)	58.90 (SD 54.93)	50.5 (35.34)

y la Sección B empezó cerca del borde norteño del río Lucar. En ambas secciones A y B, se establecieron cinco transectos de 100 m marcándolos a intervalos de 100 m, totalizando 10 transectos.

Los transectos corrían perpendiculares al camino y se ubicaban al azar sobre cualquier lado, derecho o izquierdo abarcando un área de 50 m. Para reducir los efectos del borde se dejó un área límite de 5 m entre el camino y el inicio del transecto. A lo largo de cada transecto se marcaron diez cuadrantes de 5 m x 5 m, cinco a la izquierda y cinco a la derecha. La colocación de los cuadrantes y el orden en que fueron inspeccionados se determinó utilizando una tabla de números al azar.

Cada cuadrante fue inspeccionado por cuatro personas, ubicadas en los vértices del mismo y trabajando hacia el interior. Se investigó completamente la vegetación del suelo, hojarasca y todos los refugios disponibles dentro del cuadrante (bases de los árboles, cavidades en los árboles, troncos, etc.). Todos los cuadrantes a lo largo de un solo transecto de 100 m fueron inspeccionados por el mismo grupo de personas. En total se inspeccionaron 100 cuadrantes en 3,5 días, entre las 09:30 - 13:00 hrs y las 14:30- 18:00 horas.

Sitio 3: El Canal

Los estudios se llevaron a cabo entre los días 3-8 de febrero de 1999. Los métodos usados en el sitio del Canal fueron: Encuentro Visual (VES), trampas de caída y de botella, y búsqueda de refugio. El área tiene su origen en la excavación previa de un canal artificial, y ahora proporciona una variedad de hábitats de humedal que se encuentran en variados estados de sucesión. El hábitat era una mezcla de laderas boscosas húmedas, extensas áreas de matorral seco, parches de bosque mixto, secciones remanentes de canal, arroyos, pozas efímeras y suelos saturados de quila.

En cada sitio de estudio se registraron las características del hábitat por medio de cuadrantes de 5x5 m, utilizando la metodología implementada por Block y Morrison (1998).

Cada espécimen fue pesado con una balanza de precisión 0,1g y medido con regla plástica desde el hocico al urostilo (precisión de 0,1 mm). Se procedió a marcarlos mediante la técnica de amputación de ortijos (Martof 1953) siendo liberados en el sitio de recolecta.

CUADRO 3. Tamaños poblacionales estimados para las áreas del Glaciar y del Canal (Los tamaños poblacionales para San Quintín no son estimados debido a la baja tasa de capturas).

Area	<i>Batrachyla antartandica</i>	<i>Batrachyla nibaldoi</i>	<i>Batrachyla taeniata</i>	<i>Eupsophus calcaratus</i>	<i>Bufo variegatus</i>
Glaciar	439	309	187	14	-
Canal	258	7	29	270	668

COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ESTUDIO

En términos del número de individuos observados/capturados, los estudios de encuentro visual (VES) y las búsquedas de refugios durante el día estaban entre los métodos más exitosos en los sitios del Glaciar y del Canal (cuadro 4). No fue posible una comparación de métodos dentro del sitio San Quintín, donde sólo se utilizó un método de estudio; sin embargo, la búsqueda de refugios durante el día era considerablemente menos eficaz en este sitio que en los otros dos (cuadro 4). La eficacia de los otros métodos del estudio varió entre los sitios (cuadro 4).

CUADRO 4. Comparación de la eficiencia en los diferentes métodos utilizados para el estudio de anfibios en las tres áreas seleccionadas al interior del Parque Nacional Laguna San Rafael.

Sitio	Método	Duración del estudio (horas)	Nº de individuos	Nº De Individuos / Horas
Glaciar	Trampas de caída	72	24	3
	Estudio auditivo	5	17	3.4
	Búsqueda de refugio	6.5	6	0.92
	VES nocturno	8.8	51	5.8
San Quintín	Búsqueda de refugio (intensiva)	25	9	0.36
El Canal	Trampas de caída	120	6	0.05
	Búsqueda de refugio	4	29	7.25
	VES (día y noche)	59.5	179	3.01

DISCUSIÓN

Los organismos seleccionan sus hábitats influidos por numerosos factores bióticos y abióticos (Toft 1985). Estos se resumen en el grado de especificidad del hábitat requerido por cada individuo, así como la escala espacial en que ellos realizan esta selección (Wiens 1989). Ambos factores, determinados por las particularidades morfológicas y fisiológicas de cada especie.

Respecto a las preferencias de microhábitat en las especies encontradas, Cei (1962; 1980) notificaba al género *Batrachyla* asociado con bosques húmedos, donde *B. antartandica* habita a lo largo de pozas de lluvia, y *B. taeniata* prefiere como refugio el suelo cubierto de hojarasca, troncos y rocas.

Los análisis vegetacionales demuestran la presencia de abundantes bosques ya sea intervenidos o no en el sitio del Glaciar, lo que provee hábitats ideales para las especies del género *Batrachyla* (cuadro 2). *B. taeniata* y *B. nibaldoi* abundan en los hábitats húmedos del bosque con abundantes arbustos,

CUADRO 2. Abundancias relativas de anfibios capturados en el Parque Nacional Laguna San Rafael. Las abundancias son reportadas como número de capturas por hora de estudio en cada tipo de ambiente.

Días/Horas búsqueda	Trampas de caída			Búsqueda de refugio - VES		
	Canal	Glaciar	San Quintín	Canal	Glaciar	San Quintín
Días/Horas búsqueda	120	100	-	48	40	24
Anfibios						
Leptodactylidae			-			
<i>B. antartandica</i>	2.33	19.53	-	0.60	0.80	0.08
<i>B. nivaldoi</i>	2.33	8.37	-	0.08	0.55	-
<i>B. taeniata</i>	-	19.53	-	0.15	0.45	0.04
<i>E. calcaratus</i>	11.63	2.79	-	0.83	0.13	0.13
<i>H. sylvatica</i>	-	-	-	-	-	0.13
Bufonidae			-			
<i>B. variegatus</i>	11.63	-	-	1.73	-	

La captura de renacuajos y/o juveniles de *B. taeniata* y *B. antartandica* permite inferir episodios reproductivos de estas especies producidos durante 1998-1999 en el sitio del Glaciar. Así mismo, la captura de especímenes en metamorfosis y/o juveniles de *B. variegatus*, *E. calcaratus* y *B. antartandica* indica para todos ellos, un éxito reproductivo en años recientes en el sitio del Canal.

Los resultados muestran que las especies tienen diferencias de hábitats; *B. taeniata* y *B. nivaldoi* abundan en los hábitats de matorral seco y bosques húmedos caracterizados por la abundancia de musgos ($r = 0,89$; $P < 0,01$), condición que se da preferentemente en el área del Glaciar (cuadro 1). Estos resultados sugieren a estas especies más tolerantes a condiciones secas que *B. antartandica*, siendo capaz de explotar mejor los hábitats en donde ellas se encuentran. *B. variegatus* se asocia a las áreas de turberas con abundancia de troncos muertos ($r = 0,85$; $P < 0,05$) los que son utilizados como refugios; mientras que *B. antartandica* y *E. calcaratus* habitan el bosque húmedo asociados a numerosos cuerpos de agua semi permanentes, sin que se detecten diferencias entre las áreas estudiadas ($P > 0,05$). Respecto a *H. sylvatica* es impreciso dar antecedentes acerca de su preferencia de hábitat debido a la baja tasa de capturas, aún cuando la literatura la reporta como una especie de hábitos arbóreos (Cei 1962, 1980).

Se observa una considerable variación en la abundancia y formación de ensamblajes (cuadro 2). En el sitio del Glaciar abundan *B. antartandica* y *B. taeniata*, mientras que en el sitio del Canal son *B. variegatus* y *E. calcaratus* las especies más frecuentemente capturadas (cuadro 2).

Los sitios de San Quintín y del Glaciar poseen una mayor similitud de taxa, mientras que el Canal se muestra como un área distante no sólo geográficamente, como también por la constitución de su batracofauna, en donde existe predominancia de la especie *B. variegatus* (cuadro 2).

La mayor diversidad de anfibios se encuentra en el sitio de San Quintín ($H' = 1,31$; $J' = 0,95$), con la presencia particular de *H. sylvatica*, ausente en las otras áreas de estudio. Sin embargo, debido a la baja tasa de capturas (cuadro 2) resulta imposible estimar tamaños poblacionales para la batracofauna de San Quintín.

El sitio del Glaciar (1) presenta una alta diversidad, pero con una equitabilidad menor que en San Quintín ($H' = 1,24$; $J' = 0,89$). En este sitio se observa la presencia de 4 especies anfibias, en donde claramente dominan las poblaciones de *B. antartandica* y *B. nivaldoi* (cuadro 3).

La menor diversidad se encuentra en el sitio del Canal (2) ($H' = 1,23$; $J' = 0,76$) debido fundamentalmente a la dominancia de *Bufo variegatus*, especie para la cual se ha estimado una gran población presente en esta área (cuadro 3).

una relevancia de las condiciones específicas de microhábitats, como son las relacionadas a la estructura y composición vegetal.

Debido a esto, el Parque Nacional Laguna San Rafael se constituye en un excelente recurso biótico, más aún cuando todas las especies que habitan en él se encuentran en estados confusos de conservación, ya sea porque este no se ha definido (*B. antartandica*, *B. nivaldoi*, *B. taeniata*, *E. calcaratus*) o porque ellas se encuentran como especies "inadecuadamente conocidas" (*B. variegatus*, *H. sylvatica*) (Formas 1995).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Raleigh international por proveer el personal y cubrir las necesidades logísticas del proyecto. También, agradecen a Sam Rose y Sergio Herrera por su consejo y apoyo a lo largo del proyecto. Gracias a Giles y Lucy por su participación como Staff del proyecto. Finalmente, una inmensa cantidad de gracias a los jóvenes aventureros: Anna Clifford, Catherine Hislop, Tim Thornton, Lucy Berry, Paul Bagshaw, Emma Turner, Carlos Niklitschek Levy, Will Greswell, Duncan Willard, David Warren and Nick Jones, por hacer exitoso este proyecto, y por ser un grupo de grandes y motivados trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFORD, R. y RICHARDS, S.
1999 Global amphibian declines: A problem in applied ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30: 133-165.
- ANÓNIMO
1999 An Outline of issues associated with Amphibians declines. <http://www.mpi-pwre.usgs.gov/amphib/frogsum.html>.
- BEGON, M.
1989 *Ecología Animal: Modelos de cuantificación de poblaciones*. Edit. Trillas. México: 136 p.
- BLAUSTEIN, A.R. y WAKE, D.B.
1995 Declining amphibian populations: Global phenomenon? *Trends Ecol. Evol.* 5: 203-204.
- BLOCK, M. y MORRISON, M.L.
1998 Habitat relationships of amphibians and reptiles in Californian Oak Woodlands. *J. Herpetol.* 32(1): 51-60.
- CEI, J.M.
1962 *Batrachios de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- CEI, J.M.
1980 *Amphibians of Argentina*. *Monitore Ital. Monogr.* 2: 1-609.
- CONAF
1982 Evaluación y catastro de recursos de parques nacionales y reservas forestales XI región. Reserva Forestal Península de Taitao y Parque Nacional Laguna San Rafael. ICSA Ingenieros Consultores, 222 p.
- DIAZ-PAEZ, H. y ORTIZ, J.C.
2001 Advertisement calls of Chilean frogs *Batrachyla nivaldoi* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). (enviado, *Journal of Herpetology*).
- DONNELLY, M. y GUYER, C.
1994 Estimating population size: 183-205. In: *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for amphibians*. Heyer, W.R., Donnelly, M.A., Mc Diarmid, R.W., Hayek, L.C. & Foster, M.S. (Edit). Smithsonian Institution Press. Washington and London, 364 p.
- FORMAS, R.
1980 The chromosomes of *E. calcaratus* and the karyological evolution of the genus *Eupsophus* (Anura: Leptodactylidae). *Experientia* 36: 1163-1164.
- FORMAS, R.
1985 The voices and relationships of the Chilean frogs *Eupsophus migueli* and *Eupsophus calcaratus* (Amphibia: Anura, Leptodactylidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 98: 411-415.

utilizando básicamente los mismos microhábitats en los sitios del Glaciar y del Canal. *B. antartandica* se encuentra asociada a los hábitats de bosques del Glaciar, San Quintín, y el Canal (cuadro 2), donde predomina el estrato arbóreo con un suelo cubierto de gran cantidad troncos muertos, lo que le proporciona abundantes refugios.

Las preferencias de hábitat de la especie *E. calcaratus*, han sido poco estudiadas, siendo el tema principal de estudio el esclarecimiento de su situación taxonómica (Formas 1980; Formas y Vera 1982; Formas *et al.* 1983; Formas y Brieva 1992). Estos trabajos han documentado su presencia en los bosques de *Nothofagus*, utilizando los troncos como refugio, y las orillas de esteros y arroyos como hábitats reproductivos (Formas 1980, 1985; Formas y Vera 1982).

Nuestros resultados muestran que la especie prefiere las zonas del bosque con abundante sotobosque formado por helechos, herbáceas y quila, hábitat que se encuentra fundamentalmente en San Quintín y el Canal (cuadro 1).

Para *B. variegatus*, los resultados demuestran su preferencia por los hábitats de bosque de *Nothofagus* sombríos y húmedos (Ceí 1980), condiciones que se encuentran en el sitio del Canal donde el suelo de turberas le otorga a este ambiente una gran humedad, permitiendo la existencia de una abundante población de esta especie en el sector (cuadro 3).

Con respecto a *Hylorina sylvatica*, género monotípico en Chile, los antecedentes señalan su presencia en hábitat de bosques densos y sombríos, oculta entre los troncos y hojarascas (Ceí 1962, 1980). Nuestros resultados muestran la presencia de esta especie en los bosques de San Quintín, bajo condiciones similares a las señaladas. Sin embargo, la baja tasa de capturas no nos permite hacer inferencias acerca de sus preferencias de hábitat.

FUTURO DE LOS ESTUDIOS EN ANUROS DENTRO DEL PNLSR

En general, los métodos más productivos para inspeccionar anfibios fueron los estudios de encuentro visual (VES) y búsquedas de refugios. Las trampas fueron un método útil en hábitats inaccesibles, pero resultan desfavorables por ser intensamente laboriosas, por lo que el uso de trampas satisface mejor los estudios a largo plazo.

Este trabajo ha proporcionado datos básicos acerca de la abundancia relativa de las diferentes especies de anuros que habitan en el PNLSR. En forma preliminar se han obtenido tamaños poblacionales para algunas de las especies; sin embargo, para estimar densidades y mejorar los datos acerca de tamaños poblacionales se requiere de estudios a largo-plazo. Aun así, los estudios a corto plazo presentan como ventaja acceder a áreas más extensas, e incluso hábitats menos accesibles lo que otorga un conocimiento extenso de las especies presentes en el Parque. El hecho que se encontró un número tan grande de individuos (más de 300 en total), incluyendo el registro de una especie nunca antes descrita para el parque, sugiere que el PNLSR tiene gran potencial como hábitat de anfibios.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Debido al limitado tiempo disponible para el estudio, este se restringió a las áreas y hábitats accesibles. Por tanto, los datos sólo proporcionan la confirmación de la presencia de las diferentes especies, pero no deben usarse para denotar ausencia de ellas.

IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Nuestros resultados muestran que las especies de anfibios seleccionan los hábitats a diferente escala espacial, lo que se traduce en ensamblajes y tamaños poblacionales distintos para cada sitio (cuadro 3). Las implicaciones de este patrón tienen un efecto directo sobre la conservación de estas especies. Las diferencias específicas entre especies y sitios muestran la importancia del elemento espacial, y sugieren

- FORMAS, R.
1995 Anfibios: 314-325. En: Diversidad biológica de Chile. Edit. J.A. Simonetti, Arroyo, M.TK., Spotorno, A. & Lozada, E. CONICYT, 364 p.
- FORMAS, R. y BRIEVA, L.
1992 Immunological relationships of the south american frog genus *Eupsophus* (Leptodactylidae). *Biochem. System. Ecol.* 20: 747-751.
- FORMAS, R. y VERA, M.I.
1982 The status of chilean of the genus *Eupsophus* (Anura: Leptodactylidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 95: 594-601.
- FORMAS, R., VERA, M.I. y LACRAMPE, S.
1983 Allozymic morphological differentiation in the South american frogs genus *Eupsophus*. *Comp. Biochem. Physiol. (B)* 75: 475-478.
- GRIFFITHS, R. A.
1985 A simple funnel trap for studying newt populations and an evaluation of trap behaviour in smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *T. helveticus*. *Herpetological Journal* 1: 5-10.
- GRIFFITHS, R. A. y BEEBEE, T.
1992 The decline and fall of amphibians. *New Scientist* 1812: 25-29.
- HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., MC DIARMID, R.W., HAYEK, L.C. y FOSTER, M.S.
1994 Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London; 364 p.
- MARTOF, B.S.
1953 Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. *Ecology* 34: 165-176.
- PISANO, V.E.
1988 Sectorización fitogeográfica del archipiélago sud patagónico-fueguino: II. Vegetación y flora vascular del área del Parque Nacional Laguna San Rafael, Aysén (Chile). *Ans. Inst. Pat.* 18: 5-34.
- RAMÍREZ, J., VOGT, R. y VILLAREAL - BENITEZ, J.L.
1998 Population Biology of Neotropical frog (*Rana vailanti*). *J. Herpetol.* 3: 338-344.
- RECA, A., UBEDA, C. y GRIGERA, D.
1994 Conservación de la fauna de tetrápodos. I. Un índice para su evaluación. *Mastozoología Neotropical* 1: 17-28.
- SIMONETTI, J., ARROYO, M., SPOTORNO, A., LOZADA, E., WEBER, C., CORNEJO, L., SOLERVICENS, J. y FUENTES, E.
1992 Hacia el conocimiento de la diversidad biológica en Chile. *Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial:* 253-270.
- SPOTORNO, A.
1996 Diversidad de Vertebrados En: Diversidad Biológica de Chile, Edit. J.A. Simonetti, Arroyo, M.T.K., Spotorno, A. & Lozada, E. CONICYT; 364 p.
- TOFT, C.A.
1985 Resource partitioning in Amphibians and Reptiles. *Copeia* 1985: 1-21.
- UBEDA, C. y GRIGERA, D.
1995 Recalificación del Estado de conservación de la Fauna Silvestre Argentina.- Región Patagónica. Secretaría de recursos naturales y ambiente humano & Consejo Asesor regional Patagónico de la fauna silvestre, Buenos Aires, Argentina. 95 p.
- UBEDA, C., GRIGERA, D. y RECA, A.
1994 Estado de Conservación de la herpetofauna del Parque Nacional Nahuel Huapi. *Cuadernos de Herpetología* 8(1): 155-163.
- VELOSO, A. y NAVARRO, J.
1988 Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino* 6 (N.2): 481-539.

creo que tendría una fuerte asociación con el bosque Valdiviano y de Araucarias (ver Nowell & Jackson, 1996; Acosta-Jamett, 2001).

Aunque poco se conoce acerca de la dieta de la guía, evidencias de observaciones directas (Sanderson *et al.*, en prensa) y análisis de contenidos estomacales (Housse, 1953; Greer, 1965) sugieren que los pequeños roedores y las aves comprenderían el grueso de su alimentación, con la ocasional inclusión de otros ítems como lagartijas y aves de corral cuando est n disponibles. En un reciente estudio Dunstone *et al.* (en prensa) describieron en detalle la utilización del hábitat por *O. guigna* en un área costera dentro del PNLSR. Sin embargo, poco se conoce acerca de la distribución y abundancia de potenciales presas, particularmente de pequeños mamíferos dentro de este lugar ni la relación entre la disponibilidad de éstos y su ocurrencia en la dieta.

El propósito principal de este estudio fue relacionar la estructura del hábitat con la utilización temporal y espacial de *O. guigna* y determinar la disponibilidad de presas potenciales mediante el análisis de fecas recolectadas dentro de los rangos individuales de *O. guigna* para investigar la selección de presas.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), ubicado en la XI región de Aisén, en el sur de Chile. El lugar se situó al Oeste del campo de Hielo Norte cerca de la Península de Taitao y el Golfo de Penas, desde los 73  51' E a los 73  53' O y desde los 46  38' a los 46  40' 30" S. El  rea es afectada por influencias subantárticas; el clima (Marítimo templado frío) es húmedo y templado con una media de agua cada de 3700 mm y una temperatura media de invierno de 6.7 C, elevándose a 11.3 C en verano.

En esta área en particular existen pocas especies de carnívoros, no encontramos cánidos, sólo se detectó la presencia de *Galictis cuja* (Mustelidae) usando trampas de cámara, y también es probable que pumas (*Puma concolor*) visiten el área en los meses de invierno. En cambio, existe una considerable variedad de aves falconiformes (10) y estrigiformes (5), las que consumen principalmente roedores (Jaksic *et al.*, 1981; Rau *et al.*, 1992) y son por lo tanto potenciales competidores con *O. guigna* por mamíferos presa.

El sitio de estudio comprendió regiones de bosque templado, estepa (pastizales de altura), matorrales, matorrales achaparrados, pantanos salobres (comunidades de juncos y totora), comunidades de playa, matorrales-rocosos y una laguna glacial salobre (Pisano, en prensa). *Nothofagus nitida* es la especie característica del bosque siempreverde de la Patagonia Noroeste de sitios costeros y ribereños sobre alturas superiores a 200-250 m. Esta especie dentro del bosque se encontró en asociación con *Nothofagus betuloides*, *Laureliopsis philippiana* y *Drimys winteri*. Los matorrales achaparrados dentro del sitio se caracterizaron por ser áreas relativamente abiertas con vegetación <1m, con la presencia de especies como *Gaultheria phillyreifolia*, *Escallonia alpina*, *Empetrum rubrum* y *Acaena magellanica*. Entre el bosque y las comunidades costeras se situó una faja de matorrales de hasta 1.5 m de altura, los cuales se mezclaban con pequeños árboles, dentro de los que el más importante es *Embothrium coccineum*. Las especies más comunes de arbustos son *Berberis buxifolia*, *B. chilensis*, *Fuschia magellanica* y *Desfontainia spinosa*. La escasa luz y condiciones de humedad en el interior del matorral favorecen el desarrollo de helechos himenofil ceos, tales como *Serpyllopsis caespitosa*, *Hymenophyllum dentatum*, *H. pectinatum* y *H. secundum* tanto como grandes especímenes de *Gunnera chilensis*. El estrato basal es rico en helechos incluyendo *Blechnum chilense* y *Asplenium dareoides*, briófitos y líquenes. Las comunidades de playa son variadas e incluyen especies tales como *Arenaria serpens* y *Senecio candidans*, especies saltoleras, incluyendo a *Colobanthus quitensis* y *Puccinellia glaucescens*; los niveles superiores de las comunidades de playa son dominados por *Leptinella scariosa*, *Cardamine glacialis* y *Ranunculus apiifolius* entre otros. Colectivamente hemos denominado esas comunidades como matorral achaparrado costero.

USO DEL HÁBITAT, ACTIVIDAD Y DIETA DE LA GÜIÑA (*ONCIFELIS GUIGNA*) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL, XI REGIÓN, CHILE

NIGEL DUNSTONE, RACHEL FREER, GERARDO ACOSTA-JAMETT¹, LEON DURBIN², IAN WYLLIE³, MARCELO MAZZOLLI⁴ y DAWN SCOTT⁵

¹Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal. VIII Región, Claudio Arrau 738, Casilla 5, Chillán, Chile.

²Centre for Ecology & Hydrology, Banchory, Aberdeenshire, AB31 4PP, Scotland.

³Centre for Ecology & Hydrology, PE28 2LS.

⁴Proyecto Puma, R.J. Pio Duarte Silva, 535, Horto Florestal, 88037-000 Florianópolis-SC, BR.

⁵School of Pharmacy and Biomolecular Sciences, University of Brighton, Cockcroft Building, Moulsecoomb, Brighton, BN2 4GJ, UK.

RESUMEN

Una investigación de selección de hábitat, patrones de actividad y dieta de la güiña fue llevada a cabo empleando técnicas de radiotelemetría en un bosque Valdiviano transicional dentro del Parque Nacional Laguna San Rafael, sur de Chile. La disponibilidad de presas en el sitio de estudio fue estimada mediante trapeo de pequeños mamíferos y la dieta mediante análisis fecales. El ámbito de hogar promedio de *O. guigna* fue de 269 ha con una considerable superposición de los ámbitos de hogar y las áreas-núcleo dentro de estos. Bosque, matorral-bosque y chaparral-matorral predominaron en los rangos de la mayoría de los individuos. Salvo el estepa y el matorral, todos los otros hábitats fueron utilizados más frecuentemente que lo esperado. La mayor densidad de roedores fue encontrada en el bosque y la especie más abundante fue *Abrothrix olivaceus*. El análisis de 84 fecas mostró que el mayor componente de la dieta fueron los pequeños mamíferos (82%), seguidos por las aves (23%), material vegetativo (2%) e invertebrados (1%).

Palabras clave: *Oncifelis guigna*, Selección de hábitat, Actividad, Dieta, Parque Nacional Laguna San Rafael, Chile.

ABSTRACT

Habitat selection, activity rhythm and diet of *Oncifelis guigna* in the Laguna San Rafael National Park, XI Region, Chile. An investigation of habitat selection, activity rhythm and diet of the kodkod was carried out using radio-telemetry techniques in a transitional Valdivian forest within the Laguna San Rafael National Park, southern Chile. Prey availability within the study site was estimated from small mammal live trapping and diet was determined by faecal analysis. The mean home range size of the kodkod was estimated at 269 ha with considerable overlap of ranges and core areas within individual ranges. Forest, thicket-forest, and scrub-thicket predominated in the ranges of most individuals. With the exception of estepa and thicket, all other habitat types were used more frequently than expected. The highest rodent densities were found in forest habitats and the most abundant species was *Abrothrix olivaceus*. Analysis of 84 faecal samples showed the largest component of diet to be small mammals (82%), followed by birds (23%), vegetative matter (2%) and invertebrates (1%).

Key words: *Oncifelis guigna*, Habitat selection, Activity rhythm, Diet, Laguna San Rafael National Park, Chile.

INTRODUCCIÓN

La güiña (*Oncifelis guigna*) es el felino silvestre más pequeño del Neotrópico y tiene una de las distribuciones más restringidas entre los felinos, estando geográficamente limitada a una estrecha faja entre Chile y Argentina, extendiéndose aproximadamente desde los 33° a 50° S y desde los 70° a 75° E y cubriendo una superficie de aproximadamente 160,000 km², por lo que es considerada como una de las dos especies de felinos más amenazadas en Sudamérica (Nowell & Jackson, 1996). El estado de conservación de la güiña en Chile se describe como en Peligro de extinción (Glade, 1988). No obstante, la UICN lo describe como indeterminado debido a la escasez de información sobre su conducta y requerimientos ecológicos (Nowell & Jackson, 1996). Aunque no existen estudios intensivos de la especie, se

En el PNLRSR investigamos la selección de hábitat usando dos clasificaciones de hábitat, uno determinado por las categorías de coberturas de vegetación y otro determinado por la gradiente altitudinal. Debido a su naturaleza continua las clasificaciones de hábitats, matorral achaparrado, matorral y bosque fueron parcialmente separados según su cobertura de vegetación y la composición de especies. Las estimaciones de áreas de las categorías de hábitat utilizadas en este análisis fueron las siguientes: (1) pantano salobre (0.31 km²); (2) matorral achaparrado costero (0.86 km²); (3) matorral achaparrado-matorral (1.57 km²), vegetación de pequeña y mediana altura (<1.5m); (4) matorral achaparrado-rocoso (0.29 km²); (5) matorral (0.49 km²); (6) matorral-bosque (0.90 km²), sitios mixtos de árboles y arbustos; (7) bosque (3.63 km²) y (8) estepa (0.92 km²). El parámetro de pendiente fue basado en la disponibilidad y uso de hábitats cerca del nivel del mar y de aquellos a mayores altitudes (> 50m) y sobre las pendientes montañosas.

Captura y manejo de los felinos

El trabajo de campo fue realizado durante cuatro periodos de 10 semanas (Octubre a Diciembre de 1997, Enero a Marzo de 1998, Octubre a Diciembre de 1998 y Enero a Marzo de 1999) totalizando 175 días. Nueve trampas de 105cm x 50cm x 37.5cm (Tomahawk Live Trap Company, Tomahawk, Wisconsin) se ubicaron en sitios seleccionados a través del área de estudio. Éstas fueron cebadas con comida comercial para gatos domésticos, carne y pescado en lata, reemplazando el cebo cada dos días. Las trampas fueron instaladas con el activador en su forma más sensible, y chequeadas al amanecer y al atardecer como mínimo. Con el fin de reducir el trauma durante la inmovilización se utilizó un "panel apretador" para restringir los movimientos de los animales dentro de la trampa. El animal fue presionado hacia un lado de la trampa e inyectado intramuscularmente con una mezcla de Ketamina (Ketaset, Parke, Davis & Co., Detroit, Mich.) y Xilacina (Rompum, Bayer). La mayoría de los gatos estuvieron inmóviles dentro de los 5 min post-inyección y permanecieron así por al menos 20 min.

Los gatos fueron marcados con autocrotales coloreados y se les implantó subcutáneamente una banda PIT con un código único para posteriores identificaciones. Luego del manejo, los animales fueron liberados en el sitio de captura cuando estuvieron coordinados y alertas, generalmente unas 2-3 horas más tarde. Los radio-collares fueron removidos de todos los individuos al fin del estudio en Marzo de 1999.

Radio-seguimiento

Patrones de actividad, de ámbito de hogar, de espaciamiento y de uso del hábitat fueron derivados de datos de radiotelemetría. Las posiciones de los animales fueron determinadas con un radiotransmisor (CONF 1A Telonics Mesa, Arizona) ubicados en un collar con una antena de látigo. El transmisor (peso 22 g) funcionó con una batería que duró en promedio 4.3 meses y con una distancia potencial de alcance de 4 km, aunque dentro del bosque sólo alcanzó a los 500 m de distancia. Los transmisores estaban incluidos con sensores de actividad (S6B) que causaron una reducción en la frecuencia de la señal cuando el animal estaba inactivo. Los animales fueron seguidos utilizando radiorreceptores (modelo TR4, Telonics, Mesa, Arizona) con una antena Yagi de contención manual de 3-elementos. Las ubicaciones de las guíña fueron estimadas mediante triangulaciones de tres o más radiocalizaciones o avistamientos directos, luego éstas fueron traspasadas a mapas de terreno. Cubrimos las 24 h del día, dividiéndolo en 4 períodos de 6 h cada uno. Durante un día dado, nuestra meta era completar 24 hrs. cubriendo un gato focal o seguir un individuo por 12 horas y cubrir el tiempo restante al día siguiente. Debido a que fuimos capaces de localizar a la mayoría de los gatos con radiocollares en cualquier momento del día o de la noche dentro del área de estudio, pensamos que era improbable que la base de datos estuviera sesgada por el muestreo.

Radio-ubicaciones ('fixes') fueron usualmente tomadas sistemáticamente en intervalos de 30 min. El tiempo de búsqueda y los intervalos entre búsqueda fueron predeterminados y por lo tanto no influenciados por la conducta del animal. A medida que se ubicaban los animales, la señal fue registrada

MÉTODOS

Mapeo y análisis de hábitat

Fotografías aéreas del PNLRSR fueron usadas para mapear los límites de la vegetación y los rasgos del terreno, incluyendo un sistema de senderos que facilitó el acceso al sitio de estudio. Tales rasgos fueron inspeccionados también en el terreno usando un GPS (Garmin 45) y tomando la dirección de la señal con una brújula, midiendo posteriormente las distancias entre los puntos obtenidos. En sectores montañosos se calculó el gradiente midiendo el cambio en la altura vertical y la distancia horizontal entre los puntos examinados. Esta información fue usada para categorizar los parches de hábitat en un mapa aerofotográfico, el que fue digitalizado en Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcInfo. Las coberturas fueron luego transferidas a SIG ArcView, donde las proporciones de los hábitat, dentro del rango de cada güiña fueron cuantificadas (ver Fig. 1).

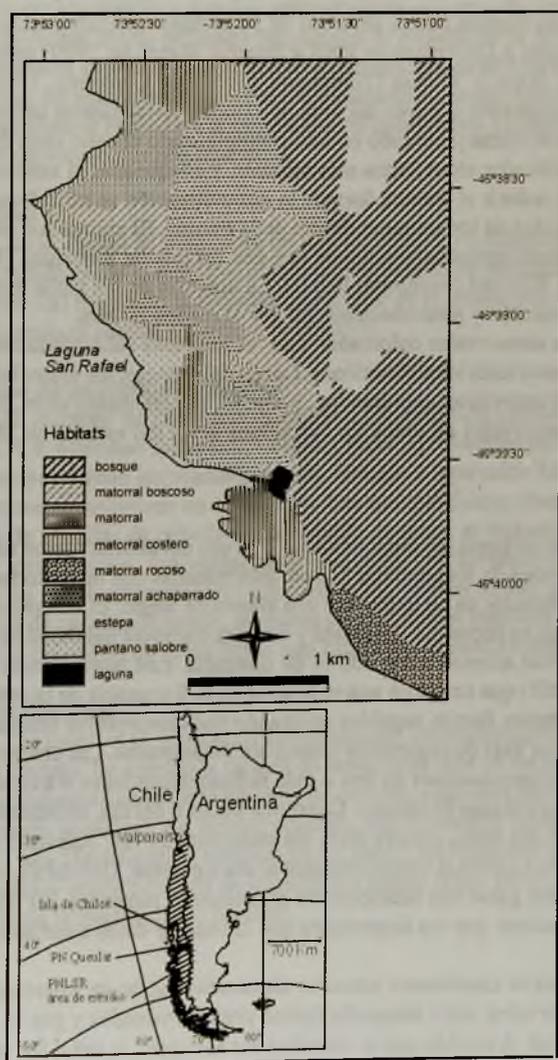


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio en el sur de Chile; el área achurada representa la distribución conocida de *O. guigna* en Sudamérica continental. Mapa de hábitat del sitio de estudio en el Parque Nacional Laguna San Rafael digitalizado de fotografías aéreas.

RESULTADOS

Animales de estudio

Se instalaron en total nueve trampas en 175 días, resultando en 29 capturas de diez animales diferentes (incluyendo tres machos melánicos, tres machos manchados, una hembra melánica y tres hembras manchadas). La estructura etárea fue determinada dependiendo del tamaño corporal y desgaste dental. Los pesos variaron entre 1.90 kg para los machos adultos ($n=3$) a 1.50 kg en hembras adultas ($n=3$), machos sub-adultos pesaron entre 1.4 a 1.50 kg ($n=2$). Un macho juvenil y una hembra juvenil pesaron 0.9 kg en su primera captura. El largo de los machos adultos y sub-adultos incluyendo machos y hembras mostró escasa variación, variando entre 59 a 64.0 cm.

Tamaño del ámbito de hogar

Registramos un total de 3826 radiolocalizaciones en el PNLSR durante el estudio. El número promedio de radiolocalizaciones por animales rastreados ($n=6$) fue 513 ($DS=175$). Utilizamos dos medidas para calcular el tamaño del ámbito de hogar, el mínimo polígono cóncavo (MPC) (Stickel, 1954; Harvey & Ba'bour, 1965; White & Garrot, 1990) y el análisis de kernel (Worton, 1989). El método del MPC fue elegido debido a que este excluye áreas inutilizadas como la laguna y los pantanos.

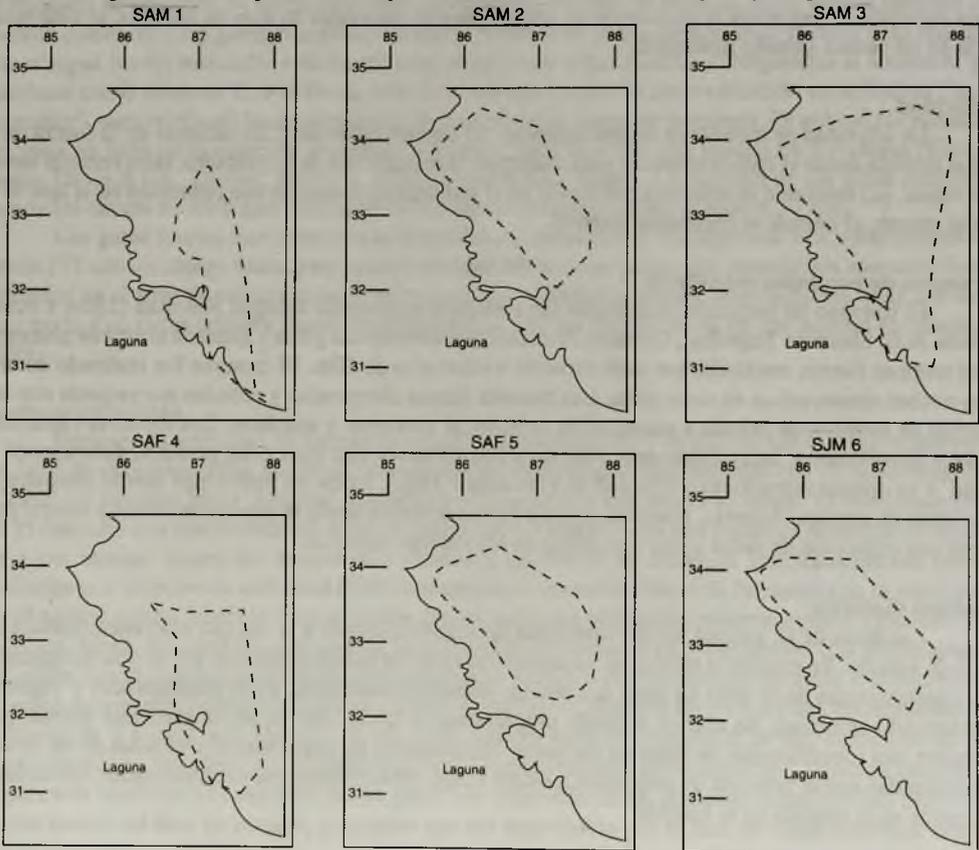


FIGURA 2. Distribución espacial de los ámbitos de hogar *O. guigna* en el PNLSR calculados con el Mínimo Polígono Cóncavo (MPC). Coordenadas están en coordenadas geográficas, cada grilla representa 1 km². Se muestra el área de ámbito de hogar calculada por MPC y el análisis de Kernel.

como, (i) 'en movimiento', (ii) 'estático pero activo', (iii) 'estático' pero inactivo o (iv) 'indeterminado', basado en el diagnóstico de los patrones de la fuerza de la señal y la frecuencia de pulsos de ésta. Sólo las señales claramente definidas fueron incluidas en el análisis. Condiciones ambientales fueron registradas al momento de realizar cada ubicación, tanto como la presencia y ubicación de otros animales con radiocollares si es que ellos se encontraban en las cercanías del animal focal. Los datos del radio-seguimiento fueron analizados utilizando el paquete de Rangos V (Kenward & Hodder, 1996) y el polígono del ámbito de hogar exportado a ArcView incorporando la clasificación de hábitat derivada de fotografías aéreas.

En el terreno, las categorías de hábitat fueron asignadas a la localización en curso de un gato en particular sólo cuando el observador estaba seguro que el margen de error asociado con aquella ubicación caía dentro de un tipo de hábitat en particular; de otra forma, las categorías de hábitat fueron asignadas mediante ploteo de ubicación en la versión digitalizada de las fotografías aéreas dentro de Arcview.

No intentamos reducir la autocorrelación espacial dentro del set de datos obtenidos mediante radiotelemetría debido a que fue aplicado igual esfuerzo de muestreo a todos los hábitats. Además, el rango de hogar diario estimado fue similar al tamaño de la mayoría de los parches boscosos, de este modo algunos animales fueron potencialmente capaces de moverse fácilmente entre los diferentes tipos de hábitat. En suma, la autocorrelación basada en el uso del área fue alta para la mayoría de los animales. Para reducirla se requeriría la asignación de ubicaciones en intervalos de más de dos días, lo cual resultaría en un escaso tamaño muestral.

Actividad

La actividad se monitoreó de tres maneras: (i) interpretando las fluctuaciones en la fuerza de la señal emitida desde el radiotransmisor para distinguir la mantención de actividades, tales como el aseo o los viajes, (ii) mediante la actividad del sensor en el transmisor, causando una reducción en la tasa de la señal cuando el animal se encuentra inactivo.

Trampeo de pequeños mamíferos

El trampeo de pequeños mamíferos fue realizado empleando trampas Sherman (23cm x 9cm x 7.5cm, H.B. Sherman Traps Inc., Orlando, Florida) colocadas en una grilla y ajustada al área de muestreo. Dos trampas fueron instaladas por cada estación a intervalos de 20m. El trampeo fue realizado durante tres noches consecutivas en cada grilla. Las trampas fueron chequeadas y cebadas nuevamente con una mezcla de semillas de cebada y mantequilla de maní, al amanecer y atardecer. Los roedores capturados fueron identificados, individualmente marcados con un único clip para pelo, pesados, determinada su edad y su estatus reproductivo (Gurnell & Flowerdew 1990); todos los individuos fueron liberados en sus sitios de captura. Además, muestras de pelo fueron tomadas desde la superficie dorsal y ventral para crear una colección de pelos como una ayuda en los análisis dietarios.

Análisis dietarios

Las fecas de *O. guigna* fueron colectadas oportunísticamente a la vez que eran encontradas en el sitio de estudio. Se empleó la técnica de separación seca de las muestras fecales, por lo que, se separaron los constituyentes de la dieta en tipos de comida; pequeños mamíferos, aves, invertebrados y vegetales (incluyendo semillas). Se obtuvo además, una referencia fotográfica de las impresiones pilosas para permitir una identificación de éstas en las heces. Submuestras de pelos fueron obtenidas de las fecas e identificadas según patrones de impresión a escala (Day, 1966). Otros grupos alimentarios fueron identificados en la medida de lo posible.

comprendiendo 49 individuos de tres especies diferentes (ver Cuadro 1). La riqueza de especies de pequeños mamíferos fue menor que lo esperado para la zona geográfica y el rango hábitats (Redford & Eisenberg, 1992). La captura total por unidad de esfuerzo fue 10.76 animales/trampa/noche (ver Cuadro 1). Típicamente dos especies de pequeños mamíferos fueron encontradas en cada tipo de hábitat, no obstante, el trampeo indicó que las diferentes especies difirieron en su uso de hábitat. El estudio reveló la presencia de *Phyllotis darwini*, aunque esta especie sólo ha sido previamente descrita 1000 km más al norte (Muñoz-Pedreros, 2000). Esta especie sería un habitante restringido al bosque, mientras que *A. olivaceus* fue capturado en un gran rango de hábitats. La mayor densidad de roedores fue encontrada en hábitats boscosos, con más de 14 roedores por hectárea. *Abrothrix olivaceus* fue la especie más abundante en todos los hábitats, excepto en matorral achaparrado, donde igual número de individuos de esta especie y de *Oligoryzomys longicaudatus* fueron encontrados. En promedio *Abrothrix olivaceus* representó el 71 % de la población capturada. La actividad de los pequeños mamíferos fue predominantemente nocturna, 86% de todas las capturas ocurrieron en la noche. *A. olivaceus* y *O. longicaudatus*, aunque principalmente nocturnos (89% de las capturas), fueron ocasionalmente atrapados durante el día. *Phyllotis darwini* fue sólo capturado durante el día, aunque Muñoz-Pedreros (2000) lo considera como una especie de hábitos nocturnos.

CUADRO 1. Resultado de trampeo de pequeños mamíferos mostrando la configuración de las grillas, trampas/noche, éxito de trampeo (capturas por unidad de esfuerzo) y estimaciones de densidad de tres especies, donde A.o. = *Abrothrix olivaceus*, O.l = *Oligoryzomys longicaudatus* y P.d. = *Phyllotis darwini*.

Tipo de hábitat	Config. grilla	Trampas noche	Éxito de trampeo (C.U.E)	Densidad/ha ⁻¹			
				A.o	O.l.	P.d	Total
Bosque	3 x 7	126	15.1	8.3	-	6.0	14.3
Bosque matorral	3 x 4	72	16.7	10.9	3.1	-	14.0
Matorral achaparrado 1	4 x 5	120	10.0	10	2.5	-	12.5
Matorral achaparrado 2	3 x 4	72	6.9	4.2	4.2	-	8.4
Matorral	3 x 7	126	9.5	7.1	2.4	-	9.5
Matorral achaparrado intervenido	3 x 7	126	8.7	8.3	1.2	-	9.5
Totales		660					

Análisis dietario

El porcentaje de ocurrencia de las categorías alimentarias arrojadas por el análisis de 84 fecas se muestra en la Cuadro 2. Pequeños mamíferos fueron el ítem alimenticio más frecuente (82%), seguido por las aves (24%). Material vegetal (2%) e invertebrados (1%) fueron encontrados ocasionalmente formando sólo un pequeño componente de la dieta. Ocho especies de roedores fueron identificadas por medio de las fecas, seis de los cuales no fueron capturados durante el trampeo. *Phyllotis darwini* fue capturado durante el trampeo en hábitats boscoso, pero no fue encontrado en los análisis fecales. *Abrothrix olivaceus* fue la especie de roedor más abundante en la dieta. *Irenomys tarsalis*, un roedor arbóreo, fue el segundo roedor más abundante presente en la dieta.

Áreas de ámbito de hogar para *O. guigna* en el PNLRSR están indicados en la Fig. 2. El ámbito de hogar total promedio estimado utilizando el MPC fue 269 ha, mientras el ámbito promedio de los machos ($n=3$) 288 ha y de las hembras ($n=2$) 240 ha. Utilizando el método kernel (90% de inclusión de las radiolocalizaciones) el promedio total del ámbito de hogar fue de 119 ha. No hubo diferencias significativas entre los ámbitos de hogar de hembras y machos calculados, utilizando el MPC (Mann Whitney «U» test $U=3$, $df=5$, $p>0.05$) o el método kernel ($U=2$, $df=5$, $p>0.05$). Sin embargo, el ámbito de hogar de un macho adulto (SAM3) fue al menos 1.7 veces más grande que el de los otros dos machos, incluso aunque ellos fueron de similares pesos.

El área total ocupada por los seis animales seguidos con radiotelemetría fue de 5.14 km². Según lo anterior, la densidad de adultos y subadultos combinada es de 0.97/ km². Sin embargo, en el curso del estudio cuatro animales adicionales fueron capturados sólo una vez, pero no radiomonitoreados.

Uso de hábitat

El área de estudio dentro del PNLRSR (ver Figura 1) abarcó aproximadamente 9 km² con unas dimensiones máximas de 2.9 km por 4.6 km. Los hábitats predominantes fueron matorral achaparrado-matorral denso y el bosque, el cual está rodeado por matorral achaparrado costero, matorral achaparrado rocoso y pantano salobre. Tierras adentro el terreno asciende a través de áreas densamente cubiertas por zonas boscosas a áreas de estepa abierta.

Preferencia/repulsión de hábitat

Una comparación del uso de hábitat observado y esperado según su disponibilidad se observa en la Figura 3, indicando que *O. guigna* en el PNLRSR mostró una consistente preferencia por matorral-bosque, y evitó la estepa y hábitats achaparrados costeros. Ningún área de pantanos salobres estuvo dentro de algún ámbito de hogar de un animal.

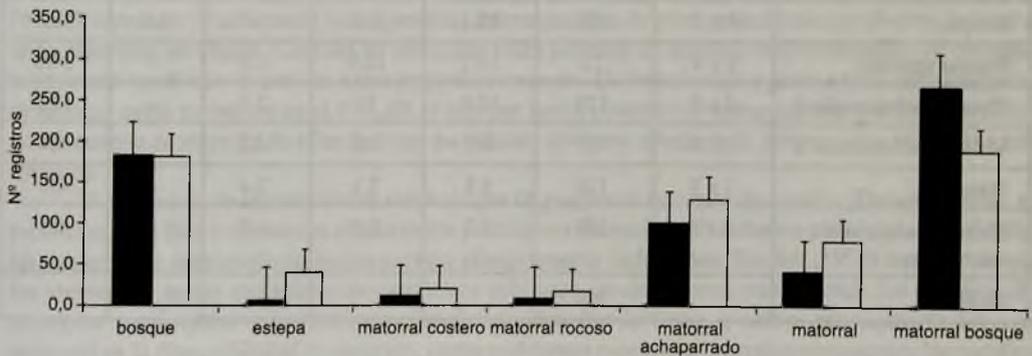


FIGURA 3. Promedio (\pm DS) de localizaciones de *O. guigna* en los siete hábitats disponibles en el PNLRSR.

Patrones de actividad y movimiento

O. guigna parece ser esencialmente arrítmico, siendo igualmente activo tanto durante el día como en la noche. No se observaron diferencias en la actividad diurna y nocturna basadas en los sensores de actividad o en los movimientos entre localizaciones sucesivas (ANOVA, $F=0.07$, $df=3707$, $p>0.05$). Observaciones basadas en datos de los sensores de actividad sugieren que los animales estuvieron más activos en días secos.

Disponibilidad de presas

Se realizaron setenta y una capturas de pequeños mamíferos a través de 660 trampas/noche,

asociada con la disponibilidad del recurso presa, puesto que estos estados sucesionales tempranos podrían albergar mayores poblaciones de presas que en estados de desarrollo tardío del bosque. Esto ha sido demostrado por Pearson & Pearson (1982) para los bosques Patagónicos, y recientemente para comunidades de pequeños mamíferos en el hemisferio norte por Fernández *et al.* (1994, 1996, 1999) y podría ser válido para los bosques siempreverdes existentes en el área de estudio (Gajardo, 1994).

Tal como se ha visto en otros pequeños felinos (Kleiman & Eisenberg, 1973), los pequeños mamíferos, particularmente roedores, son el mayor recurso de presas para *O. guigna*. En general, en este estudio los hábitats de bosque y matorral-bosque albergaron la mayor densidad de roedores presa y a la mayor diversidad de avifauna (Torres-Mura, en prensa). *O. guigna* parece utilizar un rango de hábitats en relación con la disponibilidad de recursos dentro de ellos. El trapeo realizado reveló que *Abrothrix olivaceous* fue la especie de roedor más abundante. Se sabe que esta especie existe en altas densidades (25 a 100 animales por ha), y que prefiere áreas de pastizales y de matorrales (Redford & Eisenberg, 1992) aunque podría abarcar hacia chaparrales semiáridos con hasta un 46% de suelo desnudo (Pearson, 1983). Estamos demostrando también que esta especie sería la más frecuente en la dieta de *O. guigna* en el sitio de estudio, seguida por la rata arbórea *Irenomys tarsalis* y el roedor terrestre *Auliscomys micropus*. La alta ocurrencia de especies tanto terrestres como arbóreas dentro de la dieta, sugiere que *O. guigna* caza tanto en la tierra como en los arbustos y árboles. Intentamos estimar la densidad de mamíferos arbóreos presa usando tubos de trampas de pelo, pero con escaso éxito. En futuros estudios es importante que la densidad de mamíferos terrestres y arbóreos sea precisamente determinada, de manera de relacionar la estructura tridimensional del hábitat a la actividad de este predador, puesto que esto indudablemente influencia la utilización del hábitat y las estrategias de forrajeo empleadas.

Previamente, ha sido sugerido que la preferencia de hábitat exhibida por pequeños mamíferos en bosques lluviosos templados está fuertemente influenciada por las densidades poblacionales que ellos alcanzan. Sin embargo, cuando la densidad es baja, factores de la vegetación llegan a ser importantes determinantes de la composición de la comunidad (González *et al.*, 2000). Probablemente, el trapeo de pequeños mamíferos conducido en el presente estudio (Invierno tardío a Primavera) se desarrolló cuando sus poblaciones estaban en su fase de disminución anual (Meserve *et al.*, 1991). Por lo tanto, nuestra estimación de densidad debe ser considerada como un mínimo. Bajas densidades podrían explicar las diferencias en las especies capturadas en hábitat achaparrados y de bosque, y podría contar también para el bajo número de especies atrapadas, dada la distribución geográfica esperada de las especies sigmodontinas en esta región (Redford & Eisenberg, 1992). Considerablemente más especies fueron identificadas por análisis fecales que cuando fueron trapeados, indicando la incapacidad del trapeo de pequeños mamíferos en hábitats en dos dimensiones. Es también probable que la disponibilidad potencial de presas varíe estacionalmente, y sugerimos que el trapeo de roedores debiera ser repetido durante el período de máxima densidad de roedores (Enero a Marzo) para proveer una más clara descripción de las fluctuaciones temporales en las densidades de presas y el rango de presas disponibles dentro de diferentes hábitats.

AGRADECIMIENTOS

Particularmente agradecemos a Soraya Corales de la Universidad de Los Lagos por la asistencia en el terreno con el trapeo y la identificación de campo de los pequeños mamíferos capturados. Agradecemos a la Iniciativa Darwin, a the People's Trust for Endangered Species, a the Ernest Kleinwort Charitable Trust, a WWF-UK y WWF-US por el apoyo financiero que sustentó este proyecto. El British Council en Chile, el Institute of Terrestrial Ecology, UK y la University of Durham financiaron la participación de los autores en el trabajo de campo. Sin el apoyo logístico de Raleigh International y el entusiasmo y duro trabajo aportados por los voluntarios, este trabajo no hubiera sido posible de realizar. Les debemos a ellos una enorme cantidad de agradecimientos por su dedicación al trabajo, el cual se realizó en algunas ocasiones en atroces condiciones durante todo el día y la noche. Agradecemos tam-

CUADRO 2. Resultados de análisis dietarios de 89 muestras fecales de *O. guigna* en el PNLSSR, mostrando el porcentaje de ocurrencia de cada ítem alimentario y de las especies de pequeños mamíferos.

Categoría	Especie	% de ocurrencia
Pequeños mamíferos		82.1
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	27.5
	<i>Irenomys tarsalis</i>	20.3
	<i>Auliscomys micropus</i>	11.6
	<i>Dromiciops gliroides</i>	10.1
	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	10.1
	<i>Abrothrix longipilis</i>	4.3
	<i>Geoxus valdivianus</i>	2.9
	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	1.4
Aves		23.8
Semillas/vegetales		2.4
Invertebrados		1.2

DISCUSIÓN

Ámbito de hogar y densidad

Los ámbitos de hogar (machos 288 ha, hembras 240 ha, MPC) en el bosque relativamente prístino del PNLSSR fueron similares a los tamaños estimados en un ambiente intervenido por el hombre en Chiloé (Sanderson *et al.*, en prensa). Aquí los rangos de los machos se extendieron entre 160 a 373.4 ha, mientras que aquellos de las hembras fueron un poco más pequeños (60-167.3 ha). *O. guigna* en el PNLSSR carece de interferencia o competencia interespecífica de otros mamíferos carnívoros, los que sí están presentes en Chiloé. Cánidos en particular están ausentes en nuestro sitio de estudio. No obstante, se encontró en el sitio de estudio a otro pequeño carnívoro, *Galictictis cuja* y junto a éste, varias especies de rapaces están presentes en el PNLSSR, y son por tanto, potenciales competidores por los mamíferos presa, aunque la mayoría de ellas forrajea en hábitats abiertos, mientras *O. guigna* caza en lugares más cerrados.

El bajo nivel de territorialidad exhibido por *O. guigna* en esta área de estudio (Dunstone *et al.*, en prensa) sugiere que los recursos alimenticios podrían ser demasiado abundantes para requerir defenderlos o estuvieron demasiado dispersos para ser efectivamente defendidos. Sandell (1989) ha sugerido que los ámbitos de hogar exclusivos de carnívoros solitarios tienden a presentarse donde los recursos alimenticios son estables y consistentemente distribuidos. Por lo tanto, si existe una variación espacio-temporal en la disponibilidad de recursos, como podríamos esperar en un ambiente boscoso, los carnívoros solitarios podrían estar esperando exhibir una sobreposición de sus rangos.

Tal flexibilidad en el uso de los recursos y la repulsión mutua, al menos en la escala temporal, podría ayudar a explicar por qué *O. guigna* puede soportar un alto grado de sobreposición de sus ámbitos de hogar, y de este modo alcanzar densidades altas. Este alto grado de adaptabilidad podría ser relevante en la sobrevivencia en el largo plazo de esta especie en un ambiente intensamente modificado por la acción del ser humano.

Considerable variación fue encontrada en el uso de hábitats en el sitio de estudio. *O. guigna* incluyó en su ámbito de hogar más bosque nativo, matorral-bosque y chaparral-matorral que los otros tipos de hábitat. De estos, seleccionó matorral-bosque, y evitó el estepa y el chaparral costero. Una preferencia por hábitats cerca del nivel del mar (pero no chaparral costero o pantanos) más que en declives fue observada; lo anterior está asociado a la mezcla de chaparral-matorral y matorral-bosque y el estado sucesional temprano del bosque de *Nothofagus*. Es probable que esta preferencia de hábitat esté

MUÑOZ-PEDREROS, A.

2000 Orden Rodentia. En Mamíferos de Chile. Muñoz-Pedrerros, A. & Yáñez, J. (Eds), Cea Ediciones, Valdivia.

NOWELL, K. & JACKSON, P.

1996 Wild Cats. Status Survey and Conservation Plan. IUCN, Gland, Switzerland.

PEARSON, O. P. & PEARSON, A. K.

1982 Ecology and biogeography of the southern rainforests of Argentina. En Mammalian Biology in South America. Mares, M. A. & Genoways, H. H. (Eds.), Spec. Publ. Ser., Pymatuning Lab.Ecol., Univ. Pittsburgh, Pittsburgh 6:129-142.

PEARSON, O. P.

1983 Characteristics of a mammalian fauna from forests in Patagonia, southern Argentina. J. Mammal. 64: 476-492.

PISANO, E.

(en prensa) The vegetation of the Laguna San Rafael National Park, Chile. En Laguna San Rafael National Park: the natural history of a Patagonian wilderness. Davenport, J., Aldridge, D., Beer, S., Cook, J., Galloway, D. Harrison, S. & Weber, C. (Eds.). Intercept.

RAU, J. R., MARTÍNEZ, D. R., WOLFE, M. L., MUÑOZ-PEDREROS, A., ALEA, J. A., TILLERÍA, M. S. & REYES, C. S.

1992 Predación de pumas (*Felis concolor*) sobre pudúes (*Pudu pudu*): rol de las liebres (*Lepus europaeus*) como presas alternativas. Actas del II Congreso Internacional sobre Gestión de Recursos Naturales, Temuco, 2: 311-331.

REDFORD K. H. & EISENBERG, J. F.

1992 Mammals of the Neotropics. Vol. 2. The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. University of Chicago Press, Chicago.

SANDELL, V.

1989 The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. En Carnivore Behaviour, Ecology, and Evolution. Gittleman, J. L. (Ed), Chapman and Hall, London, p. 164-182.

SANDERSON, J. G. & SUNQUIST, M. E.

(en prensa) Movements of a top South American carnivore in a highly fragmented, human-dominated landscape. J. Wild. Ecol.

STICKEL, L. F.

1954 A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. J. Mammal. 35:1-15.

TORRES-MURA, J. C.

(en prensa). The birds of Laguna San Rafael National Park, Chile. En Laguna San Rafael National Park: the natural history of a Patagonian wilderness. Davenport, J., Aldridge, D., Beer, S., Cook, J., Galloway, D. Harrison, S. & Weber, C. (Eds.). Intercept.

WHITE, G. C. & GARROTT, R. A.

1990 Analysis of animal radio-tracking data. Academic Press, Inc, New York, 396 p.

WORTON, B. J.

1989 Comparison of several probabilistic home-range models. J. Wildl. Manag. 39:118-123.

bién a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) por permitirnos acceder al área de estudio bajo su jurisdicción y al Subdepartamento de Vida Silvestre del Servicio Agrícola y Ganadero por los permisos otorgados, y especialmente al personal de CONAF por su ayuda y apoyo en terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-JAMETT, G. A.
2001 Efecto de la fragmentación del bosque nativo en la conservación de *Oncifelis guigna* y *Pseudalopex culpaeus* en Chile central. Tesis de Magister, Universidad de Chile, Santiago, 63 p.
- DAY, M. G.
1966 Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *J. Zool.* 148 :201-217.
- DUNSTONE, N., DURBIN, L., WYLLIE, I., FREER, R. A., ACOSTA JAMETT, G., MAZZOLLI, M. & ROSE, S. (en prensa). Spatial organization, ranging behaviour and habitat use of the kodkod (*Oncifelis guigna*) in southern Chile. *J. Zoology*, London.
- FERNANDEZ, F. A. D., EVANS, P. R. & DUNSTONE, N.
1994 Local variation in rodent communities of Sitka spruce plantations: the interplay of successional change and site-specific parameters. *Ecography* 17: 305-313.
- FERNANDEZ, F. A. S., EVANS, P. R. E. & DUNSTONE, N.
1996 Population dynamics of the Woodmouse *Apodemus sylvaticus* (RODENTIA: MURIDAE) in a Sitka spruce successional mosaic. *J. Zool. (London)* 239: 717-730.
- FERNANDEZ, F. A. S., DUNSTONE, N. & EVANS, P. R.
1999 Density-dependence in habitat selection by woodmice in a Sitka spruce successional mosaic: the roles of immigration, emigration, and variation among local demographics. *Can. J. Zool.* 77: 397-405.
- GAJARDO, R.
1994 La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, 165 p.
- GLADE, A. (ED).
1988 Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, 68 p.
- GONZÁLEZ, L. A., MURÚA, R. & JOFRÉ, C.
2000 Habitat utilization of two murid species in relation to population outbreaks in southern temperate forests of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73 (3): 489-495.
- GREER J. K.
1965 Mammals of Malleco Province, Chile. *Publ. Mich. State Univ. Mus. Biol. Ser.* 3: 49-152.
- GURNELL, J. & FLOWERDEW, J. R.
1990 Live trapping small mammals: a practical guide. Occasional Publication No. 3, Mammal Society, London, 24 p.
- HARVEY, M. J. & BARBOUR, R. W.
1965 Home range of *Microtus ochrogaster* as determined by a modified minimum area method. *J. Mammal.* 46: 398-402.
- HOUSSE, P. R.
1953 Animales Salvajes de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago.
- JAKSIC, F. M., GREENE H. W. & YÁÑEZ J. L.
1981 The guild structure of a community of predatory vertebrates in central Chile. *Oecologia* 49: 21-28.
- KENWARD, R. E. & HODDER, K. H.
1996 Ranges V: an analysis system for biological location data. Natural Environment Research Council, Dorset, UK.
- KLEIMAN, D. G. & EISENBERG, J. F.
1973 Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behaviour* 21: 637-659.
- MESERVE, P. L., LANG, B. K., MURUA, R., MUÑOZ-PEDREROS, A. & GONZALEZ, L. A.
1991 Characteristics of a terrestrial small mammal assemblage in a temperate rain-forest in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64 (1): 157-169.

management decisions in the absence of scientifically sound knowledge. In response to the urgent need for baseline information on marine biodiversity and the conservation status of the coastal sector of the Park and neighbouring protected areas, several collaborative research projects were undertaken involving British and Chilean scientists. These projects were aimed primarily at the provision of information in a form that CONAF staff could use for monitoring or poses and on which to base future management decisions. Additionally, it was recognised that there was a priority to provide CONAF with tools necessary for identifying and mapping marine animal and plant assemblages.

An approach developed in northern Europe for describing and classifying the seashore and seabed habitats and their associated communities has been used in the LSRNP and its environs. It is designed to provide a sound scientific framework for setting conservation priorities by enabling an assessment to be made of the conservation value of sites and coastal sectors. The approach, termed biotope assessment, is discussed here in the context of Chile and briefly described are the methods used to identify, describe and to classifying benthic marine assemblages. Some preliminary findings concerning the more distinctive rocky shore biotopes within the boundary of the LSRNP and protected areas to the north are presented.

BIOTOPES IN THE COASTAL ZONE

Until the advent of the biotope approach marine conservation management planning and the selection of protected areas in Europe was based largely on subjective criteria or focused on a few highly visible organism. The biotope approach was developed in order to provide more objective criteria and has proven very successful when applied to assemblages of marine macroalgae and sessile invertebrate fauna associated with rock and sediment shores. It was developed by the Joint Nature Conservation Committee of the UK as part of an assessment and classification of marine habitats in Europe and became known as 'The Marine Nature Conservation Review'. Later the approach was expanded as part of the European Union *Biomar* project co-funded by the European Commission Life Programme (Hiscock, 1996; Connors *et al.*, 1997). To date it has been used in Thailand in South-East Asia, Ghana in West Africa, Abu Dhabi (UAE) in the Arabian Gulf, Helgoland in the North Sea and in the Azores archipelago (Tittley & Neto, 2000); John *et al.* (1999) and Paterson *et al.* (2001) have reported on its application in southern Chile.

¿What are the biotopes?

A biotope is very broadly defined as 'the biota interacting with the physical habitat: plants and animals found at a location together with their immediate physical'. Defining a biotope is a convenient means of summarising field conditions for the purpose of describing general ecological patterns. A biotope should be compared to a 'habitat' which is defined as a physical entity (e.g. rock, sediment) together with particular conditions of wave exposure, salinity, etc. Biotopes are artificial constructs used simply for convenience with the boundary line between them often somewhat subjective. In drawing this imaginary boundary, it is necessary to ensure that biotopes are easily recognisable 'in the field' by having distinctive features and species and recur relatively frequently. They are best regarded as 'nodes' along an environmental continuum and if carefully selected provide a useful tool to assist in the identification of important ecological patterns and stimulate further ecological study.

The species assemblages used to define biotope are thought of as circumscribed units as opposed to physical environmental features which cover a range of gradients and scales. The biotopes integrate the species and abiotic components and can be used to described the larger landscape. The relationship of the different components one to another is shown in Table 1.

A "BIOTOPE" APPROACH TO THE MARINE BENTHIC BIOLOGICAL ASSEMBLAGES OF THE LAGUNA SAN RAFAEL NATIONAL PARK, CHILE

D.M. JOHN¹, R. FOSTER-SMITH², G.L. PATERSON¹, M.E. RAMÍREZ³, N.J. EVANS¹,
M.E. SPENCER JONES¹, D.G. REID¹ y T.J. FERRERO¹

¹The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK

²Department of Marine Sciences and Coastal Management, University of Newcastle,
Newcastle Upon Tyne NE1 7RU, UK

³Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile

ABSTRACT

The biotope approach developed originally for use in Northern Europe has been used to describe and classify benthic marine assemblages in various parts of the world, including the Laguna San Rafael National Park (LSRNP) in southern Chile and nearby protected areas. Given is a brief description of how to identify, describe, classify and map marine biotopes. Some of the more widely distributed rocky shore biotopes in the LSRNP area are briefly described. Full biotope descriptions are given for the most distinctive biotope within the fjords (*Macrocystis pyrifera* biotope) and two on the very wave-exposed open Pacific coast (*Durvillaea antarctica*, *Lessonia nigrescens*). All the biotopes recognised are regarded as provisional and require further testing and refinement. Once refined biotopes can be taken into account when making management and conservation decisions on seashore and seabed habitats within the LSRNP and surrounding nature reserves.

Key words: Marine Biotope, Laguna San Rafael National Park, Aisén, Chile.

RESUMEN

Una aproximación de la metodología de "Biotopos", al estudio de las comunidades marinas bentónicas del Parque Nacional Laguna San Rafael, Chile. Una metodología basada en el estudio de los "Biotopos", desarrollada originalmente para su uso en Europa del Norte ha sido utilizada para describir y clasificar las comunidades marinas bentónicas en varias partes del mundo, incluido el Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR) en el Sur de Chile y áreas vecinas protegidas. En el presente trabajo se entrega una descripción breve de cómo identificar, describir, clasificar y mapear biotopos marinos. Algunos de los más ampliamente representados biotopos presentes en las costas rocosas del PNLSR son brevemente descritos. Una descripción completa de los biotopos es entregada para la mayoría de los biotopos más distintivos presentes en los fiordos. (Ej. el Biotopo *Macrocystis pyrifera*) y los Biotopos (*Durvillaea antarctica* y *Lessonia nigrescens*), estos dos últimos presentes en áreas de gran exposición al oleaje, abiertas a la costa del Pacífico. Todos los biotopos reconocidos deben ser mirados como provisionales y requieren ser probados y estudiados a un nivel más fino. Una vez que éstos sean descritos en forma más detallada, podrán ser considerados en la toma de decisiones respecto al manejo y conservación de las costas y habitats marinos dentro del PNLSR y de otras reservas naturales que rodean este Parque Nacional.

Palabras clave: Biotopos marinos, Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), Aisén, Chile.

INTRODUCTION

To the south of the island of Chiloé the coast of Chile consists of a series of offshore islands between which lie deep channels that sometimes lead into fjords and a glaciated mountainous hinterland. Associated with this largely unspoilt wilderness is a unique assemblage of ecosystems whose habitat diversification is greater than that to be found elsewhere in Chile. In this area lies the Laguna San Rafael National Park (LSRNP) and other protected areas that harbour a wide variety of aquatic ecosystems, including fully marine wave-exposed shores, brackish water estuaries, fjords, tidal lagoons, freshwater lakes and rivers. Until the launch in 1996 of the LSRNP Darwin Initiative-funded biodiversity research programme, the Corporación Nacional Forestal (CONAF) had a problem making meaningful and effective

aerial photography and satellite imagery. However, small species (particularly grazers and carnivores) may also exert considerable influence on the composition and biology of a biotope and therefore need to be noted. For sediments, the use of the predominant species is especially problematic since these are often buried.

Some of the main reasons for adopting the biotope approach are:

- To provide a short-hand and rapid way of describing complicated assemblages of species and habitat features.
- To provide structure for describing small areas by predetermining the important attributes that should be observed and noted.
- To provide a 'yardstick' description against which field records can be assessed.
- To describe the biological 'landscape' of small areas in a holistic way.
- To detect broad scale ecological patterns (especially by using mapping).
- To help with the interpretation of the ecology of the area.
- To focus attention on issues worthy of further study.
- To stratify ecological sampling and ensure that an area is surveyed in a representative way.
- To provide the basic units for mapping biological resources.

Limitations to the biotope approach are:

- They are human constructs and do not exist as real entities.
- They should be used to help ecologists develop new insights and must not be used to restrict vision.
- In particular, they must be used flexibly to help description, not rigidly to constrain description.
- They should be used to describe small areas in the field based on observed attributes. In other words, they should not be the only information recorded in the field but be supported by other recorded observations.
- It is unlikely that they will be adequate in themselves (without recording their attributes) to describe fine scale diversity.
- They are not a complete description of the ecology of an area – just an introduction to the ecology.

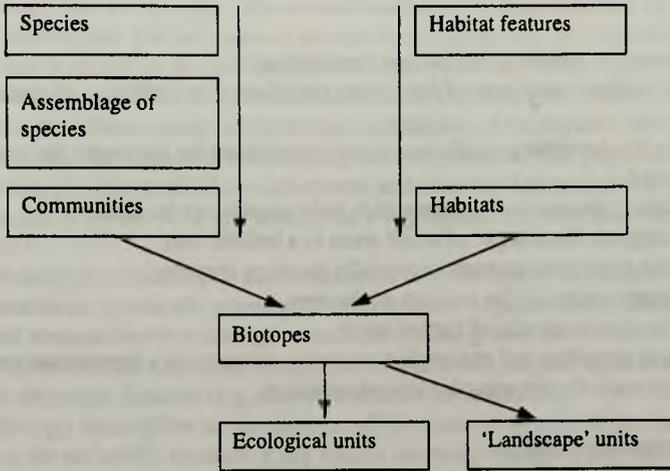
How are biotopes defined?

In practise, biotopes are recognised based on prior knowledge of the major habitat types of a region and field recording. It is also likely that the framework for biotopes will be similar to that derived for other regions. Local knowledge might be useful in drawing up a basic framework for the biotope system and suggesting what might be some of the higher levels present. Examination of maps and charts, aerial photography as well as consulting local knowledge might assist in predicting what biotopes might be found in an area.

All sources of information should be consulted at the pre-planning stage in order to construct a list of habitat types that might be expected to support different biotopes. The next step is to carry out field survey at as many representative sites as possible. These field records are used to compile the biotope descriptions. Some survey site selection is needed to ensure that well developed and typical examples of different biotope types are covered rather than focusing too much attention on a mosaics of biotopes. Such mixtures of biotopes are often difficult to interpret, at least initially, and often reflect substrate heterogeneity. Inevitably continua will be recognised and it will be necessary to decide where to draw the line between the 'nodes' or biotopes.

The format for recording data for deriving and refining biotope classifications is the same as that used for field recording for biotope mapping. Marine and coastal intertidal biotopes should be grouped into very coarse categories that form the basis for a very broad classification. For example, the broad categories found in the LSRNP include rocky marine shores, rocky brackish shores, sand/shingle shores and salt marsh.

TABLE 1. Showing the position of biotopes in relation to broader landscape features.



Every effort should be made when defining biotopes to ensure that they are conspicuous and their characteristics are easily recognisable. They should be described in terms of the following: (a) the most conspicuous and predominant species; (b) if taxonomically difficult then life form is used, e.g. sponges, sea squirts; (c) groups of species which form a mixed-species life form with a list of some of the more important component species, e.g. turf forming algae, crustose coralline red algae; (d) key species in the ecosystem, e.g. grazers such as sea urchins and molluscs; (e) species or group of less common species unique to a biotope. Features of the physical habitat are used and include details of the substratum (amount of physical relief; rock, coral, sand, etc.), position on shore and wave exposure. Scale is important and for most shore work a biotope should cover an area of at least 5-10 square metres or more. Often this area takes the form of a long linear strip reflecting the fact that many shore biotopes form horizontal bands or zones. Smaller scale variation within a biotope are often referred to as attributes of a larger biotope unit. Scale has to be used with caution since many biotopes are mixed or form a mosaic resulting from small differences in substratum type, wave-exposure, etc.

In summary, our biotopes should have the following features:-

- There should be a presumption to limit their number and not proliferate them.
- They should be based on conspicuous features.
- They should be identified readily (at least to a workable level in the hierarchy).
- They should be arranged into broader categories.
- Biotopes should be based on descriptions of areas ideally of about 25m x 25m for mapping.

What are advantages and disadvantages?

Apart from aiding rapid identification, the conspicuous species or life forms used to characterise biotopes, are likely to be biologically important since they structure the habitat for less conspicuous species, generally have a greater biomass and structure trophic interactions within the biotope (or larger ecosystem). The more important biotopes so defined can be mapped using remote sensing data from

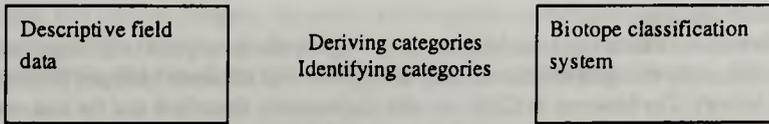


TABLE 2. The following is a lexicon of some of the codes used for biotopes including some of those described from southern Chile (see below).

How are biotopes coded?

Codes are defined for habitat complexes, biotopes and variants using the habitat complex code, a full stop and then the biotope code. Where a variant is recognised then a further full stop is added after the definition of the biotope. Biotope and subbiotope or variant codes are based wherever possible upon the most dominant and characteristic taxa. The species names derived using the first three letters of a genus or higher taxon name. Where a species is used then the code is derived using the first letter of the genus and the first three letters of the specific name. Where the biological composition is too complex to derive a simple code then features of the habitat have been used (increased salinity). Within the biotope code each new element begins with a capital. As far as possible the codes used follow those adopted by the MNCR for the British Isles (Table 2).

Shore position/wave exposure: littoral zone (L), sublittoral zone (SL), rock pool (RP), sheltered (SH), moderately exposed (M), exposed (E), unattached (UNAT).

Substrata: rock (R), sand (SND), sediment (SED), Mud (MUD), Mixed (MXD), Wood (WD).

Life forms: algal turf (ATRF), algal film (AFILM), kelp (KP).

Groups/functional groups: ascidians (AS), brown macroalgae (B), barnacles (BARN), bivalves (Biv), crustaceans (crus), cyanobacteria (cyan), gastropods (GAS), green macroalgae (G), lichens (LICH), polychaetes (POLY), red macroalgae (R) sea urchins (SURC), sponges (SP), tunicates (TUN).

Taxa: *Acrosiphonia pacifica* (Apac), *Ahnfeltia* (Ahn), *Austromegabalanus* (Aust), *Bostrychia harveyi* (Bhar), *Cladophoropsis brachyarcia* (Cbra), *Durvillaea antarctica* (Dant), *Elminius kingii* (Ekin), *Gelidium* (Gel), *Iridaea tuberculosa* (Itub), *Hildenbrandia lecanellieri* (Hlec), *Lessonia nigrescens* (Lnig), *Macrocystis pyrifera* (Mpyr), *Mazzaella* (Maz), *Mytilus edulis* (Medu), *Nothogenia* (Noth), *Prasiola tessellata* (Ptes), *Notochthamalus* (Noto), *Rivularia* (Rivu), *Rhizoclonium ambiguum* (Ramb), *Sarcothalia crispata* (Sarc).

How are biotopes mapped?

The mapping of robust, easily recognised and well defined biotopes provides information that can be combined with maps of land use, geology, climate and coastal morphology to study the dynamic patterns of landscape ecology and their underlying causes. These maps also provide valuable information for the identification of sites of conservation or heritage importance, sites which are sensitive to various types of disturbance (e.g. tourist impact, fish farming) and will also help identify areas for which the sustainable use of resources may be achievable. They can also be used by those involved with the scientific study and teaching of ecology as well as by planners and economists.

It is useful if biotopes are based on conspicuous and highly visible characteristics so that they may be used in conjunction with remote sensing. Traditional cartography and remote sensing impose size limits on biotopes. Often is difficult to map units less than about 25m x 25m and this size is probably also appropriate for use in the interpretation of remotely sensed data. Unfortunately, on the steep sided rocky shores of the fjord systems in Chile the biotopes frequently are in the form of narrow linear strips less than a metre in width. It is often impractical to have too many classes shown on a map and likewise it is difficult (if not impossible) to interpret a large number of classes from remotely sensed

How are biotopes described?

A formalised scheme has been adopted for laying out the description of biotopes and this is shown for the provisionally recognised *Macrocystis*, *Durvillaea* and *Lessonia* biotopes described in southern Chile (see below). The biotopes in Chile are still inadequately described and for that reason not all the categories of information that are required for standard descriptions are available.

All biotopes should be given a unique code letter based on biotope features some combination of key species, life form and physical habitat characteristics. The descriptive title is often long since included are the key biological characteristics of the biotope and features of the physical environment, with emphasis placed on those that distinguish it from closely related biotopes. The physical component in the title normally includes position on the shore, substratum and other key habitat features such as wave-exposure. To ensure the title is not too long and clumsy only key habitat characteristics or characterizing species are mentioned.

The "habitat classification" is placed before or after the habitat description. The following are the habitat characteristics commonly considered: salinity, wave exposure (very sheltered to very/extremely exposed), tidal streams (weak to strong), substratum (sand, gravel, mud, bedrock, boulders, etc.), zone (supralittoral downward to sublittoral fringe; sublittoral zone), height/depth in relation to chart datum, and any other important features (e.g. also on sheltered vertical rock).

The biotope description is an account of the general nature of the habitat and community characteristics, its variability (including any known temporal changes), any microhabitat features (e.g., crevices, fissures, beneath boulders, shaded, *Macrocystis* stipes), and its relationship to other biotopes (i.e. along gradients of zonation on the shore, substrate type, wave exposure, salinity, etc.).

Distribution in the region is important and sometimes a map is included indicating its site or general distribution in a coastal sector. Where there is a considerable body of information in existence then it might be possible to indicate its likely frequency of occurrence.

Photographs to illustrate the main features of a biotope are important and should show it in broad view and/or close up. In some cases it might be necessary to photograph it at different times in the season if it changes in the course of time.

Other features are recommended for inclusion in biotope description. Unfortunately, unless a region has been thoroughly surveyed then it is not always possible to include information on regional variation in habitat or species characteristics compared to elsewhere. Similarly without having a large body of information available it is often difficult to comment on features of conservation interest. Often it is desirable to include a list of species that characterise the biotope and the typical abundance at which they occur. The list should include species listed in perhaps over 60% of the records of the biotope ("constant species") compared to those in less than 60% of the records ('faithful species'). In addition, normally listed would be those that occur in a high proportion of the records but which are not particularly indicative of the biotope.

How are biotopes classified?

The biotope types/categories can be placed in a classification system that ranges from a description of the environment in terms of a few broad categories to the identification of individual biotopes placed in a comprehensive and formally structured hierarchical classification system. There is a two-way flow of information since the biotope categories are based on field descriptions and these categories can assist in structuring further field survey.

moderate wave exposure; the wave-exposed Pacific coast along the Taitao Peninsula and covers the Golfo de Penas and the Golfo San Esteban in the southern part of the Park - the shores of the Taitao and Golfo de Penas are fully marine and subject to heavy oceanic swell compared to the Bahía San Quintín which is sheltered from the open sea by the Península Forelius; the fjords just to the north (including Estero Elefantes) and west of the Park (extending beyond the present boundaries), and another area of fjords in the south of the Park.

All the biotopes associated with these shores are characterised by a conspicuous biota and habitat features. Differences in the biotope at different shore levels clearly relate to a small number of key physical parameters, namely tidal exposure to air and exposure to wave action. The biological communities are structured by adaptations to stress and disturbance. However, there are a number of physical features which modify the biotopes in important ways including ice scour. At present the knowledge of the range of potential biotopes for rocky shores in southern Chile are not sufficient to justify fine divisions between biotopes. Some of the most distinctive intertidal and subtidal biotopes recognised outside the low salinity environment of the laguna area of the LSRNP are described below. The last three descriptions follow the format recommended by Connors *et al.* (1998) and used in the BioMar Biotope Viewer 2.0 (Environmental Sciences 1997).

Many of the rocky shore biotopes described below form bands and the position they occupy is described using the scheme and terminology proposed by Stephenson and Stephenson (1947, 1972) that was modified by Lewis (1964). According to Lewis, the shore can be divided into a littoral zone and an uppermost area he termed the *littoral fringe*. He defined the *littoral fringe* as that area of the shore only influenced by wave splash or spray. Sometimes this area is referred to as the 'supralittoral fringe' and the littoral fringe is confined to that part covered by spring high tides. The shore area usually influenced by all tides is the *eulittoral zone* and immediately below it lies the *sublittoral fringe*; the latter only exposed at spring low tides and often recognised by the upper limit of some convenient dominant organism(s). The *eulittoral zone* is divided into an upper subzone normally dominated by barnacles and a lower one dominated by bands of macro algae or animals. The sublittoral zone is normally subdivided into two subzones: a shallow zone usually dominated foliose macroalgae (*infralittoral subzone*) and a deeper one dominated by animals (*circalittoral subzone*).

Full biotopes descriptions

Sublittoral Zone: higher salinity (>20 ‰)

SLR.Mpyr Dense forests of *Macrocystis pyrifera* on moderately sheltered and largely sea urchin-free areas of infralittoral rock

Description

Dense 'forests' subtidal forests fringing the shoreline of fjords where attached on bedrock, boulders and small stones from about 0.5 down to a depth of 10 m below Chart Datum distribution pattern is governed by factors that include depth, availability of suitable substrata, water movement, salinity and grazing. In the fjords of the Chonos Archipelago and Estero Elefantes sea urchin grazing appears to be important controlling factor on steeply sloping sublittoral rocks in more wave-exposed areas. Wherever sea urchins are present in large numbers the kelp *Macrocystis* and other macroalgae (other than crustose coralline reds) are absent or sparse. Optimum development of *Macrocystis* is in tidal surge channels where its fronds frequently fouled by sea anemones. Often heavily encrusted by greyish colonies of *Membranipora*, possibly this bryozoan characterising its own biotope. Understorey of poorly developed layer of crustose red coralline algae accompanied in deeper water by membranaceous algae that include *Pseudophycodrys phyllophora*, *Myriogramme livida*, *Schizymenia binderii*, and *Callophyllis*

data. The upper limit imposed by these practical considerations means that the large number of maps might be needed to cover a large region. However, it would be reasonable to arrange the biotopes into some form of hierarchy of smaller numbers of higher levels and possibly even subdividing the basic mapping biotopes into smaller units as the location demands (or to be used for specific purposes).

The mapping of habitats and biotopes should be designed to give an overview of the broad but ecologically important properties of an ecosystem. It is possible from the observed biotope distribution patterns to formulate hypotheses about very broad ecological patterns (e.g. importance of salinity, sea urchin grazing), and to provide a context for the interpretation of more detailed data. The approach is not designed to provide a definitive description of the shore ecosystem, but rather to give a broad description intended to be the starting point for further investigations that might include monitoring the biological impact of future development including the impact of tourism in an area.

RESULTS

Description and classification of rocky shore biotopes

Only considered are those biotopes associated with intertidal and subtidal rocks since these are the most extensive habitats in the four marine regions recognised within the LSRNP and areas to the north and west of it (Fig. 1). The marine regions are distinct geographically and in terms of salinity and degree of exposure to wave and swell action: the Laguna San Rafael, a brackish-water lagoon at the head of a narrow strait (Río Témpanos) connecting it to fjords to the north; the Golfo Elefantes, fjord region immediately to north of the Laguna, characterised by increasing salinity ($>15\%$) and mostly

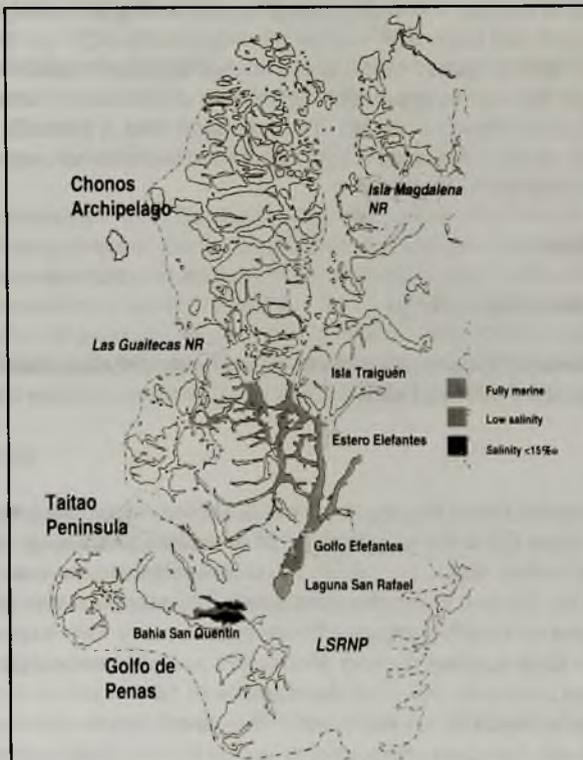


FIGURE 1. Map of region showing the main marine and geographical areas including those within and outside the boundary of the LSRNP.

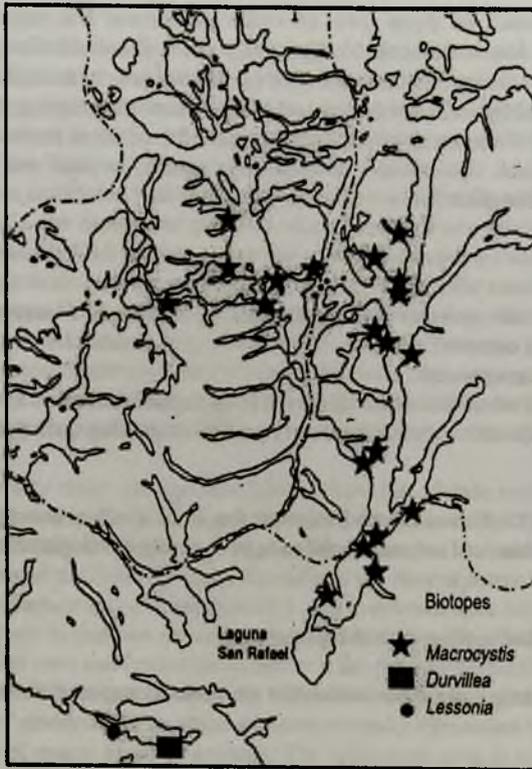


FIGURE 2. Map showing the distribution of the *Lessonia*, *Durvillea* and *Macrocystis* biotopes.

LR.Lnig Patches or zone of *Lessonia nigrescens* on very wave exposed sublittoral fringe rocks

Description

Dense clumps on bedrocks on shores exposed to wave action. Often associated with the base of these clumps are many animals associated with wave-exposed shores (chitons, key-hole limpets) and pink crustose corallines are the only evident algal growths. Possibly the abundance of animal-grazers is a factor responsible for the absence of algae other than crustose corallines. Sometimes the stipe and fronds of *Lessonia* have a felty covering of an ectocarpoid brown alga.

Habitat classification

Salinity: full seawater.
 Wave exposure: moderate wave exposure.
 Zone/range: lower eulittoral subzone.
 Other modifiers: slope, wave exposure.

Distribution (Fig. 2)

Sites: Bahfa San Quintfn, to date only on Alborada Island, Pacific Coast.

atrosanguinea; possibly these red algae grow on rocks outside the *Macrocystis* forest and form a 'membranaceous red algae deep water rock' biotope. Only at one site were two species of *Desmarestia* (*D. ligulata*, *D. patagonica*) dredged in the vicinity of the *Macrocystis* beds. In the shallow water small sporelings often accompanied by various red algae including *Sarcothalia crispata*, *Ahnfeltiopsis durvillaei* and *Gigartina skottsbergii*. *Macrocystis* provide a substratum for a diverse fauna including sea urchins, sea anemones, star fish, crabs, ophiurioids, blennies, sea squirts, isopods and the molluscs *Nacella mytilina* and *Flabellina falklandica*.

Habitat classification

Salinity: 20 ‰ to full seawater (salinities of 10 ‰ in beds of *Macrocystis* growing in tidal channel at one site).
 Wave exposure: sheltered to exposed.
 Zone/range: sublittoral zone/sublittoral fringe (to 10 m depth or more)
 Other modifiers: type of substratum, wave exposure, sea urchin grazing (principally *Loxechinus*).

Distribution (Fig. 2)

Sites: Chonos Archipelago, Golfo and Estero Elefantes; few small shallow water plants found in Bahía San Quintín on the Pacific coast and not considered to be sufficiently developed to be regarded as forming a distinct biotope.

Sublittoral Fringe: full salinity, severe wave exposure

L.R.Dant Zone of the kelp *Durvillaea antarctica* on severely exposed lower eulittoral subzone rock

Description

Large kelp (reaching 5-8 m) forming a distinctive zone on bedrocks in the lower eulittoral zone along the westerly facing shores of the Forelius Peninsula where shores are exposed to the full impact of Pacific swells. Often associated with the base of the *Durvillaea* plants are animals also characteristic of wave-exposed shores (chitons, key-hole limpets), clumps or mats of bleached straw-coloured plants of the red algae *Gelidium lingulatum* and individual plants of *Sarcothalia crispata*. Often immediately above the *Durvillaea* is a poorly developed *Halopteris* biotope, possible the abundance of animal-grazers is responsible for the reduced cover of algae on such shores.

Habitat classification

Salinity: full seawater
 Wave exposure: severe wave exposure.
 Zone/range: lower eulittoral subzone
 Other modifiers: slope, wave exposure, grazing pressure

Distribution (Fig. 2)

Site: single site on the Peninsula Forelius, Pacific coast of LSRNP; probably widely distributed along the exposed side of the peninsula.

Sublittoral Fringe: full salinity, severe wave exposure

LR,WD. Ramb Bright green mats of *Rhizoclonium ambiguum* on various surfaces in the littoral fringe and upper eulittoral subzone

Bedrock, boulders, tree roots or stranded logs in the littoral fringe and upper eulittoral zone commonly have a bright green mat of the hair-like filaments of *Rhizoclonium ambiguum*. This bright green band is very evident on the roots and branches of trees overhanging the steeply sloping shores of the fjords. It is common on stranded logs and not so well developed on rocks where it is usually associated with the more dominant *Bostrychia harveyi*. Widely distributed throughout the region.

LR.Hlec *Hildenbrandia lecanellieri* on unshaded rocks in upper eulittoral subzone

Bedrock and stable boulders in the upper eulittoral sub zone are sometimes covered by a thick (often 5 mm thick), black, irregular and warty-surfaced encrustation of *Hildenbrandia lecanellieri*. Often the biotope is most evident on moderately wave-exposed bedrock lying immediately above the barnacle-dominated biotope. Often *Hildenbrandia* overlaps with the *Bostrychia* biotope lying immediately above it, or sometimes the *Iridaea tuberculosa* biotope immediately below. This biotope is normally absent rocks shaded by trees or overhangs. Widely distributed in the region but not known from the Laguna San Rafael.

LR.Apac Dark green mats of *Acrosiphonia pacifica* extending from the upper eulittoral subzone to the sublittoral zone on rocky shores in brackish water

Bedrock and stable boulders in the eulittoral zone (most common in mid to upper shore) are often covered by dark green mats of this filamentous green alga where salinity is 20 ‰ or below. Often it accompanies *Scytothamnus* and *Adenocystis*, brown macroalgae characteristic of the lower eulittoral subzone within the Laguna San Rafael. Most conspicuous where the cover of other algae is low, especially in the upper eulittoral subzone and the sublittoral zone (0-10 m). Golfo Elefantes and the Laguna San Rafael.

LR.Itub Brownish-red patches or band of *Iridaea tuberculosa* on mid to upper eulittoral subzone rocks

Brownish-red band or small patches of the red alga *Iridaea tuberculosa* on sheltered to moderately wave-exposed bedrocks and stable boulders, sometimes overlaps with the barnacle biotope below. Widely distributed throughout region except the Laguna San Rafael.

Mid Eulittoral Zone: full Salinity — moderate to severely exposure

LR.Noto Grey band of the barnacle *Notochthamalus* on moderately to severely exposed mid to upper eulittoral subzone rocks

Grey barnacle band in the mid to upper eulittoral zone of *Notochthamalus* on moderately to severely wave-exposed headlands and the open rocky shores. Frequently associated with the barnacle is *Nodilittorina araucana*. In the lowermost part of the biotope there are several other molluscs, including species of *Nacella magellanica* and *Acanthina monodon*. Replaced by a biotope dominated by the barnacle *Elminius kingii* in sheltered bays influenced by freshwater streams. Often the *Notochthamalus* is accompanied by the straw coloured or purplish membranes of *Porphyra*, a red algal biotope found at different shore levels (upper-lower eulittoral subzone). Widely distributed throughout region except the Laguna San Rafael.

Mid-Eulittoral Zone: reduced salinity — sheltered to moderately sheltered

LR. Ekin Grey band of the barnacle *Elminius kingii* on mid to upper eulittoral subzone rocks influenced by fresh-water

Distinctive grey band due to a dense cover of the barnacle *Elminius kingii* on bedrock and boulders in

Summary of rocky shore biotopes

Littoral Fringe: unshaded

LR.Ptess Dark coloured patches of *Prasiola tessellata* patches on nutrient enriched littoral fringe rock

Forming dark green or blackish (especially when dry) patches consisting of the membranous thalli of the green alga *Prasiola tessellata* (= *P. stipitata*) on rocks often receiving nitrate-enrichment from sea birds or seals. Often grows in close association with black, yellow and grey lichens that form themselves a distinctive biotope often at the same position on rocky shores. Widely distributed throughout the region.

LR.LICH Crusts of grey, orange and black lichens on littoral fringe rocks

Unshaded rocks and boulders are typically encrusted with grey, orange and black lichens belonging to the genera *Caloplaca*, *Xanthoria*, *Physia* and *Verrucaria*. These lichens often extend above the littoral fringe into the supralittoral zone to disappear if the rocks are shaded or moss-dominated. Damp crevices are often occupied by amphipods, possibly these form another biotope with or separate from those associated with decaying drift algae. Widely distributed throughout the region.

Littoral Fringe: shaded

LR,WD.Riv Dark coloured patch or zone of hemispherical *Rivularia* on various shaded surfaces in the littoral fringe

Small hemispherical colonies (up to 10 mm across) of *Rivularia* sp. (a cyanobacterium) form a dense, dark blue-green or almost black zone or patches on bedrock, boulders, tree roots and stranded logs in the littoral fringe. A well defined biotope that is most extensive on damp surfaces shaded by trees and overhanging rock ledges. Sometimes present are small littorinid molluscs are confined to crevices and small fissures. Freshwater run-off results in the biotope becoming associated with the coarse, dark green mats of the *Cladophoropsis brachyarcta* biotope. Most evident along the steeply sloping rocky shores of the fjord systems and the Estero Elefantes.

LR.Cbra Dark spongy mats of *Cladophoropsis brachyarcta* on shaded littoral fringe rocks influenced by fresh-water seepage

Bedrock or boulders in the littoral fringe to about the mid eulittoral zone are sometimes covered by a dark green or almost black, coarse mats or cushions of *Cladophoropsis brachyarcta* if shaded and influenced by a steady seepage of freshwater. Absent from the Laguna San Rafael but likely to be present if local conditions are suitable.

Upper Eulittoral Zone

LR,WD.Bhar Yellowish or brownish mats of *Bostrychia harveyi* on various surfaces on upper eulittoral subzone rocks

Forming yellowish or brownish coloured mats or tufts on bedrock, stable boulders, tree roots and stranded logs at the uppermost limit of the tides. Often the band of *Bostrychia harveyi* is most conspicuous on the steeply sloping bedrock shores of the fjords. On almost vertical surfaces and/or where shaded, often accompanied by dark purplish to blackish clumps or mats of *Catenella fusiformis*. Develops over a wide range of wave-exposure, salinity and degree of shading. Widely distributed throughout the region.

algae ("lithothamnia") and other common lower eu littoral zone algae (e.g., *Nothogenia fastigiata*, *Ceramium* sp., *Polysiphonia* sp., *Adenocystis utricularis*). Yet other algae only occur subtidally, these include *Griffithsia antarctica*, *Callophyllis atrosanguinea* and *Gigartina skottsbergii*. Sometimes there present small sea urchins, crabs, and a range of other animals many of which many have a subtidal distribution. Absent in the Golfo Elefantes and the Laguna San Rafael.

LR.Aust Grey patches of the large barnacle *Austromegabalanus* on moderately to severely wave exposed lower eu littoral zone rocks

Small patches of the barnacle *Austromegabalanus* sp on severely wave-exposed bedrock in the lower eu littoral zone. Often on vertical cliff areas and lies immediately above the sea urchin and crustose red algal biotope. Immediately above lies a bare algal zone characterized by grazing animals (the *Nacella-Tegula-Chiton* biotope). Occasionally accompanied by clumps of *Aulacomya ater*, the latter possibly forming a separate biotope. Not detected in the more wave-sheltered confines of the Golfo Elefantes and Laguna San Rafael.

DISCUSSION

Setting conservation priorities

The still relatively pristine LSRNP and its environs covers a vast area with not all of its sites and marine sectors having the same conservation status. To effectively target resources requires setting priorities by using existing knowledge that includes species diversity patterns within the context of habitats and the biotopes contained therein. Species inventory data can be used to assess the conservation status of marine sites along with diversity and relative quality of the biotopes present. Species and biotope information can be used for assessing the nature conservation importance of large scale features including estuaries or sections of coast. The following criteria are commonly used for priority –setting and conservation appraisal of sites and coastal sectors: typicalness – how well it corresponds in having the main characteristic of habitats and biotopes; diversity – numbers of species (includes numbers of endemics), habitats and biotopes; rarity – uniqueness of species, habitat types and biotopes; naturalness – degree to which uninfluenced by human activities. Other criteria include fragility, size or extent, representativeness, recorded history, position in an ecology/geographical unit, potential value, intrinsic appeal.

CONCLUDING REMARKS

Any organization charged with preserving, managing and sustainably using the wildlife resource of an area needs to know the identity and geographical distribution of the fauna and flora present within its boundaries. Inventories or audits of the species are important not only in enabling scientifically sound options to be selected when managing the area, but are required for monitoring change and sometimes for providing sustainable economic use. It is our belief that conservation efforts should not be focused on a few highly visible species with emotive connotations, but rather the overriding concern should be to maintain ecosystem processes by safeguarding biodiversity based on the precautionary principle of "where there is doubt then protect". The biotope approach is one that focuses on assemblages rather than on its individual components. It has been implemented successfully in the LSRNP and its environs where a number of distinct biotopes have been recognised. These currently defined biotopes require testing before mapping and placed within a hierarchical classification. Nonetheless, sufficient biotope information exists for them to be considered when making management and conservation decisions concerning seashore and seabed habitats in the area of southern Chile surveyed.

sheltered bays influenced by freshwater discharge, or in more wave-exposed habitats where salinity is below 20 ‰. Frequently associated with it are various molluscs including *Nodilittorina araucana*, *Siphonaria lessonii* and *Nacella magellanica*. Sometimes where streams flow onto the shore it is closely associated with green algal dominated biotopes, the *Enteromorpha-Ulva* biotope or the *Enteromorpha ramulosa* biotope.

Lower Eulittoral Zone: full salinity - sheltered

LR.Maz, Noth Brownish or straw-coloured patches or band of *Mazzaella* and *Nothogenia* on sheltered to moderately exposed mid to lower eulittoral subzone rocks

Somewhat brownish or straw coloured *Mazzaella laminarioides* and *Nothogenia fastigata* on bedrock and boulder shores in sheltered to moderately wave-exposed bays and inlets. These fleshy red algae are accompanied by several brown algae that include *Scytothamnus fasciculatus*, *Adenocystis utricularis*, *Scytosiphon lomentaria*, *Halopteris* sp., and other red algae (e.g. *Ahnfeltiopsis durvillaei*, *Ahnfeltiopsis furcellatus*, *Ahnfeltia plicata*). Commonly associated with these algae is a diverse assemblage of molluscs, including *Fissurella*, *Chiton*, *Tegula*, *Plaxiphora*, *Tonicia* and *Nacella*.

Lower Eulittoral Zone: full salinity - sheltered to moderate exposure

LR.Medu Black patches or band of the mussel *Mytilus edulis* on moderately wave-exposed mid to lower eulittoral subzone rock

Black band of the mussel *Notochthamalus* on sheltered to moderate wave-exposed bedrock shores outside the confines of bays and inlets and occupying the mid to lower part of the eulittoral zone. Les immediately below the although on rare occasions the barnacles extend to below the mussels. Sometimes another mussel *Perumytilus purpuratus* occurs in quantity in the upper part of the band. Other associated molluscs include the whelk *Argobuccinum pustulosum ranelliforme* and species of *Acanthina monodon*, *Nacella magellanica* and *Tegula atra*. Commonly growing on the mussels are the straw coloured or purplish membrane like fronds of *Porphyra*, a red alga. Not discovered in the Golfo Elefantes or the Laguna San Rafael.

Sublittoral Fringe

LR.Gel,Ahn Dark purplish or blackish turf dominated by *Gelidium* and *Ahnfeltia* on sheltered to moderately exposed lower eulittoral subzone and sublittoral fringe rocks

Dark purplish to blackish turf of red algae, principally dominated by *Ahnfeltia plicata* and *Gelidium chilensis*, develops on sheltered bedrock and boulders in the lower eulittoral zone and sublittoral fringe. Sometimes shows greatest development close to freshwater inflows and therefore tolerant of varying salinity regimes. Occasionally extending into the sublittoral fringe and gives way at about 0.5 m to encrusting coralline algae and small *Macrocystis pyrifera* plants. Other algae associated with the turf include *Griffithsia antarctica*, *Polysiphonia* sp., *Heterosiphonia berkeleyi*, *Corallina officinalis* var. *chilensis*, *Laurencia chilensis* and *Halopteris* sp. Only known from the Estero Elefantes and fjords to the north.

SL.Scri Dark red fleshy fronds of *Sarcothalia crispata* in the sublittoral fringe on sheltered and moderately exposed rocks

Flattened, somewhat fleshy fronds of *Sarcothalia crispata* grow in quantity on sheltered to moderately exposed bedrock and boulders within bays and inlets. In very sheltered bays these sometimes are associated with the algal turf dominated by *Gelidium* and *Ahnfeltia*. Often replaced by *Macrocystis pyrifera* representing the beginning of yet another distinctive biotope. Often associated with encrusting coralline

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Graham Hornsey, Carmen Gloria Hornsey and Keith Tuckwell at Raleigh International (Chile) for assisting us when in Chile and making our travel arrangements, Ian Tittley (NHM) for assistance with biotope methodology, Nicola Debenham (NHM) for technical support. Sergio Herrera and Dennis Aldridge for allowing us use of CONAF facilities. We gratefully acknowledge the following for supporting the project with grants: The Darwin Initiative for the Survival of the Species, The British Council and British Airways. The project would not have been possible without the willing assistance and participation of Raleigh International field staff and venturers. We very gratefully acknowledge their efforts.

REFERENCES

- CONNOR, D., BRAZIER D.P., HILL, T.O. & NORTHEN K.O.
1997 Marine biotope classification for Britain and Ireland. V.1 Littoral biotopes. Joint Nature Conservation Committee Report 229. 362 p.
- ENVIRONMENTAL SCIENCES
1997 Biomar Biotope Viewer Ver. 2.0. Trinity College, Dublin. [CD-ROM]
- HISCOCK, K. (ED.)
1996 Marine Nature Conservation Review: rationale and methods. Peterborough Joint Nature Conservation Committee.
- LEWIS, J.R.
1964 The ecology of rocky shores. The English University Press, London. 323 p.
- JOHN, D.M., PATERSON G.L.J, EVANS, N.J., RAMÍREZ, M.E., SPENCER JONES, M. & REID, D.G.
1998 A provisional manual of marine biotopes of the Laguna San Rafael National Park and Estero Elefantes, southern Chile. 37 p. The Natural History Museum, London [separate revised CD-ROM version]
- PATERSON G.L.J, JOHN, D.M., SPENCER JONES, M., RAMÍREZ, M.E., EVANS, N.J., DAVENPORT, J., MANLY, R., REID, D.G., OSORIO, C., CLARK, P.F., PLAZA, J., ROSE, S. & LETELIER, S.
2001 Marine biology of the intertidal and shallow subtidal of the Laguna San Rafael National Park. (In Press).
- STEPHENSON, T.A. & STEPHENSON, A.
1949 The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. *Journal of Ecology* 38:289-305.
- STEPHENSON, T.A. & STEPHENSON, A.
1972 Life between tidemarks on rocky shores. W.H. Freeman, San Francisco. 425 p.
- TITTLEY, I. & NETO, A.I.
1999 A provisional classification of algal-characterised rocky shore biotopes in the Azores. *Hydrobiologia* 440: 19-25.

aspecto favorable para la obtención de un levantamiento de línea base sobre el conocimiento de la biodiversidad de estos ecosistemas.

Conocer las especies y la abundancia de los organismos dominantes del sistema de mareas de esta área constituye un antecedente valioso, que en el tiempo permitirá dar cuenta de los cambios que están ocurriendo. Esta zona del ambiente marino es donde primero se manifiestan las acciones del hombre y de los fenómenos naturales.

Las características geológicas del área indican que entre Puerto Montt y la Laguna San Rafael existe un hundimiento a escala geológica, donde el mar ha penetrado por el llano central, por los valles interiores de los ríos andinos y de la cordillera de la costa, originando una morfología litoral variada, salpicada de golfos, canales, estuarios y fiordos (Borgel, 1970-1971; Araya, 1997).

Desde el punto de vista oceanográfico, los antecedentes conocidos para el área se refieren principalmente a la distribución vertical de la salinidad y del oxígeno y a los patrones de circulación de las aguas (Pickard 1971; Sievers *et al.*, 1993; Silva *et al.*, 1995, 1999; Salinas y Hormazábal 1996).

La mayor parte de la información sobre biodiversidad marina corresponde a listas taxonómicas y algunas caracterizaciones de las comunidades marinas, resultado de diferentes expediciones científicas realizadas en el área durante los dos siglos pasados. Entre ellas destacan: la Expedición del Beagle (1840), las suecas, Swedish Magellanic Expedition (1907-1909), y de la Universidad de Lund (1948-1949) y la Norteamericana del Crucero "HERO" 72-5 en el Sur de Chile, Octubre-Noviembre de 1972, entre otras. Los resultados de éstas fueron publicados en los trabajos de: Hooker & Harvey (1847), Skottsberg (1941), Levring (1961), Brattstroem & Johanssen (1983), Brattstroem (1990) y Searles (1980). Con posterioridad los mayores aportes corresponden a resultados entregados por diversos científicos participantes en las expediciones Raleigh, principalmente las de los años 1993, 1998 y 1999 (Davenport *et al.*, 1995; Reid & Osorio, 2000; John *et al.*, 1999; Patterson *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo es aportar al conocimiento de la biodiversidad de los sistemas intermareales en ambientes de fiordos del extremo sur de Chile, dando a conocer los patrones de distribución y abundancia de los macroorganismos que habitan los sistemas rocosos intermareales de áreas de difícil acceso. También estamos cumpliendo con el objetivo del Proyecto Darwin de entregar información sobre diversidad biológica del área del PNLSR y zonas aledañas, para apoyar a CONAF, XI Región, y otros organismos de la Región en el diseño y elaboración de planes de manejo para estas áreas.

MATERIALES Y MÉTODO

Las muestras se recolectaron como parte de las actividades de terreno planificadas en el programa de investigación "Iniciativa Darwin para la conservación de la Biodiversidad", en el contexto del proyecto "Marine Survey" durante la fase 2 de la Expedición Raleigh 1998. Los lugares corresponden a dos playas de sustratos duros de la Isla Traiguén, Estero Elefantes (Cuadro 1), región situada inmediatamente al norte de la Laguna San Rafael (Figura 1). Son playas de cantos rodados de escasa inclinación, levemente protegidas de las condiciones que prevalecen en el Estero, cerradas por pequeños islotes, con presencia de riachuelos originados por el escurrimiento de aguas dulces.

CUADRO 1. Coordenadas geográficas y parámetros físicos del área de trabajo.

Transecto	Fecha	Localización Geográfica	Temperatura Superficial	Salinidad
1	27/01/1998	45°45'13" S; 73°37'02" W	No se registró	No se registró
2	29/01/1998	45°39'54" S; 73°48'27" W	15 ° C	30 ‰

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROORGANISMOS DEL INTERMAREAL DE ISLA TRAIQUÉN, (45°S 73° W) ESTERO ELEFANTES, REGION DE AISÉN, CHILE

CECILIA OSORIO R.¹, MARÍA ELIANA RAMÍREZ² y MARCO A. VEGA¹

¹Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. cosorio@uchile.cl

²Museo Nacional de Historia Natural. mramirez@mnhn.cl

RESUMEN

Se describe de manera cuantitativa los patrones de distribución y abundancia de los organismos sésiles y móviles del intermareal rocoso de la Isla Traiguén en el Estero Elefantes (45° S, 73° W). Los datos se obtuvieron en base a la medición de cobertura y densidad de los organismos a lo largo de dos transectos de aproximadamente 28 metros perpendiculares a la línea de marea extendidos sobre la zona intermareal. El patrón de distribución obtenido de estas comunidades de sustratos duros es el siguiente. En el intermareal alto las especies dominantes en el Transecto 1 son: el alga *Porphyra* sp. y el molusco *Diloma nigerrima*; y en Transecto 2 dominan los moluscos *Diloma nigerrima*. y *Nodilittorina araucana* y los crustáceos *Cyclograpsus* sp. y *Cancer* sp. En las áreas más bajas del Transecto 1 dominan el alga *Mazzaella laminarioides* y los invertebrados *Jehlius cirratus*, *Petrolisthes* sp., *Nacella magellanica* y *Tegula atra*. En el Transecto 2: también dominan *Jehlius cirratus*, *Mazzaella laminarioides* y *Tegula atra*, pero se agregan *Nothogenia fastigiata*, *Sarcothalia crispata*, y *Siphonaria lessoni*. Estos antecedentes son los primeros que aportan datos cuantitativos sobre las comunidades de organismos marinos intermareales de sustratos duros de escasa pendiente en los canales australes de la Región de Aisén.

Palabras clave: Comunidades intermareales; Sustratos duros, Aisén, Chile.

ABSTRACT

The distributional and abundance patterns of macroorganisms from intertidal rocky shore of Traiguén Island, (45°S, 73° W) Estero Elefantes, Aisén Region, Chile. The distribution and abundance patterns of benthic organisms from the rocky intertidal shore of Isla Traiguén, Estero Elefantes (45° S, 73° W) are described quantitatively. Data were taken mainly from cover and direct count (density) of the individuals along two lines of about 28 m in perpendicular transects to the tide line of on the intertidal zone. The results allow us to point out the following distributional patterns for the studied rocky communities. On the high intertidal: transect 1 exhibits dominant species being the red algae *Porphyra* sp. and the mollusk *Diloma nigerrima*; in transect 2, dominants are the mollusks *Diloma nigerrima* and *Nodilittorina araucana* and the crustaceans *Cyclograpsus* sp. and *Cancer* sp. On the low intertidal rocky shore of the transect 1, dominate the red algae *Mazzaella laminarioides* and the invertebrates *Jehlius cirratus*, *Petrolisthes* sp., *Nacella magellanica* and *Tegula atra*. On transect 2 were found *Jehlius cirratus*, *Mazzaella laminarioides* and *Tegula atra* as the dominant species also, as well as *Nothogenia fastigiata*, *Sarcothalia crispata* and *Siphonaria lessoni*. These quantitative results are the first ones on intertidal marine organism communities from the rocky shore environments with low slope in the Chilean southern channels of the Region Aisén.

Key words: Intertidal communities; Rocky substrates, Aisén, Chile.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR), es una de las áreas silvestres protegidas del Estado de Chile de mayor extensión. Con aproximadamente 1,7 millones de hectáreas, desde 1979 es reconocida como reserva mundial de la Biosfera. El PNLSR y sus áreas aledañas, constituyen en su ambiente acuático un ensamble único de ecosistemas. Incluye sistemas lacustres, fluviales, oceánicos y andinos, así como fiordos de aguas salobres frías. En el ambiente terrestre, esta área está constituida por bosque lluvioso templado con predominio de grandes especies arbóreas endémicas del género *Nothofagus* y de tundra magallánica, entre otras. El conocimiento actual sobre la biodiversidad del parque y sus áreas contiguas es escaso. Esto limita en gran medida la elaboración de planes de manejo y acciones de protección de los ecosistemas que lo integran. El bajo nivel de perturbación humana existente, constituye un

RESULTADOS

El eulitoral de la Isla Traiguén, Estero Elefantes, constituye un borde continuo donde se distingue una zona superior dominada por balánidos y una inferior constituida por uno o más cinturones de algas y animales. En total se registraron 49 taxa, considerando los dos transectos (16 macroalgas, un celenterado, 2 poliquetos, 18 moluscos, 8 crustáceos, un ácaro y 3 equinodermos, (Cuadro 2).

CUADRO 2. Organismos (Taxones) registrados en el área de trabajo.

Taxa	Especie	Transecto 1	Transecto 2
MACROALGAS	<i>Nothogenia fastigiata</i> (Bory) Parkinson	X	X
	<i>Macrocystis pyrifera</i> (Linnaeus) C. Agardh	X	
	<i>Ulva</i> sp.		X
	<i>Mazzaella laminaroides</i> (Bory) Fredericq	X	X
	<i>Enteromorpha</i> sp.	X	X
	<i>Porphyra</i> sp.	X	X
	<i>Bostrychia harveyi</i> Montagne		
	<i>Catenella fusiformis</i> (J. Agardh) Skottsberg	X	
	<i>Hildebrandia lecanellieri</i> Hariot	X	
	<i>Sarcothalia crispata</i> (Bory) Leister		X
	<i>Rhodymedia</i> sp.		X
	<i>Schizymenia binderi</i> (J. Agardh) J. Agardh		X
	<i>Adenocystis utricularis</i> (Bory) Skottsberg		X
	<i>Prasiola tesellata</i> (Hooker & Harvey) Kützing	X	
	<i>Cladophoropsis brachyartra</i> (Svedelius) Børgesen	X	
<i>Rivularia</i> sp.	X		
MOLLUSCA	<i>Ischnochiton pusio</i> (Sowerby in Broderip, 1832)	X	X
	<i>Plaxiphora aurata</i> Spalowsky, 1795	X	
	<i>Chiton magnificus boweni</i> King y Broderip, 1832	X	X
	<i>Toncia atrata</i> (Sowerby 1840)	X	X
	<i>Nacella (Patinigera) magellanica</i> (Gmelin, 1791)	X	X
	<i>Scurria ceciliania</i> (Orbigny, 1841)		X
	<i>Fissurella nigra</i> Lesson, 1831	X	X
	<i>Fisurella picta picta</i> (Gmelin, 1791)	X	
	<i>Tegula (Chlorostoma) atra</i> (Lesson, 1831)	X	X
	<i>Diloma nigerrima</i> (Gmelin, 1791)	X	X
	<i>Crepidula dilatata</i> Lamarck, 1822		X
	<i>Nodilittorina araucana</i> (Orbigny, 1840)		X
	<i>Acanthina monodon</i> (Pallas, 1774)	X	X
	<i>Paraeuthria fuscata</i> (Bruguere, 1789)		X
	<i>Siphonaria (Talisiphon) lessoni</i> Blainville, 1827	X	X
	<i>Mytilus edulis chilensis</i> (Hupé, 1854)		X
	<i>Perumytilus purpuratus</i> (Lamarck, 1819)	X	X
	<i>Venus antiqua</i> King y Broderip, 1832	X	X

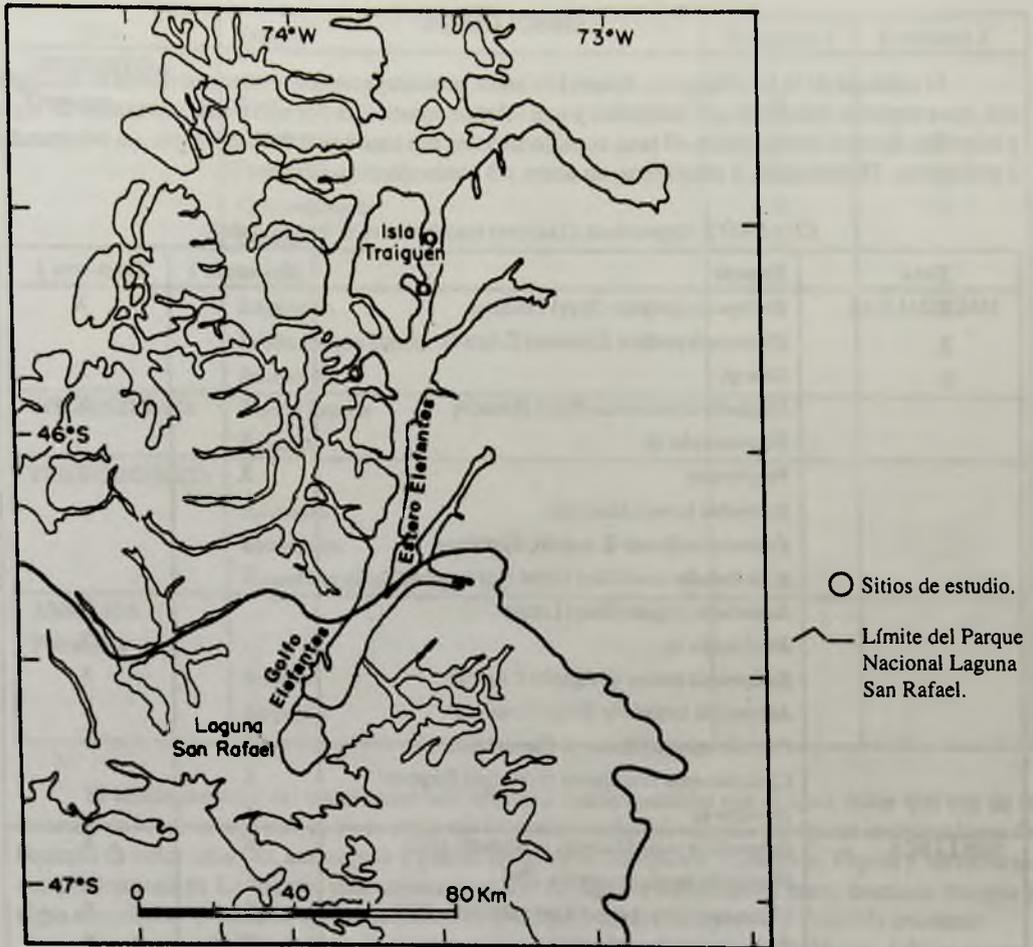


FIGURA 1. Situación geográfica del área de estudio.

Se realizaron observaciones por períodos de tiempo limitado debido al desplazamiento de las mareas. El trabajo se realizó durante la marea baja (Tabla de Mareas de la Costa de Chile 1998). El recuento de organismos y la estimación de la cobertura de especies se realizó en dos transectos verticales según Ramírez y Osorio (2000). Se colocaron cuadrantes de 1 m por lado sobre el sustrato, a ambos lados de cada transecto (dos por lado), extendidos desde la línea de la más alta marea hasta la línea de marea baja, abarcando una extensión aproximada de 28 m. En la cuantificación de los parámetros comunitarios, no se consideraron las especies que en las muestras registraron valores menores a 1. Para los análisis se emplearon los índices de Diversidad de Shannon-Wiener y de Simpson; se llevaron los datos de cobertura de los organismos sésiles a porcentajes y el número de individuos móviles por m² a porcentaje del número de individuos por m². Para ello, se utilizó el programa de Krebs (1988). Del material recolectado se realizó la determinación taxonómica específica, cuando fue posible y se depositó en las colecciones del MNHN. Los gráficos fueron realizados con el Programa computacional Tilia Graph.

laminarioides y *Nothogenia fastigiata*, y de los moluscos *Perumytilus purpuratus*, *Siphonaria lessoni*, *Scurria ceciliania* y *Tegula atra*. A este nivel desaparece *Nodilittorina araucana* y *Diloma nigerrima*. Hacia los niveles más bajos (0,54 – 0,32m), dominan el molusco *Tegula atra*, junto a las algas *Nothogenia fastigiata* y *Mazzaella laminarioides* y al balánido *Jehlius cirratus*, especie esta última, que empieza a presentar valores de cobertura menores; también se observó un reemplazo de las especies del género *Mazzaella* por *Sarcothalia* hacia el límite inferior de este nivel. Junto a éstas, aparecen también *Rhodynenia* sp, *Ulva* sp. *Adenocystis utricularis*, *Schyzimena binderii*, un poliqueto Serpulidae, *Scurria ceciliania* y *Petrolisthes* sp..Desde los 0,32 hasta los niveles mareales más bajos sigue dominando *Tegula atra*, la acompaña *Crepidula dilatata* y *Jehlius cirratus*, junto a las algas *Sarcothalia crispata* y *Nothogenia fastigiata*.

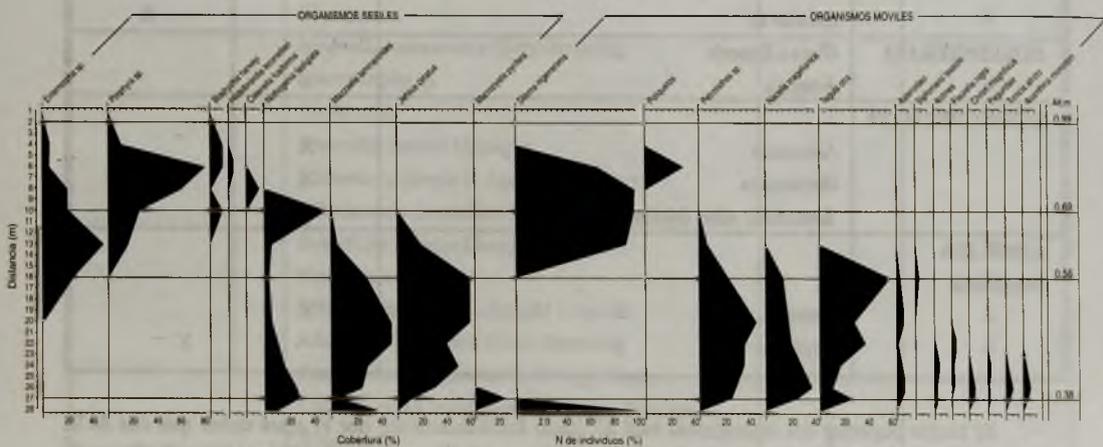


FIGURA 2. Transecto 1.

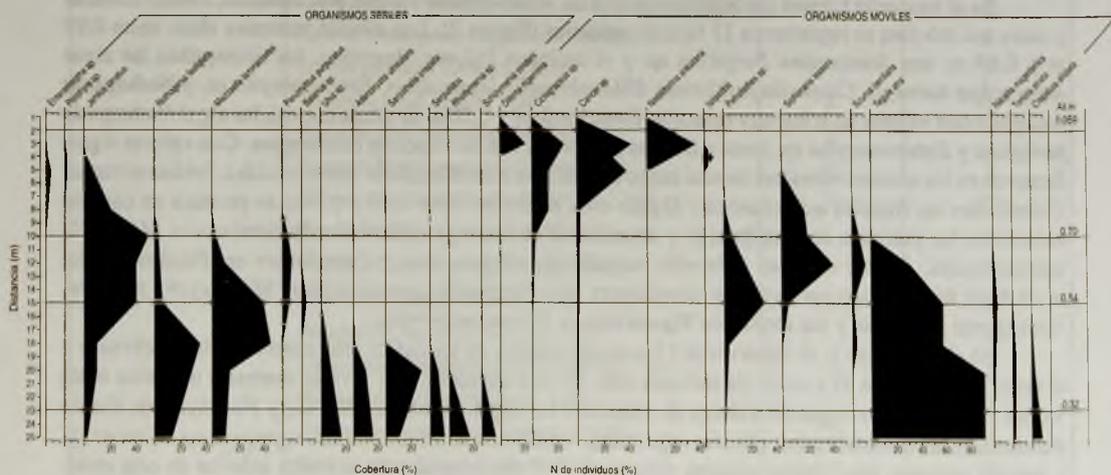


FIGURA 3. Transecto 2.

Taxa	Especie	Transecto 1	Transecto 2
ARTHROPODA			
Crustacea	Acaro	X	
	<i>Cancer</i> sp.	X	X
	<i>Petrolisthes</i> sp.	X	X
	<i>Cyclograpsus</i> sp.	X	X
	Paguridae	X	
	Isopoda		X
	Amphipoda	X	X
	<i>Jehlius cirratus</i> Darwin	X	X
	<i>Balanus</i> sp.		X
COELENTERATA	Clase o Especie		
	Actinaria	X	
ECHINODERMATA			
	Asteroidea	X	
	Ophiuroidea	X	
	<i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782)	X	
ANNELIDA			
Polychaeta	Errantia	X	
	Serpulidos		X

El límite superior del intermareal está afectado frecuentemente por el agua dulce que cae de la foresta y en los primeros metros no se observan organismos sésiles, excepto las típicas incrustaciones de líquenes de color amarillo, anaranjado y gris de los géneros *Caloplaca*, *Xanthoria*, *Physia* y *Verrucaria*, que predominan en los lugares más expuestos al sol. En lugares sombríos en tanto, dominan musgos y algas cianofíceas (*Rivularia* sp.) y clorofíceas (*Cladophoropsis brachyartra* y *Prasiola tesellata*).

En el transecto 1, entre los organismos sésiles, se observaron 8 algas, y el balánido, *Jehlius cirratus* y entre los móviles se registraron 13 taxa de animales (Figura 2). Los niveles mareales altos, entre 0,99 m y 0,69 m, son dominantes *Porphyra* sp. y el molusco *Diloma nigerrima*, los acompañan las algas *Bostrychia harveyii*, *Catenella fusiformis*, *Hildenbrandia lecanellieri*, *Enteromorpha* sp. y *Nothogenia fastigiata* con valores de cobertura menores. Entre los 0,69 y 0,56 m de altura mareal, las algas *Nothogenia fastigiata* y *Enteromorpha* sp. junto a *Diloma nigerrima* son las especies dominantes. Con valores significativos en los niveles inferiores de este rango mareal aparecen *Mazzaella laminarioides*, *Jehlius cirratus*, *Petrolisthes* sp., *Nacella magellanica* y *Tegula atra*. A niveles entre 0,56 y 0,38 m se produce un cambio notorio en los patrones de distribución y abundancia de los organismos, siendo dominantes *Mazzaella laminarioides*, *Jehlius cirratus*, *Nacella magellanica*, *Tegula atra* y *Petrolisthes* sp. Finalmente del nivel 0,38 hacia abajo las especies dominantes son *Mazzaella laminarioides*, *Macrocystis pyrifera*, *Nothogenia fastigiata* y los moluscos *Tegula atra*, y *Diloma nigerrima*.

En el Transecto 2, se observaron 13 especies sésiles, de las cuáles sólo cuatro son invertebrados y el resto algas (Figura 3) y entre los móviles sólo 12 taxa animales. Los niveles mareales ubicados entre 1,06 m y 0,70 m sólo registran valores de cobertura las algas *Enteromorpha* sp.; y *Porphyra* sp, siendo dominantes los invertebrados: *Diloma nigerrima*, *Nodilittorina araucana*; *Cyclograpsus* sp., *Cancer* sp. y *Jehlius cirratus*. Este último alcanza valores de 50% de cobertura en el límite inferior de este nivel. Entre 0,54 y 0,70 m *Jehlius cirratus* es la especie dominante, acompañado de las algas *Mazzaella*

El análisis de las afinidades biogeográficas de los elementos de la flora marina y de la fauna malacológica de la localidad estudiada permiten establecer que ésta se caracteriza biogeográficamente como un área de encuentro, donde convergen especies tanto de aguas templadas como especies de aguas subantárticas, más otros elementos endémicos y de amplia distribución geográfica. Estos resultados son congruentes con lo establecido en estudios anteriores para la flora y fauna marina de la costa chilena (Soot-Ryen, 1959; Knox, 1960; Stuardo, 1964; Larraín, 1975; Moyano, 1991; Desqueyroux, 1995; Santelices & Meneses, 2000; Meneses y Santelices, 2000; Reid y Osorio, 2000). En base a este estudio resulta interesante destacar que no existe un incremento sustantivo en el número de especies de algas e invertebrados marinos hacia este sector, a la vez que existe, una similitud mayor, en términos de número y composición de especies presentes entre Traiguén y áreas geográficas de más al norte, que con aquéllas de la región subantártica o región Magallánica. Consecuentemente estos resultados estarían demostrando que al menos para las algas marinas bentónicas y para algunos de los grupos de invertebrados marinos (moluscos), la diversidad de especies disminuye de Sur a Norte, contrastando estos resultados con la hipótesis paradigmática de incremento de la diversidad de especies hacia las zonas tropicales.

La presencia de especies del norte y del sur puede ser explicada por el tipo de masas de agua que penetran a los canales interiores, donde convergen aguas superficiales frías de origen subantártico y aguas ecuatoriales subsuperficiales más cálidas que se encuentran en el fondo (Silva *et al.*, 1999), siendo estas últimas posiblemente las que transportan larvas desde distintas áreas.

Un análisis comparativo de los dos transectos, en términos de la composición específica que presentan, incluyendo las especies que presentaron coberturas o densidades mínimas y excluyendo los organismos identificados sólo a niveles jerárquicos superiores, permite observar que sólo el 43% de las especies son comunes para ambos, a pesar de que el número total de especies de cada uno de ellos es similar (30 spp. en el transecto1 vs 28 spp. en el transecto2). Esto puede ser atribuido a diferencias locales en cada uno de los sitios, donde tanto factores abióticos como el tipo de sustrato y los cambios de salinidad como factores bióticos que operan en el seno de estos ecosistemas, serían determinantes en la presencia o ausencia de ciertas especies.

Mayores estudios que contemplen el monitoreo o seguimiento de los cambios temporales y espaciales de estas comunidades serán de gran utilidad en la comprensión de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas intermareales de esta región de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Raleigh Internacional, Corporación Nacional Forestal (CONAF) y al Gobierno Británico, con su Programa Iniciativa Darwin, por el apoyo logístico y financiamiento de la Expedición Raleigh 1998. Al Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile y al Museo Nacional de Historia Natural las facilidades y apoyo para la realización del trabajo. También agradecemos a los Dres. David Reid, David John y Nick Evans todos del NHM, de Londres su colaboración en el trabajo de terreno y a los "venturers" de la Expedición Raleigh 1998 por su inestimable apoyo logístico y a la Sra. G.Rojas, Investigadora. del Museo Nacional de Historia. Natural de Santiago su colaboración en la graficación de los datos.

Los resultados del cálculo de Índices de Diversidad se muestran en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Índices de Diversidad específica de los Transectos 1 y 2 en Isla Traiguén. Enero de 1998.

Transecto	Índice de Shannon-Wiener		Índice de Simpson	
	(H')	H/Hmax	(1-D)	Max
1	3,684	5,044	0,905	0,970
2	3,899	5,044	0,914	0,970

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La utilización de una metodología común para estudios de descripción de comunidades aplicada en los últimos años en diferentes regiones del litoral de Chile (López y Osorio, 1977; Ramírez y Osorio 2000; Ríos y Mutschke, 1999) ha permitido realizar los análisis comparativos correspondientes. Estos resultados constituyen los primeros antecedentes cuantitativos sobre las comunidades marinas de la región de Aisén, y contribuyen a una caracterización más objetiva de la estructura de estos ensamblajes comunitarios.

Las comunidades marinas de Isla Traiguén, Estero Elefantes, presentan una estrecha similitud con las comunidades litorales marinas pertenecientes a áreas geográficas de Chiloé al norte, tanto en términos de los componentes específicos como de sus afinidades geográficas. Esta situación es coincidente con aquella citada por Álvarez -Straehl (1964; en Brattstrom 1990); con relación a ese estudio se encontraron 18 especies en común entre algas e invertebrados. En comparación con el trabajo de Alveal y Romo (1977) se detectaron 12 especies en común. Por el contrario, al Sur de la localidad estudiada, avanzando desde Estero Elefantes hacia el interior de la Laguna San Rafael, el número de especies disminuye drásticamente y 6 especies de macroorganismos estarían presentes en la zona intermareal (Davenport 1995, John *et al.*, 1999). Esto es consecuencia de la baja salinidad de la Laguna (15%) y de otros procesos locales. En Isla Traiguén existe un ambiente más marino con salinidades de un 30‰. Continuando al Sur de la Laguna San Rafael, Bahía San Quintín, Golfo de Penas, la diversidad de especies recupera los valores encontrados en el Estero Elefantes y en localidades ubicadas más al Norte (M.E. Ramírez y John *et al.* com. pers.).

Reid y Osorio (2000), trabajando en la misma área registran un total de 62 especies de moluscos, valor muy superior al número reportado en este estudio. Por otra parte John *et al.* (1999), en un estudio sobre los Biotopos marinos de esa misma área, registran un total de 56 macroalgas. Las diferencias observadas con respecto a esos estudios derivan de la recolección exhaustiva que se realizó en aquellos y que abarcó tanto el intermareal como submareal somero, en una extensión de aproximadamente 180 km de línea costera.

Los resultados de los índices de diversidad registrados pueden considerarse bajos, ya que el área de trabajo es una de las áreas más prístinas de nuestro litoral, con escasa intervención humana. Esto puede explicarse por los drásticos cambios de salinidad en las aguas superficiales de canales y fiordos, como por el aporte de aguas dulces provenientes de los deshielos y lluvias frecuentes, lo que permite que en las cercanías del estero Elefantes se alcancen valores de 19psu. (Pickard, 1971; Salinas y Hormazábal, 1996).

Los índices de diversidad encontrados en esta localidad son mayores que aquellos de López y Osorio (1977) para el intermareal de Putemún (42° 24' S y 73° 44' W; X Región), quienes registraron valores que fluctúan entre 1,97 bits y 2,86 bits. Una situación similar ocurre con los índices de diversidad obtenidos por Ríos y Mutschke (1999) para las localidades de Canal Whiteside, Tierra del Fuego, donde obtuvieron valores de H' menores a 2,0 bits, los cuales pudieran estar sesgados por el escaso número de taxa de algas reportados.

REID D. y OSORIO, C.

2000 The shallow-water marine Mollusca of the Estero Elefantes and laguna San Rafael, southern Chile. *Bulletin of Natural History Museum London UK*, 66(2):109-146.

RIOS, C. y MUTSCHKE, E.

1999 Community structure of intertidal boulder-cobble fields in the Straits of Magellan, Chile. *Scientia Marina*, 63 (Supl. 1):193-201.

SALINAS, S. y HORMAZÁBAL, S.

1996 Circulación en el Estrecho de Meninea, Canal Moraleda 45° 15'S. Resultados Crucero Cimar Fiordo 1. Resumen ampliado.

SANTELICES, B. y MENESES, I.

2000 A reassessment of the phytogeographic characterization of Temperate Pacific South America. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 605-614.

SEARLES, R.B.

1980 Observations on the morphology and systematics of *Chordaria linearis* (J. D. Hooker et Harvey) Cotton (Phaeophyta, Chordariales) from Chile. *Phycologia* 19 (3): 194-201.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE.

1998 Tabla de Mareas de la Costa de Chile. Valparaíso.

SKOTTSBERG, C.

1941 Communities of Marine Algae in Subantarctic and Antarctic waters. *Kongl. Svenska Vetenskap Academiens Handlingar*, ser.3, 19(4): 1-92.

SIEVERS, H.; PRADO, R., MUÑOZ, P. y AVARIA, S.

1993 Distribución vertical de características oceanográficas en la Laguna San Rafael, Chile (Lat. 46°40'S, Long. 73°55'W). *Rev. Biol. Marina Valparaíso* 28 (1):175-189.

SILVA, N.; SIEVERS, H. y PRADO, R.

1995 Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41°20' y 46°40'. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 30(2) :207-254.

SILVA, N., GUZMÁN, D. y SIEVERS, H.

1999 Distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto entre la bocas del Guafo y el Estero Elefantes. Resúmenes ampliados: 13 - 17, Crucero CIMAR FIORDO 4. CONA.

SOOT-RYEN, T.

1959 Pelecypoda. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. *Lunds Universitets Arsskrift*. 35, 86 p.

STUARDO, J.

1964 Distribución de los moluscos litorales en Latinoamérica. Seminario sobre biogeografía de los organismos marinos. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 7:79-91. Mar del Plata, Argentina.

Contribución recibida: 05.09.01; aceptada: 27.12.01

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVEAL, K. y ROMO, H.
1977 Estudios de distribución vertical de la biota costera en el Seno de Reloncaví-Chile. *Gayana, Miscelánea* N° 7: 1-28
- ARAYA, B. J.
1997 Perfiles geomorfológicos de los fiordos y depresión longitudinal de Norpatagonia. *Ciencia y Tecnología Marina* 20: 3-22.
- BORGEL, R.
1970-1971 Geomorfología de las regiones australes de Chile. *Revista Geológica de Chile* 21:135-140.
- BRATTSTROM, H. y JOHANSEN, A.
1983 Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. *Sarsia* 68:89-339. Bergen.
- BRATTSTROM, H.
1990 Intertidal ecology of the Northernmost Part of the Chilean Archipelago. Report N° 50 of the Lund University Chile Expedition 1948-49. *Sarsia* 75: 107-160. Bergen.Noruega.
- DAVENPORT J.
1995 The marine Ecology of the Laguna San Rafael (Southern Chile): Ice Scour and Opportunism. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 41:21-37.
- DESQUEYROUX-FAÚNDEZ, R.
1995 Porifera, Capitulo 13. En *Diversidad Biológica de Chile..Eds Simonetti y otros :93-99*, Conicyt, Santiago, Chile.
- HOOKE, J. D.
1847 The botany of the Antarctic Voyage of H. M. Discovery ships Erebus and Terror in the years 1839-1843. Vol. 1. Flora antarctica. II. Algae: 454-502. London.
- JOHN D., PATERSON, G.L., EVANS, N.J., RAMÍREZ, M.E., SPENCER JONES, M.E. y REID, D. G.
1999 A provisional manual of marine biotopes of the Laguna San Rafael National Park and Estero Elefantes. The Natural History Museum, London, 37p.
- KNOX G. A.
1960 Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proceedings of the Royal Society of London, series B.* 152: 577-624.
- KREBS, C. J.
1988 *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers, New York. 694p.
- LARRAÍN, A.P.
1975 Los Equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. *Gayana Zool.* 35 : 1-189.
- LEVRING, T.
1960 Contributions to the Algal Flora of Chile. *Lunds Universitets Arsskrift Ny Foljd, Avd.2*, 56(10): 1-84.
- LÓPEZ, M.T. y OSORIO, C.
1977 Diversidad biológica en una comunidad intermareal de Putemun , Chiloé. *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 51(1) :123-127.
- MENESES, I. y SANTELICES, B.
2000 Patterns and breaking points in the distribution of benthic algae along the temperate Pacific coast of South America. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 615-623.
- MOYANO, H.I.
1991 Bryozoa marinos chilenos VIII. Una síntesis zoogeográfica con consideraciones sistemáticas y la descripción de diez especies y dos géneros nuevos. *Gayana Zool.* 55 (4):305-389.
- PATTERSON, G.L.J., JOHN, D.M., SPENCER-JONES, M., RAMIREZ, M.E., EVANS, N., DAVENPORT, J., MANLY, J.E., REID, D.G., OSORIO, C., CLARK, P.F. PLAZA, J., ROSE, S. y LETELIER, S.
2001 Marine biology of the Laguna San Rafael National Park. In. *Laguna San Rafael, National Park, Chile. The Natural History of a Patagonian Wilderness* (Aldridge, D. Ed).
- PICKARD, G.L.
1971 Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *J.Fish. Res. Board Can.* 28 :1077-1106.
- RAMÍREZ, M.E. y OSORIO, C.
2000 Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Investigaciones Marinas* 28: 1-13. Valparaíso.

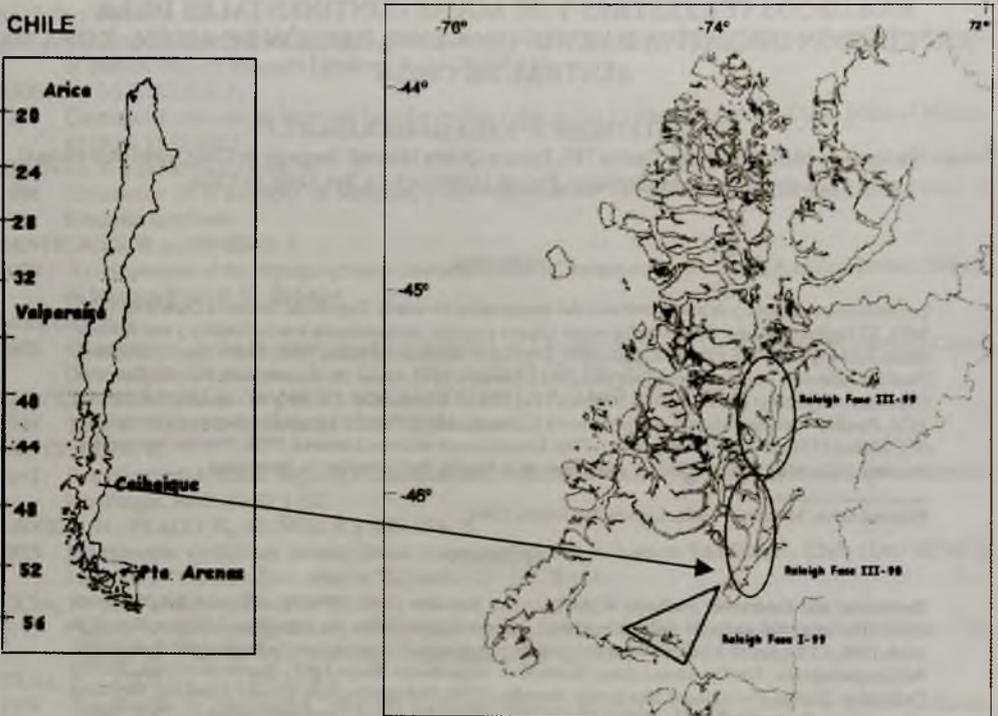


FIGURA 1. Mapa de la región de Aisén, Chile. Áreas de recolección de moluscos terrestres, de estuario y dulceacuícolas de la Expedición Iniciativa Darwin, Fase III de 1998; Fase I y III de 1999.

Se establecieron transectas de recolección en cada área. En la fase tres de 1998, el sector investigado del Parque Nacional Laguna San Rafael ($46^{\circ}40'S$, $74^{\circ}00'O$) estuvo entre Kod- Kod, sector Este de la Laguna San Rafael y el estuario del río Los Huemules (Fig. 1). La recolección se hizo manualmente y a la mayoría de las muestras, se le aplicó sodio pentabarbíturico para relajar las partes blandas con buenos resultados. Posteriormente el material fue fijado en alcohol de 70° , etiquetado y guardado en bolsas de polietileno. En la fase I de R-99 se muestreó el sector comprendido entre el Istmo de Ofqui y Bahía San Quintín. Se estableció un campamento en Isla del Diablo, que actualmente es un istmo. La fase III de R-99 se hizo entre el sector de Puerto Bonito e Isla McPherson. Otra colecta se hizo en el Río Soler, en el valle del mismo nombre, con una estación sin número. Los datos geográficos se obtuvieron por medio de un GPS digital tipo Magallanic y en cartas IGM 1:50.000 de la región. El material recolectado fue depositado en la colección de moluscos del Laboratorio de Malacología del MNHN de Santiago de Chile.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron en total 334 ejemplares, correspondientes a nueve especies de moluscos. De éstos 173 son terrestres y 98 son de aguas continentales, tanto de ambientes lóticos (92) como lénticos (6), además de 63 ejemplares de estuarios (cuadro 1), en las diferentes fases, pertenecientes a ocho familias y tres órdenes: Orden Archeogastropoda, Familia Amnicolidae, *Littoridina magallanica* Biese, 1947;

MOLUSCOS TERRESTRES Y DE AGUAS CONTINENTALES DE LA EXPEDICIÓN INICIATIVA DARWIN (1998-1999), REGIÓN DE AISÉN, ZONA AUSTRAL DE CHILE

SERGIO LETELIER V.¹ y ANA MARÍA RAMOS L.²

¹Museo Nacional de Historia Natural. Casilla 787, Interior Quinta Normal, Santiago de Chile; sletelier@mnhn.cl,

²Laboratorio de Malacología; Fac. de Medicina y Cs. Vet. Univ. de Chile.

RESUMEN

Los moluscos terrestres y de aguas continentales recolectados durante la Expedición Iniciativa Darwin en 1998-1999, XI Región de Aisén, Chile, corresponden a nueve especies, pertenecientes a ocho familias y tres órdenes: Orden Archeogastropoda, Familia Amnicolidae, *Littoridina magallanica* Biese, 1947; Orden Basommatophora, Familia Chiliniidae, *Chilina (Neochilina) patagonica* Sowerby, 1874; Orden Stylomathophora, Familia Zonitidae, *Oxychilus (Oxychilus) cellarius* (O. F. Müller, 1774) Familia Bulimulidae: *Plectostylus vagabondiae* Brooks, 1936, Familia Acauidae: *Macrocyclus peruvianus* (Lamarck, 1822), Familia Limacidae: *Derocheras reticulatum* (O.F.Müller, 1774), *D. laeve* (O. F. Müller, 1774), *Limax (Limax) maximus* Linnaeus, 1758, Familia Succineidae: *Succinea chilensis* (Pfeiffer, 1848), y ejemplares de la Familia Endodontidae sin determinar.

Palabras clave: Moluscos, Aisén, Laguna San Rafael, Chile.

ABSTRACT

Terrestrial and freshwater mollusks of the Darwin's Initiative (1998-1999) expedition, Aisen, Southern Chile. The terrestrial mollusks and of continental waters collected during the Expedition Initiative Darwin in 1998-1999, XI Region of Aisén, Chile, correspond to nine species, belonging to eight families and three orders: Archeogastropoda, Family Amnicolidae, *Littoridina magallanica* Biese, 1947; Basommatophora, Family Chiliniidae, *Chilina (Neochilina) patagonica* Sowerby, 1874; Stylomathophora, Family Zonitidae, *Oxychilus (Oxychilus) cellarius* (O. F. Müller, 1774), Family Bulimulidae: *Plectostylus vagabondiae* Brooks, 1936, Family Acauidae: *Macrocyclus peruvianus* (Lamarck, 1822), Family Limacidae: *Derocheras reticulatum* (O.F. Müller, 1774), *D. laeve* (O. F. Müller, 1774), *Limax (Limax) maximus* Linnaeus, 1758, Family Succineidae: *Succinea chilensis* (Pfeiffer, 1848); and specimens of Endodontidae without identify.

Key words: Mollusks, San Rafael, Aisén, Chile.

ANTECEDENTES

El proyecto Iniciativa Darwin se realizó bajo el auspicio de Raleigh International, Museo de Historia Natural de Londres, Corporación Nacional Forestal (CONAF-XI Región) y del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (MNHN), Chile. La recolección se realizó en el área silvestre del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR) y zonas aledañas. La expedición está vinculada al proyecto Marine Survey, tercera fase de la Iniciativa Darwin, realizada en Febrero de 1998 (R-98) y que operó con el apoyo logístico de la Operación Raleigh International, lo cual permitió el traslado y desplazamiento de los investigadores a las áreas de recolecta. En el año 1999, se participó en la primera y tercera fase de Raleigh (R-99). Para los trabajos se contó con el apoyo de jóvenes ingleses (venturers) que participaban en el proyecto Marine Survey de Raleigh.

METODOLOGÍA

Para recolectar en los diferentes sectores planificados, se montaron campamentos en Laguna San Rafael, Punta Sobenes, Puerto Bonito, área de isla Fitz Roy y Humos. El traslado se realizó por vía acuática en botes inflables Avon, con motor fuera de borda de 25 HP.

***Oxychilus (Oxychilus) cellarius* (O.F.Müller, 1774)**

Otra especie introducida es *Oxychilus (O.) cellarius*. Su distribución abarca Europa, Asia Menor, Norte de Africa y Estados Unidos. Stuardo (1985) la menciona como presente en Juan Fernández y Santiago de Chile; Valdovinos (1999) señala su distribución entre la latitud 30° y 40° S. El actual registro extiende el límite sur de su distribución hasta la latitud 45°S.

La presencia de cuatro especies definidas como plagas cuarentenarias (Berg, 1994), ampliamente distribuidas en el país, son indicadoras de áreas intervenidas por acción antrópica en el sector en que se efectuaron las recolecciones.

Endodontidae

De los especímenes de Endodontidae, recolectados en bosque intervenido y sobre epífitas de árboles nativos, existe aún un proceso de identificación, que modificará el número total de especies encontradas. Valdovinos *et al.* (1989) mencionan esta familia, con dos géneros, *Austrodiscus*, *Radiodiscus*. Hylton Scott (1963) menciona dos géneros más: *Payenia* y *Amphidoxa (Stephanoda)*, con una distribución de los ejemplares de la familia hasta la latitud 55° S, y la define como uno de los grupos de moluscos terrestres más característicos de la Patagonia, dada que su dispersión estaría condicionada por la humedad. Vargas-Almonacid (2000) señala que en general el conocimiento taxonómico de este grupo, y para los micromoluscos terrestres, ha permanecido sin grandes variaciones.

***Macrocyclis peruvianus* (Lamarck, 1822)**

Es una especie de pulmonado endémico, muy asociada a bosque prístinos de cordillera o de la costa, y única representante de la familia en Chile, con una sola especie. Se la encontró entre los helechos y musgos, y más frecuentemente, en una Briófito, Hepática, del género *Plagiochila* que habitan a la sombra de la "luma", *Amomyrtus luma* (Mol.) Legr. et Kausel, en el sector de Kod-Kod y en zona de bosques siempreverdes y de turberas al Norte del golfo Elefantes. Este caracol es conocido localmente en algunas partes de Chile como caracol negro o caracol vaca (Gálvez, com. pers.). Stuardo (1985) establece una distribución entre el Maule y Chiloé, Valdovinos (1999) entre la latitud 35° y 45°; Hylton Scott (1963), la cita como restringida a la región cordillerana de la zona de Neuquén y Río Negro, y en el parque Nahuel Huapi, como muy escasa. Su localidad típica es Chile.

***Plectostylus vagabondiae* Brooks, 1936**

Valdovinos *et al.* (1988), cita a *Plectostylus vagabondiae* hasta San Esteban (46°19'S; 75°07'O.). El actual registro, en Isla del Diablo, bahía San Quintín, la extendería hasta la lat. 46°46'13"S; long. 74°19'39"O. Se la encuentra en un hábitat salino, arenoso, asociada a *Gunnera magallanica* Lam. y a *Gaultheria* sp. (Moore, 1983).

***Succinea chiloensis* (Pfeiffer, 1848)**

S. chiloensis es una especie terrestre que vive en las orillas de las aguas estancadas y de curso lento, sobre las plantas y también, con predilección, sobre los bordes de plantas acuáticas o en ambientes boscosos muy húmedos o sobre madera en descomposición, lo que define a esta especie como muy higrófila (Adam, 1960). En los sectores de recolección se la encuentra asociada a ambientes de tipo palustres, en presencia de *Juncus* sp.

Orden Basommatophora, Familia Chiliniidae, *Chilina (Neochilina) patagonica* Sowerby, 1874; Orden Stylomathophora, Familia Zonitidae, *Oxychilus (Oxychilus) cellarius* (O.F.Müller, 1774), Familia Bulimuniidae: *Plectostylus vagabondiae* Brooks, 1936, Familia Acavidae: *Macrocyclus peruvianus* (Lamarck, 1822), Familia Limacidae: *Deroceras reticulatum* (O.F.Müller, 1774), *Deroceras laeve* (O.F.Müller, 1774), *Limax (Limax) maximus* Linnaeus, 1758; Familia Succineidae: *Succinea chilensis* (Pfeiffer, 1848); y ejemplares de la Familia Endodontidae sin identificar.

CUADRO 1. Fases y estaciones de recolección de moluscos, entre 1998 y 1999, en Laguna San Rafael y Archipiélagos de las Guaytecas y de los Chonos.

Fases	Total de estaciones	N° de las muestras con resultados positivos	N° ejemplares Recolectados = 334			
			Terrestres	Lóticos	Lénticos	Estuario
III R-98	23	1,2,3,5,6,7,8,11,12,13,16,17,18,19,20,21 y 22	137	84	6	33
I R-99	30	1,2,4,5,6,7,26 y 27	8	8	-	30
IIIR-99	24	4,5,9,19 y 21	28	-	-	

Los lugares de recolecta (ANEXO) están caracterizados vegetacionalmente (Gajardo, 1994) como de bosques siempreverdes y de turberas, con un paisaje distribuido por las islas de los Archipiélagos de las Guaytecas y de los Chonos, destacando la presencia de ciprés de las Guaytecas (*Pilgerodendron uvifera*) como especie característica. En bosques siempreverdes de Puyuhuapi predominan en el dosel superior especies de *Nothofagus* y *P. uvifera*, situado en posiciones pantanosas.

Deroceras reticulatum (O.F.Müller, 1774)

Es una especie muy común en Europa, Islas Británicas y partes adyacentes de Asia y África. Castillejo (1997) señala que ésta especie ha sido confundida o considerada como una variedad de *D. agreste*, por lo tanto no se puede dar una distribución exacta, pero es muy común en Europa y ha sido introducida en otros continentes. Stuardo (1985) cita la distribución de *D. reticulatum*, como especie introducida para Juan Fernández y entre Valparaíso y Tierra del Fuego; Hylton Scott (1963) extiende la presencia de *D. reticulatum* hasta la latitud 51°. Se la encuentra en Coronel Gómez (Río Negro); El Bolsón, (Río Negro); Río Turbio (Santa Cruz, Tres Pasos y Camino de Natales a Magallanes) latitud de Santa Cruz.

Deroceras laeve (O.F.Müller, 1774)

Según Castillejo (1997), *D. laeve* es una especie primitivamente holártica que ha sido introducida por el hombre en la mayor parte del mundo. Stuardo (1985) cita *D. laeve* entre Puerto Montt y el Norte. Valdovinos (1999) mencionan la distribución de *D. laeve* en Chile hasta la latitud 40°S. El actual registro la extiende hasta la latitud 46°S.

Limax (Limax) maximus Linnaeus, 1758

Especie introducida y su distribución es cosmopolita, encontrándose en Europa, Asia Menor, Argelia, Norte y Sur de América, Sudáfrica, Australia, Hawaii y muchos lugares de Estados Unidos. Valdovinos (1999) menciona la distribución de *Limax (L.) maximus* en Chile, hasta la latitud 40°S. El actual registro la extiende hasta la latitud 46°S. Hylton Scott (1963) la cita para la ciudad de Neuquén y en Quebrada del Río Aisén. Esta babosa es común en jardines urbanos y suburbanos, sótanos y otros lugares parecidos. Los lugares donde viven tienen una elevada proporción de nitrógeno (Castillejo, 1997).

HYLTON SCOTT, M.I.

1963 Biologie de L'Amérique Australe, V.II, Études sur la faune du sol. Publiée sous la direction de Cl. Delamare (Paris) et E. Rapoport (Bahía Blanca). E.du C.N.de la R.Sc. 15, Quai Anatole-France-Paris-VII, p. 385-398.

JOHN, D.M, PATERSON, G.L.J., EVANS, N.J., RAMÍREZ, M.E., SPENCER J., M.E. & REID, D.G.

1999 A provisional manual of marine biotopes of the Laguna San Rafael National Park and Estero Elefantes, Southern Chile. The natural History Museum, London, p: 1-37.

LOZADA E. & OSORIO C.

1995 Mollusca Cap.18: 148-155. En: Diversidad Biológica de Chile. Edit.: S.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada.

MOORE, D. M.

1983 Flora of Tierra del Fuego. Págs.: 120 y 149. Published by A. Nelson PO Box 9 Oswestry, Shropshire 54 11, 1 BY, England.

STUARDO J. & VEGA, R.

1985 Synopsis of the Land Mollusca of Chile with Remarks on Distribution. Studies on Neotropical Fauna and Environment 20(3): 125-146.

STUARDO, J. & VALDOVINOS, C.

1987 Sobre la morfología de *Archaeochilina angusta n. comb.* y la clasificación de las especies chilenas de Chiliniidae (Mollusca: Basommatophora). Departamento de Oceanología, Universidad de Concepción, Proyecto FONDECYT 088/87, 25 p.

STUARDO J. R. & VARGAS-ALMONACID, P.

2000 Moluscos terrestres de Chile. Sinonimia y problemas relacionados: 1. Familias Veronicellidae, Pupillidae y Achantillidae (Gastropoda: Pulmonata). Gayana, V.64(2):171-188.

VALDOVINOS, C. & STUARDO, J.

1988 Morfología, Sistemática y Distribución del género *Plectostylus* Beck, 1837 (Pulmonata: Bulimulidae). Gayana, Zool. 52 (1-2): 115-195.

VALDOVINOS, C. & STUARDO, J.

1989 Nuevo Gastropodo Humícola de Chile. *Austrodiscus (Zilchogyra) solemi spec. nov.* (Pulmonata: Endodontidae). A new humicolous gastropod of Chile. Bol. Soc.Biol.Concepción, Chile.T.60: 239-245.

VALDOVINOS, C.

1999 Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribución. Diciembre.Gayana 63(2): 111-164.

VILA, I., FUENTES, L. & CONTRERAS, M.

1999 Peces límnicos de Chile. Bol. Mus. Nac. de Hist. Nat., Chile, 46: 61-75.

WELCOMME, R.L.

1992 Pesca Fluvial. FAO Documento Técnico de Pesca, N° 262. Roma. FAO. 303 p.

Contribución recibida: 03.10.01; aceptada: 16.01.02

***Chilina (Neochilina) patagonica* Sowerby, 1874**

En el estuario del río Saltón, se recolectó *Chilina (N.) patagonica* Sowerby, 1874, que está citada por Stuardo *et al.* (1987) para el Sur de la Región de Aisén y Tierra del Fuego; Reid y Osorio (2000) indican su presencia en la región lodosa del supramareal, mezclada con vegetación salina. Esta especie eurihalina se la encuentra en ambientes lénticos como es el caso de la laguna Espejo (Kod Kod), en la zona intermedia del cauce del río Saltón, que se puede caracterizar como una zona de potamon (Welcomme, 1992) constituyendo un ambiente fluvial diferente al área de sustratos lodosos del estuario del río Los Choritos. En la zona estuarina del río El Saltón, John (1999) la menciona asociada a lombrices terrestres en la zona supramareal. De acuerdo a observaciones *in situ* en 1998, la fauna de invertebrados observada corresponde a un biotopo de estuario caracterizado por *Chilina (N.) patagonica*, especie oportunista excepcionalmente exitosa, alcanzando altas densidades en el borde pedregoso de la playa, y en pozas cerradas salobres de arenales y lodo del glaciar (Davenport, 1995).

***Littoridina magallanica* Biese, 1947**

Littoridina magallanica, presente en el río El Saltón, está asociada a un ambiente de tipo rítrón, caracterizado por rabiones, de aguas transparentes y bien oxigenadas de la zona superior, que coincide con la descripción mencionada por Vila *et al.* (1999) para los ríos transandinos septentrionales de la patagonia, y que en este caso es de origen o influencia glaciar. Valdovinos (1999) la cita entre la latitud 50° y 55° S. Según Gaillard *et al.* (1976) las especies del género *Littoridina* tienen un gran valor como bioindicadores de aguas limpias, transparentes y bien oxigenadas, tanto en sistemas lóticos como lénticos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. C. Valdovinos de la U. de Concepción por sus valiosas sugerencias y a las colegas de Botánica del Museo Nacional de Historia Natural por el apoyo prestado, en la identificación de las plantas colectadas en la expedición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, W.
1960 Mollusques. T.I. Mollusques Terrestres et Dulcicoles. Faune de Belgique. Bruxelles, p. 192-200.
- BERG, G.
1994 Caracoles y babosas de importancia cuarentenaria, agrícola y médica para América Latina y el Caribe. Publicado por Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Impreso en San Salvador, El Salvador, C. A., 132 p.
- BIESE, W.
1947 Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. II Parte. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., T.:23: 63-77.
- CASTILLEJO, J.
1997 Babosas del Noroeste Ibérico. Universidad de Santiago de Compostela. Ed. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico Campus universitario Sur. 192 p.
- DAVENPORT, J.
1995 The marine Ecology of the Laguna San Rafael (Southern Chile): Ice Scour and Opportunism. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 41: 21-37.
- GAILLARD, C. & CASTELLANOS, Z. A. DE
1976 Mollusca Gasteropoda Hydrobiidae, Fasc. 2, V. XV, 40 p. Fauna de agua dulce de la República Argentina.

11	IN°1627	07.03.98	Canal, Sector Oeste Laguna, al frente glacial San Rafael. I. Ofqui	<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller, 1774); 7 ej.	Fango	Bosque húmedo	46°38' S; 73°51' O
12	IN°1628	07.03.98	Bosque Húmedo, al lado del Canal, frente glacial	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 2 ej.	Materia orgánica en descomposición	Suelo, Bosque	46°38' S; 73°51' O
13	IN°1629	08.03.98	Interior Canal, hacia Istmo de Ofqui	<i>Deroceras reticulatum</i> (O.F.Müller, 1774); 16 ej.	Materia orgánica en descomposición	Humedales, nalcas	46°38' S; 73°51' O
16	IN°1630	10.03.98	2°campamento, Punta Sobenes	Endodontidae; 11 ej. <i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej. <i>Deroceras reticulatum</i> (O.F.Müller, 1774); 3 ej.	Materia orgánica en descomposición Materia orgánica en descomposición Materia orgánica en descomposición	Bosque nativo, renewal Bosque nativo, renewal Bosque nativo, renewal	46°11' S; 73°45' O 46°11' S; 73°45' O 46°11' S; 73°45' O
17	IN°1631	12.03.98	Riachuelo, al frente de Isla San José	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque nativo, renewal	46°05'; 73°51' O
18	IN°1632	14.03.98	Playa Estero Maniguales, Interior bosque alterado	<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller, 1774); 2 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque nativo, renewal,	46°08' S; 73°44' O
19	IN°1633	14.03.98	Interior bosque alterado, Estero Maniguales	<i>Oxychilus (Oxychilus) cellarius</i> (O.F.Müller 1774); 29 ej. <i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej. Endodontidae; 9 ej.	Materia orgánica en descomposición Materia orgánica en descomposición Materia orgánica en descomposición	Bosque nativo, renewal Bosque nativo, renewal Bosque nativo, renewal	46°08' S; 73°44' O 46°08' S; 73°44' O 46°08' S; 73°44' O

ANEXO. Lista de especies de moluscos terrestres y dulceacuícolas. Raleigh 1998 (Fase III sector Laguna San Rafael y Estero Los Elefantes) y Raleigh 1999 (Fase I, Bahía San Quintín y Fase III, Sector Isla Fitz Roy).

Estación,	Fecha	Sector	Especie	Sustrato	Hábitat	Coordenadas geográficas
1 IN°1620	02.03.98	Pudú, Kod-Kod	<i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 1ej.	Musgo y materia orgánica en descomposición	Bosque Nativo de Luma,	46°46'S;73°52'O
2 IN°1621	02.03.98	Laguna Espejo,	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822) ; 6 ej.		Laguna, Zona Húmeda	
3 IN°1622	02.03.98	Pudú.	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 15 ej.	Sustrato pedregoso	lLagunar	46°46"S;73°52'O
5 IN°1623	02.03.98	Pudú.	<i>Deroceras reticulatum</i> (O.F.Müller,1774); 3ej.	Madera en descomposición	Bosque, Renoval	46°46" S;73°52'O
5 IN°1623	03.03.98	Sector Río El Saltón, Parte superior	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 6 ej.	Piedras	Riachuelo	46°46" S;73°52'O
5 IN°1623	03.03.98	Sector Río El Saltón,	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 23 ej.	Piedras	Laguna	46°46'S;73°52'O
5 IN°1623	03.03.98	Parte superior	<i>Litodirina magallanica</i> Biese 1947; 29 ej.	Madera en descomposición	Riachuelo	46°46"S;73°52'O
5 IN°1623	03.03.98	Parte superior	<i>Deroceras reticulatum</i> (O.F.Müller,1774); 11 ej.	Comunidad de helechos y hepáticas en cojín	Bosque	46°46"S;73°52'O
5 IN°1623	03.03.98	Parte superior	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej.		Bosque	46°46"S;73°52'O
6 IN°1624	04.03.98	Estuario Río el Saltón	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 25 ej.	Arena, fango	Zona Intermareal, Playa	46°37' S;73°52'O
7 IN°1625	06.03.98	Río Los Chorritos	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 17 ej.	Fango	Estuario	46°30' S;73°52'O
8 IN°1626	06.03.98	Estuario Río Los Chorritos,	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 8 ej.	Fango	Litoral del estuario Onílla Norte	46°30'S;73°52'O

2	IN°1638	31.02.99	Laguna San Rafael, <i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; área campamento lej.	Sustrato arenoso	Humedales, Litoral Oeste	46°S; 74°O
4	IN°1639	01.02.99	Campamento Isla del Diablo, <i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 25 ej.	Sustrato arenoso, entre plantas Juncaceas	Litoral fluvial, área de mareas	46°47'14"S; 74°18'53"O
5	IN°1640	01.02.99	Salida estuario, Isla del Diablo, islote cercana a la playa 5-7-10 m <i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 4 ej. entre renovales	Sustrato arenoso,	Litoral Estuario	46°46'13"S; 74°19'39"O
6	IN°1641	02.02.99	Playa larga de arena, de Isla de Diablo, sector entre el río y el mar. El sector está modificado, dado que antes era una isla y ahora es un istmo. <i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 5 ej.1	Sustrato arenoso, fango	Litoral, Zona de marea fluvial	46°47'14"S; 74°18'53"O
7	IN°1642	02.02.99	Sector playa Punta Lynch (península) <i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej.	Sustrato arenoso, orilla bosque	Borde bosque, litoral	46°46'14S; 74°25'21"O
26	IN°1643	06.02.99	Sector Punta Condor, Península. Playa a la derecha. <i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 1 ej.	Entre plantas, sustrato pedregoso	Litoral	46°45'S; 74°23'27"O
			Río Nevado, Zona estuario, Sector playa. Frente golfo San Esteban <i>Succinea chilensis</i> Pfeiffer, 1848; 1 ej.	Sustrato arenoso	Humedales	46°52'S; 74°11'O

20	IN°1634	16.03.98	Puerto Bonito	<i>Succinea chilensis</i> Pfeiffer, 1848; 2 ej.	Zonas húmedas	Bosque nativo, renoval	46°08' S; 73°44' O
				<i>Deroceras reticulatum</i> (O.F.Müller, 1774); 1 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque nativo, renoval	46°08' S; 73°44' O
21	IN°1635	17.03.98	Bosque Punta Jaime	<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller, 1774); 2 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque/ Estero	45°S; 73°O
				<i>Limax maximus</i> Linnaeus, 1758; 3 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque/ Estero	45°S; 73°O
				<i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 1 ej.	Sustrato pedregoso	Litoral Estero	45°S; 73°O
				<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 4 ej.	Fango, Zona de marea	Litoral	45°S; 73°O
				Endodontitidae; 11 ej.	Materia orgánica en descomposición, sobre árbol	Bosque	45°S; 73°O
22	IN°1636	18.03.98	Estación Río Los Huemules	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej.	Playa de arena	Estuario	45°S; 73°O
				<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller, 1774); 1 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque, zona alterada	45°S; 73°O
				<i>Succinea chilensis</i> Pfeiffer, 1848; 2 ej.	Materia orgánica en descomposición, en árbol	Bosque, zona alterada	45°S; 73°O
				Endodontitidae; 4 ej.	Materia orgánica en descomposición, en árbol	Bosque, zona alterada	45°S; 73°O
				<i>Oxychilus (Oxychilus) cellarius</i> (O.F.Müller 1774); 2 ej.	Materia orgánica en descomposición, sotobosque	Bosque, zona alterada	45°S; 73°O
Raleigh 99 Fase I							
				<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 2 ej.	Fango, Zona de inundación lado Oeste	Humedales	46°S; 74°O
				<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 1 ej.	Materia orgánica en descomposición	Bosque,	46°S; 74°O

27 IN°1644	Río San Tadeo, Zona intermedia, campamento de tránsito	<i>Chilina (Neochilina) patagonica</i> Sowerby, 1874; 5 ej.	Sustrato arenoso, entre plantas Juncaceas	Litoral Río, Meandro.	46°S; 74°O
Raleigh 99 Fase III					
4 IN°1645	Isla Fiz Roy	<i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 3 ej.	Entre plantas, interior	Zona costera	45°45'35,7"S; 74°02'27,1"O
5 IN°1646	Isla Humos	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 2 ej.	sustrato pedregoso bosque	Borde bosque	45°45'35,7"S; 74°02'27,1"O
9 IN°1647	Estuario Balladares	<i>Plectostylus vagabondiae</i> Brooks, 1936; 1 ej.	bosque	Zona costera interior	45°44'05,2"S; 73°54'18,2"O
19 IN°1648	Isla Rojas	<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 4 ej.	bosque	Zona costera interior	45°44'05,2"S; 73°54'18,2"O
21 IN°1649	Isla Rojas	<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller,1774); 6 ej. Endodontidae; 1ej.	bosque	Litoral, estuario	45°44'25,4S"; 74°22'54,1"O
		<i>Endodontidae</i> ; 2 ej.	bosque	Borde costero, interior bosque	45°44'45,6" S; 73°42'30,6"O
		<i>Deroceras laeve</i> (O.F.Müller,1774); 1ej.	bosque	Borde costero, interior bosque	45°44'45,6" S; 73°42'30,6"O
		<i>Endodontidae</i> ; 2 ej.	bosque	Borde costero, interior bosque	45°44'18,1" S; 73°42'42,4"O
		<i>Macrocyclus peruvianus</i> (Lamarck, 1822); 2 ej.	bosque	Bosque abierto	45°44'18,1" S; 73°42'42,4"O
s/Est. IN°1650	Río Soler, Valle del Soler	<i>Succinea chilensis</i> Pfeiffer, 1848; 4 ej.	Ambiente palustre	Zona costera interior	45°44'45,6" S; 73°42'30,6"O

Nota: Los transectos realizados en cada fase tuvieron estaciones numeradas de la siguiente forma: R-98, Fase III de la 1 a la 23; R-99, Fase I, de la 1 a la 30; R-99, Fase III, de la 1 a la 24. Por lo tanto, las estaciones de la lista corresponden a estaciones donde se recolectaron moluscos terrestres, de aguas continentales y de estuario. Existe una muestra, sin estación, que corresponde a una recolección realizada de José Mondaca.; IN= nº de ingreso en colección

Especies invasoras

Un aspecto general que surge de los registros de hallazgos de varios grupos taxonómicos estudiados, se relaciona con la identificación de numerosas especies invasoras, no propias de los ecosistemas originales investigados o lo que se denomina especies exóticas, introducidas, alóctonas o advenas. Sin duda que la presencia de representantes con tal connotación en grupos tan diversos como los áfidos, moluscos, plantas vasculares y coleópteros, representa una preocupación que se adiciona a la situación ya conocida de presencia de especies invasoras más conspicuas o evidentes, como el visón o las coníferas exóticas (pinos).

La existencia de estas especies en el PNLSR, que bien podría considerarse como ubicado en las fronteras de la pristinidad, constituye una situación que sugiere que las ASP de Chile en general, deben presentar una situación equivalente más allá de lo conocido actualmente. Los objetivos del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado, entre otros aspectos, se relacionan con la preservación de muestras de la diversidad biológica original o nativa del país, por lo que la presencia de especies extrañas representa un tema que requiere ser abordado para un mejor cumplimiento de los objetivos de las ASP.

La situación planteada debe motivar a que el tema sea elevado en la agenda de los problemas o presiones a enfrentar y que afectan a las ASP, y se plantee una estrategia para abordarlo y priorizar las acciones. En el Plan de Acción del Programa Patrimonio Silvestre para el período 2001-2006, se menciona como actividad el Control y Manejo de especies alóctonas en el SNASPE. Sin embargo, tal actividad no tiene una definición de prioridad. Producto de la información surgida en este proyecto y ante la preocupación planteada por los propios científicos que participaron en el desarrollo de estudios de campo, se propondrá al nivel central de CONAF la realización de un taller con participación de científicos y administradores de espacios y recursos naturales, con el propósito de definir un Programa para el Control y Manejo de Especies Invasoras o Nocivas, en el marco del Plan de Acción existente, y aprovechando también las experiencias de ámbito local que existen en la propia CONAF.

Huiña (*Oncifelis guigna*)

El proyecto original planteaba entre sus objetivos la necesidad de realizar estudios relacionados con especies amenazadas en el ámbito geográfico del mismo. Así, como resultado de los talleres y del interés demostrado por el Dr. Nigel Dunstone, se incluyó como línea de investigación un estudio sobre la Huiña, especie considerada En Peligro de Extinción. Este estudio, pionero en su tipo en Chile, tuvo esperanzadores resultados para la especie por cuanto arrojó una alta densidad de gatos en el sector de uso público de la Laguna San Rafael. Al respecto, los resultados de ámbito de hogar de los ejemplares reflejaron áreas de traslape en torno a la casa habitación de los Guardaparques y otras manifestaciones artificiales (pozo de basura, por ejemplo), lo cual sugiere que las labores de protección y administración de un Parque Nacional pueden estar igualmente influyendo en la fauna local. Si bien lo planteado es una posibilidad cierta, etapas siguientes del estudio de la Huiña en la Región desarrolladas en el valle del río Queulat en el Parque Nacional homónimo, arrojaron resultados similares en cuanto a densidades, sin que en el lugar exista presencia humana.

Independiente de ello, es claro que el producto de esta investigación desarrollada en el PNLSR, entrega antecedentes valiosos relacionados con el estado de conservación de la especie y ofrece un panorama más auspicioso para la huiña. Estos resultados, más otros que eventualmente se realicen en otros sectores, ayudarán a construir con mejor información la verdadera situación de este habitante de los bosques templados húmedos, identificando más precisamente los factores críticos de amenaza.

Por su parte, no puede desconocerse la posibilidad que la administración de las ASP, en cuanto a su rutina operativa y logística habitual, pueda estar ocasionando efectos sobre las poblaciones locales de fauna silvestre, causando estructuras comunitarias distintas a las presentes en condiciones naturales. Si

IMPLICANCIAS PARA EL MANEJO DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL

DENNIS ALDRIDGE

Corporación Nacional Forestal XI Región

12 de Octubre 382, Coyhaique.

Sin duda que el Proyecto de Investigación sobre Biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael (PNLSR) financiado por la Iniciativa Darwin para la Supervivencia de Especies y ejecutado por un numeroso conglomerado de personas e instituciones, ha significado un aporte significativo a la misión que posee la Corporación Nacional Forestal de administrar tal escenario natural.

El manejo o gestión de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) involucra una diversidad de aspectos. En el caso de los Parques Nacionales y Monumentos Naturales, y zonas primitivas de Reservas Nacionales, la preservación, entendida como la mantención de los sistemas naturales en condiciones silvestres relativamente originales, requiere de una protección lo más estricta posible y ello constituye, por tanto, una necesidad básica y permanente. Esto es especialmente relevante para un Parque Nacional como el de Laguna San Rafael cuya formidable extensión, de más de 1,7 millones de hectáreas, y la existencia de una gran diversidad de situaciones naturales tanto terrestres como marinas, ofrece un especial desafío. Como indicador de tal importancia se puede mencionar que de las 10 Formaciones Vegetales descritas por R. Gajardo (Clasificación de la vegetación Nativa de Chile, 1994) para la Región de Aisén, 7 están representadas en el Parque, lo cual refleja la alta representatividad de la flora y fauna regional existente en él.

Por otro lado, la satisfacción de las demandas de uso público, en particular para recreación y turismo, y también educación ambiental, constituyen acciones igualmente prioritarias del manejo.

Así, una de las grandes tareas consiste en lograr que las distintas acciones de gestión obedezcan a un equilibrio en su diversidad evitando que algunos aspectos puntuales se vean inconvenientemente postergados y otros desproporcionadamente favorecidos, en circunstancias que todos ellos son necesarios para lograr una gestión integral. En tal contexto, la información acerca de los componentes naturales y sus asociaciones, entendida como el producto de estudios básicos, y el manejo de tal información, entendida como las manifestaciones ordenadas de su uso y disponibilidad, representan aspectos fundamentales para los propósitos mencionados. La toma de decisiones frente a actividades o acciones, la argumentación del valor de la existencia de un Parque Nacional o la materia prima para la educación e interpretación ambiental, entre muchos otros aspectos, se ven fortalecidos en la medida que exista información disponible y obtenida por personas y medios idóneos. En un análisis general, esa es la importancia que ha tenido el Proyecto de Investigación sobre Biodiversidad del Parque Nacional Laguna San Rafael financiado por la Iniciativa Darwin para la Supervivencia de Especies, del Gobierno Británico.

La importancia global del proyecto, ciertamente, es la consecuencia del aporte de cada una de las líneas específicas que se desarrollaron durante sus tres años de duración. Sin embargo, no es el propósito de este capítulo repetir la información ya aportada en lo específico en cada uno de los capítulos anteriores. Sí es pertinente y útil entregar una apreciación de los aspectos que, surgiendo de una o varias líneas de investigación, constituyen elementos importantes para la situación actual y del futuro cercano del manejo del Parque Nacional Laguna San Rafael e incluso de las Áreas Silvestres Protegidas en general, sin que ello represente una importancia menor para otros "productos" de las investigaciones. Sin duda que la información recogida en la diversidad de áreas biológicas cubiertas (por ejemplo listados de especies por grupos taxonómicos) constituye un fundamental aporte para la información de base del Parque Nacional y contribuye a comprender en mayor medida su valor biológico, y ese pasa a ser, por lo tanto, uno de los principales aspectos cubiertos con implicancias para su manejo. A continuación se detallan los aportes generales más relevantes del proyecto al manejo del PNLSR.

puestos a métodos y técnicas de trabajo con distintas especies, lo cual representa un aporte a su entrenamiento y un estímulo para su trabajo, muchas veces realizado en forma aislada y lejana.

Por otro lado, el proyecto permitió la implementación de un Sistema de Información Geográfico en las oficinas de CONAF Patrimonio Silvestre, junto con la capacitación inicial de un técnico y un profesional en el tema. Ello ha permitido iniciar el uso de esta herramienta en la tarea de procesar y ordenar información relacionada con la gestión de las Áreas Silvestres Protegidas, en particular del Parque Nacional Laguna San Rafael.

El Parque Nacional Laguna San Rafael y la Comunidad

Diversos aspectos se relacionan con este punto y que se desprenden directa o indirectamente de la ejecución del Proyecto de Investigación sobre Biodiversidad del PNLRSR.

Por un lado, la realización de los talleres de preparación y evaluación del proyecto y la misma ejecución de los estudios, ha permitido la existencia de instancias de interacción entre la comunidad científica y los administradores de recursos naturales, lo cual no sólo resulta beneficioso como experiencia, sino que además derriba mitos (y a veces realidades) relativos a la existencia de dos mundos de difícil coordinación. Es más, la comunidad científica representada por todos aquellos profesionales que se involucraron en el proyecto, demostraron que en ellos existe una absoluta voluntad de desarrollar estudios que junto con aportar al conocimiento contribuyan a una mejor gestión de las Áreas Silvestres Protegidas, incluso en condiciones muchas veces difíciles e inhóspitas. Desde tal perspectiva, por lo tanto, se abre una nueva posibilidad de mayor interacción y mutuo beneficio.

Por otro lado, el proyecto permitió dar a conocer el PNLRSR a la comunidad científica nacional e internacional, ya sea que participó en terreno o en los talleres y organización del proyecto, y también a profesionales y técnicos que se vieron involucrados en su desarrollo.

Adicionalmente, la difusión con respecto al proyecto y al PNLRSR que se realizó durante su ejecución por todos los medios de comunicación y también por la vía de charlas y presentaciones, ha contribuido a un mejor conocimiento del valor del Parque y de su existencia, contribuyendo con ello a posicionar en su real importancia este Parque Nacional de primer orden a nivel mundial y que en un futuro no lejano constituirá un factor clave en el desarrollo económico regional.

Agradecimientos

Finalmente, desde la perspectiva de la Corporación Nacional Forestal y su personal, es absolutamente necesario hacer mención a personas e instituciones como un reconocimiento por su contribución al desarrollo del Proyecto y un agradecimiento por su colaboración. Cabe una mención especial para la organización Raleigh International en la persona de su Director de Proyectos, Sr. Jonathan Cook, por su iniciativa de proponer la presentación de este proyecto, y su disposición y entusiasmo por participar desde la formulación del mismo (y presentación sin éxito una primera vez), y luego a lo largo de su ejecución. Así también un agradecimiento para los voluntarios y staff de Raleigh International durante todas las fases que se llevaron a cabo durante el proyecto.

La ejecución del proyecto sólo fue posible por la participación de los científicos de los museos Nacional de Historia Natural de Santiago y de Historia Natural de Londres. Gracias a su entusiasmo y disposición fue posible desarrollar la mayoría de las investigaciones que se llevaron a cabo. Similar situación se presentó para profesionales de otras instituciones (universidades, institutos) tanto chilenas como inglesas, que tuvieron una disposición equivalente, contribuyendo con su parte al éxito.

Por su parte, el proyecto contó con la participación de dos profesionales jóvenes que tuvieron la misión de coordinar todas las actividades. Sergio Herrera y Sam Rose cumplieron a cabalidad tal función y en gran medida el éxito del proyecto se debe su dedicación, compromiso e interés por desarrollar un buen trabajo. Vaya para ellos un especial reconocimiento.

bien el resultado puede no ser crítico, constituye un elemento que habrá de tenerse presente al tomar decisiones de administración y manejo de las ASP.

Ecosistemas marinos

La tesis de la Corporación Nacional Forestal relativa a interpretar que las porciones de mar, terrenos de playa, fondos de mar, roqueríos, lagos, etc., que se encuentran dentro del perímetro de las ASP, son parte de tales ASP, independiente de su condición de bienes nacionales de uso público bajo competencia de la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante, tiene enormes implicancias para las Regiones de Aisén y Magallanes, por cuanto existe una gran concentración de Parques y Reservas Nacionales en la zona costera. Tal tesis, que en nada afecta las atribuciones que otras instituciones poseen sobre la administración de los recursos naturales que conforman tales ambientes, motivó a respaldar una línea de investigación relacionada con la descripción y clasificación de los ensamblajes de especies de la zona intermareal principalmente, por medio del enfoque de los biotopos.

La investigación que concluyó incluso con la confección de un Manual de Biotopos Marinos para los sectores de la laguna San Rafael, Golfo Elefantes y Archipiélago de los Chonos, aun con su carácter de preliminar, permite igualmente identificar aspectos de relevancia para su protección. El gradiente de salinidad desde la laguna San Rafael hacia el norte que motiva una diferenciación de biotopos que adquiere mayor diversidad específica hacia el Archipiélago de los Chonos, constituye un argumento adicional para la proposición de ampliación de los límites del PNLSR, incluyendo la porción sur de la Reserva Nacional Las Guaitecas. Ello permitiría incluir dentro de los límites del Parque la diversidad total de biotopos identificados y así una mejor representación de la diversidad biológica asociada a ambientes marinos, junto con la argumentación terrestre que fundamentalmente se relaciona con la incorporación plena del lago Presidente Ríos y su cuenca, dentro del PNLSR.

Sin duda, las investigaciones que continúan después del término de este proyecto complementarán mejor aun la información disponible para el propósito mencionado y, adicionalmente, aportarán un material de gran valor para la educación ambiental en la zona litoral de Aisén.

Fronteras biogeográficas

La extensa superficie del PNLSR, su ubicación y la presencia de ambientes terrestres y marinos dentro de sus límites, tiene implicancias desde la perspectiva de las zonas o regiones biogeográficas representadas en el Parque. Los resultados de varios estudios desarrollados por el proyecto (ej. Insectos y biotopos marinos) confirman el valor ecológico del Parque por contener, tanto para el ambiente marino como terrestre, zonas de transición biogeográfica. Así, para el ambiente terrestre, en la zona de la península de Taitao y golfo de Penas, se produce la transición entre la flora y la fauna de la región valdiviana hacia el norte con aquella de la región magallánica hacia el sur, en tanto que para el ambiente marino ocurre lo mismo entre la zona o región peruana hacia el norte y la antártica hacia el sur.

Con ello, el PNLSR alberga dentro de sus límites representantes de la flora y fauna de las cuatro zonas mencionadas, incorporándose, además, las distintas manifestaciones ecosistémicas en un gradiente este-oeste, es decir desde la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes hasta el mar.

Los resultados, por lo tanto, confirman la importancia del Parque desde la perspectiva de su contribución a la preservación de la diversidad biológica de la patagonia occidental y ofrece un escenario de gran interés para la realización de estudios científicos relacionados.

Capacitación de guardaparques, profesionales y técnicos

El proyecto aportó en este sentido en dos aspectos claramente identificables. Por un lado, el desarrollo de investigaciones de campo en el PNLSR, permitió que los Guardaparques estuviesen ex-

Por último sólo resta mencionar que como prueba de lo exitoso de este proyecto, en la actualidad se encuentra en ejecución otra etapa, esta vez financiada por la Unión Europea, que persigue complementar lo iniciado y continuar avanzando por esta senda que combina ciencia, gestión, cultura, desafíos, esfuerzo y resultados, por el bien de nuestro patrimonio natural.

primero de ellos y luego se agregará et al.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: En ellas figurará solamente la bibliografía citada en el texto. Esta deberá disponerse en orden alfabético de autores y las referencias del mismo autor por orden cronológico. Para la estructura de las citas deberá seguirse el modelo de este Boletín.

AGRADECIMIENTOS: Deben colocarse en forma breve, antes de las referencias bibliográficas.

Pruebas de imprenta: El autor recibirá una prueba de imprenta que deberá devolver corregida en breve plazo. Estas correcciones se referirán exclusivamente a las erratas de la imprenta.

Apartados: El o los autores recibirán gratuitamente un total de 30 separatas por trabajo.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La Dirección del Museo Nacional de Historia Natural considerará para la publicación en su Boletín, contribuciones originales e inéditas en las diferentes disciplinas relativas a las Ciencias Naturales y Antropología.

Presentación de originales:

Los autores deberán enviar al Director del Museo Nacional de Historia Natural o al editor del Boletín (casilla 787, Santiago), el original y dos copias del trabajo, mecanografiado a doble espacio, en papel de buena calidad, tamaño carta, escrito por una sola cara, con márgenes de por lo menos 2,5 cm., además de una copia electrónica.

En el texto, deberá ponerse con letra cursiva los nombres científicos correspondientes a géneros, subgéneros, especies y subespecies, además de la expresión et al.

El Editor, a través de su Comité Editorial someterá los originales al juicio crítico de especialistas y revisará el estilo antes de decidir su publicación; las observaciones serán enviadas al autor.

El Editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de rechazar aquellos trabajos que a su juicio no se ajusten al nivel de la revista.

Cuando un manuscrito se encuentre en proceso de revisión para su aceptación, no debe ser enviado para su publicación a otras revistas.

TITULO: Deberá ser corto y preciso.

El (los) autor(es) indicará(n), debajo del título, el nombre y dirección postal de la Institución a la que pertenece(n).

RESUMEN: Los originales en español deberán llevar un resumen en este mismo idioma y otro en un idioma extranjero de amplia difusión (preferentemente inglés). Estos deberán ser breves y objetivos, incluirán sólo el contenido y las conclusiones del trabajo y no excederán las 250 palabras. El resumen en idioma extranjero debe ir encabezado por el título en el idioma respectivo.

El trabajo deberá estar organizado en una secuencia lógica. En la introducción deberá dejarse claramente establecido cuáles son los objetivos y la importancia del trabajo, limitándose al mínimo la información relativa a trabajos anteriores. Métodos de práctica habitual deben señalarse sólo por su nombre reconocido y citando la respectiva referencia.

CUADROS: Se justifican cuando constituyen una síntesis de información para evitar un texto largo. Deben numerarse consecutivamente con números árabes: Cuadro 1, 2, 3, etc., colocando a continuación un título breve y preciso sin notas descriptivas. En su elaboración se deberá tener en cuenta las medidas de la página impresa de la revista.

FIGURAS: Incluyen dibujos lineales, gráficos, mapas, etc. y fotografías. Las fotografías deberán ser en blanco y negro, papel brillante y con buen contraste e intensidad.

Las figuras llevarán leyenda corta, precisa y autoexplicativa y serán numeradas correlativamente con cifras árabes: Figura 1, 2, 3, etc. En lo posible deberán diseñarse del tamaño en que se desea sean reproducidas, teniendo en cuenta las proporciones de la página impresa de la revista.

Si se tuviera que hacer figuras que excedan el tamaño de la hoja, deberán ser proyectadas considerando la reducción que sufrirá el original. Usar escalas gráficas.

Cada ilustración deberá llevar además del número, el nombre del autor y del artículo, los que deberán escribirse con lápiz grafito en su margen o en el reverso de cada una de ellas. El autor puede sugerir el lugar más apropiado para ubicar las ilustraciones.

El número de cuadros y figuras deberá limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.

REFERENCIAS: Las referencias en el texto se harán indicando solamente el apellido del autor, el año y la página, si es necesario. Si un autor tiene más de una publicación en un mismo año se diferenciarán agregando a, b, etc., a continuación del año. Cuando se trate de tres o más autores, se debe citar el

La edición de la presente obra, en lo que se relaciona con límites y fronteras del país,
no compromete en modo alguno al Estado de Chile.

