

## DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ANFIBIOS EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA SAN RAFAEL (XI REGIÓN, CHILE)

H. DÍAZ-PÁEZ<sup>1</sup>, C. WILLIAMS<sup>2</sup> y R.A. GRIFFITHS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción, Chile.

<sup>2</sup> 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.

## 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

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).

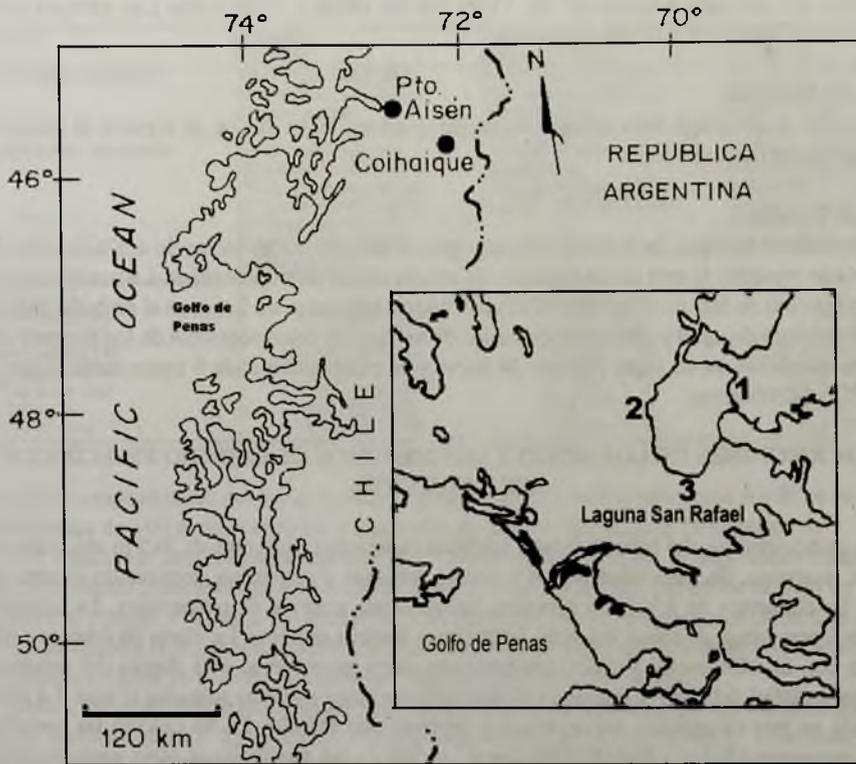


FIGURA 1. Localidad de estudio en el Parque Nacional Laguna San Rafael. Los puntos indican las áreas de recolección de especímenes. 1.- Área del Glaciar (aprox.  $46^{\circ} 38' S$ ,  $73^{\circ} 51' W$ ); 2.- Área del Canal de Ofqui (aprox.  $46^{\circ} 37' S$ ,  $74^{\circ} 02' W$ ); 3.- Área de San 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.

### **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,

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.

## 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 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.

	Trampas de caída			Búsqueda de refugio - VES		
	Canal	Glaciar	San Quintín	Canal	Glaciar	San Quintín
Días/Horas búsqueda	120	100	-	48	40	24
<b>Anfibios</b>						
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).

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,

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

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 *Batracios 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.

- 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.