

Informe – Estación de Monitoreo El Roble



Sistema de Información y
Monitoreo de
Biodiversidad y Servicios
Ecosistémicos (SIMBIO)

Proyecto GEF Corredores Biológicos de
Montaña

Agosto 2018

Informe Estación de Monitoreo Santuario de la Naturaleza El Roble
Agosto 2018

EQUIPO DE TRABAJO

Jaime Rovira
Marianne Katunarić
Petra Wallem
Sofía Flores
Magdalena Bennett

FOTOGRAFÍAS

Pablo Cruz
Sofía Flores

CON LA COLABORACIÓN DE

División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente
SEREMI Medio Ambiente Región Metropolitana, Sección Recursos Naturales

AGRADECIMIENTOS

Vanezza Morales
Nicolás Lavandero
Matías Tobar
Diego Demangel
Nicolás Lagos
César Palma
Administración Santuario de la Naturaleza El Roble

Desarrollado y financiado por:

Proyecto GEFSEC ID 5135 "Protegiendo la Biodiversidad y Múltiples Servicios Ecosistémicos en Corredores Biológicos de Montaña, en el Ecosistema Mediterráneo de Chile. Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente (2016-2021).

Citar este documento como:

Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2018. Informe Estación de Monitoreo, Santuario de la Naturaleza El Roble. Desarrollado y financiado por: Proyecto GEFSEC ID 5135 MMA-ONU Medio Ambiente, Santiago, Chile. 43p.

Índice

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA EL ROBLE.....	3
VINCULACIÓN CON SIMBIO	3
METODOLOGÍA	5
<i>Monitoreo en gradiente altitudinal</i>	5
Avances en el desarrollo de este monitoreo	10
Composición florística	10
Fauna	16
Proyecciones a futuro.....	17
<i>Monitoreo de carnívoros en los corredores biológicos de montaña</i>	18
Acerca de los carnívoros.....	18
Acerca de la utilización de trampas cámara	19
Avances en el desarrollo de este monitoreo	20
CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	21
CARACTERIZACIÓN DE TRAMPAS CÁMARA	24
INDICADORES	25
1. <i>Gradiente altitudinal</i>	25
Diversidad de especies vegetales	26
Porcentaje de especies vegetales nativas.....	28
Porcentaje de árboles, arbustos y hierbas	29
Porcentaje de especies adaptadas a condiciones desfavorables	30
Porcentaje de especies vegetales en categoría de conservación	31
Frecuencia especies vegetales.....	32
Cobertura de especies vegetales	33
2. <i>Fauna</i>	34
Riqueza de invertebrados.....	34
Tipos funcionales de invertebrados.....	35
Riqueza de aves y reptiles	36
Hábito alimenticio de aves y reptiles.....	37
Conducta predatoria de aves y reptiles.....	38
Porcentaje de aves y reptiles en categoría de conservación	39
CONCLUSIONES Y REFLEXIONES GENERALES.....	40
GRADIENTE ALTITUDINAL.....	40
<i>Composición florística</i>	40
<i>Invertebrados, aves y reptiles</i>	40
CARNÍVOROS EN CORREDORES BIOLÓGICOS	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

Descripción general de la estación de monitoreo de biodiversidad del Santuario de la Naturaleza El Roble

Vinculación con SIMBIO

El presente monitoreo de biodiversidad se enmarca en el Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (SIMBIO) del Ministerio del Medio Ambiente e instituciones colaboradoras y socias, y que está implementando el Proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña. El SIMBIO es una red de monitoreo a escala regional, que espera servir como piloto a distintos instrumentos de gestión relativos a biodiversidad a nivel país. Su objetivo es *“Disponer información sobre biodiversidad y los servicios ecosistémicos que provee, de manera actualizada y permanente, abordando sus distintos componentes (estructura, composición y función), y analizando e integrando diferentes escalas espaciales de los ecosistemas mediterráneos de la Región Metropolitana y Región de Valparaíso sector Cordillera de la Costa”*.

El SIMBIO estará a cargo del Proyecto GEF Montaña hasta el 2021. Luego de ello, quedaría a responsabilidad del futuro Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP). En caso de que este servicio aún no esté creado una vez finalizado el Proyecto GEF Montaña, la continuidad a largo plazo quedará a cargo del MMA y las SEREMIs respectivas. En este sentido, es fundamental que el SIMBIO logre desarrollarse con una toma de datos fácil, de bajo costo y accesible, con fin de facilitar su replicabilidad y mantención una vez finalizado el proyecto GEF Montaña.

Ahora bien, el SIMBIO cuenta con dos aproximaciones al territorio:

- **Monitoreo a escala de paisaje:** Levanta información para toda el área del proyecto GEF Montaña, de modo permanente, basándose principalmente en sistemas de información geográfica (SIG) y de percepción remota a escala regional o de paisaje. Con esta estrategia se puede abordar los componentes de estructura y función de la biodiversidad, no obstante no se puede identificar en detalle cómo las tendencias a escala de paisaje repercuten en la integridad ecológica.
- **Monitoreo a escala local o de sitio:** La mirada extensa de paisaje se complementa en esta segunda estrategia, a través de tres estudios de caso o “zoom in”, en los cuales se levanta información en terreno, en forma permanente y periódica, relativa a la componente composición de la biodiversidad. Dichos estudios de caso actúan como sitios testigo o referentes de la condición de la diversidad biológica y sus tendencias a escala local, abordando principalmente la composición de la flora y fauna autóctona.

Dentro del monitoreo a escala de sitio, el SIMBIO contempla tres estudios:

- A. Monitoreo de corredores biológicos naturales:** orientado en la evaluación de la conectividad funcional en los cordones montañosos de Angostura de Paine y de Chacabuco, por medio del monitoreo de fauna carnívora/omnívora a través de trampas cámara. Para desarrollar este monitoreo, a mayo de 2018, el Proyecto GEF Montaña ha instalado 58 cámaras trampa en 12 localidades del área del proyecto.

- B. Monitoreo en gradiente altitudinal:** orientado a la evaluación del estado de la flora y fauna en diferentes comunidades vegetales a lo largo de un gradiente altitudinal. Para desarrollar este monitoreo, a febrero de 2018, el Proyecto GEF Montaña ha realizado tres campañas de terreno en dos sitios piloto o áreas testigo dentro del área del proyecto, Reserva Natural Altos de Cantillana y Santuario El Roble, con fin de instalar unidades de muestreo permanentes de biodiversidad.

- C. Monitoreo de vegetación altoandina - Estación GLORIA:** GLORIA es el acrónimo de “Global Observation Research Initiative in Alpine Environments”, es decir, “Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de Ambientes Alpinos”. Corresponde a un proyecto internacional que tiene por objetivo establecer una red para la observación a largo plazo y el estudio comparativo de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de la alta montaña del planeta. En Latinoamérica, la Red GLORIA- Andes cuenta con aproximadamente 15 sitios de monitoreo ubicados en seis de los siete países andinos, siendo Chile el único país andino faltante. Para desarrollar este monitoreo, a mayo de 2018, el Proyecto GEF Montaña ha realizado dos expediciones, una al Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal y otra a la Reserva Nacional Río Clarillo, con fin de evaluar posibles cumbres para la instalación de una Estación GLORIA.

Es en los monitoreos de corredores biológicos naturales y en el de gradiente altitudinal que se enmarca el presente informe, entendiendo que el Santuario El Roble fue definido como uno de los estudios de caso, “zoom in”, o sitios testigo en los cuales el SIMBIO levantará información en terreno, en forma permanente y periódica, relativa a la componente composición de la biodiversidad, con fin de dar referencia acerca de la condición de la diversidad biológica y sus tendencias a escala local, abordando principalmente el ámbito composición de la biodiversidad difícil de captar por medio de la percepción remota y SIG.

Este santuario corresponde a un área privada en donde sus propietarios tienen interés en la conservación y protección de la biodiversidad, hasta el punto de solicitar todo o parte de su superficie como santuario de la naturaleza. Este sitio cuenta con administración y por tanto regulación de ingreso a visitantes, y baja explotación silvoagropecuaria (talaje, extracción de tierra de hoja, etc). Las características de este sitio se alinean con los intereses del Proyecto GEF Montaña, y además al contar con administración, prestan mayor seguridad a la realización de la investigación y el cuidado de los equipos.

Metodología

Monitoreo en gradiente altitudinal

Este monitoreo está orientado a la evaluación del estado de la flora y fauna en diferentes comunidades vegetales a lo largo de un gradiente altitudinal. Para ello se contempla la toma de datos en terreno en distintas unidades de muestreo, las cuales se entenderán como áreas en donde se desarrollan diferentes monitoreos permanentes, con metodologías como cuadrantes, transectas, puntos de escucha u otros dependiendo de su objeto de estudio, pero centrados en la misma unidad de muestreo (Figura 1). Dentro de los elementos a monitorear en las unidades de muestreo se encuentra la flora, vegetación, hongos, invertebrados, aves diurnas y nocturnas, reptiles, anfibios, micromamíferos, además de algunos estudios experimentales de suelo y herbivoría.

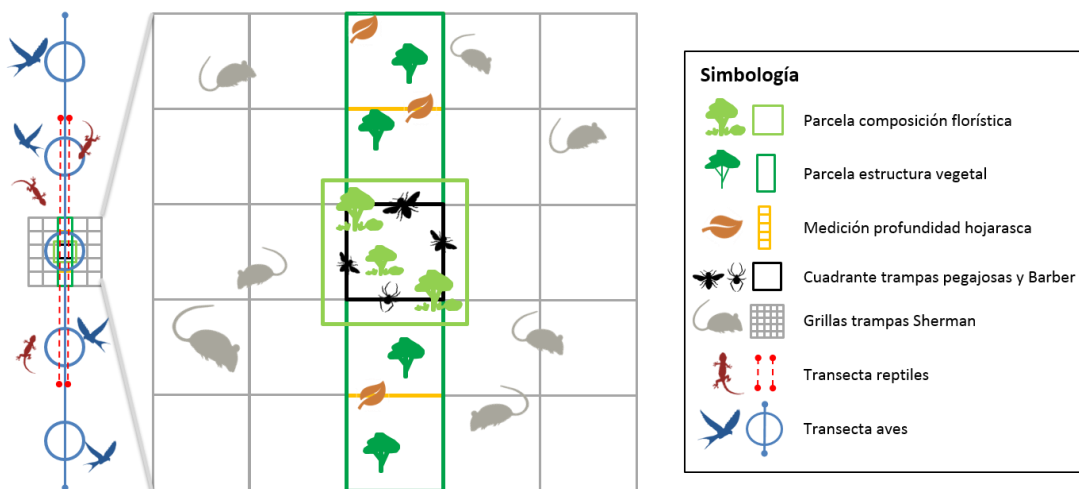
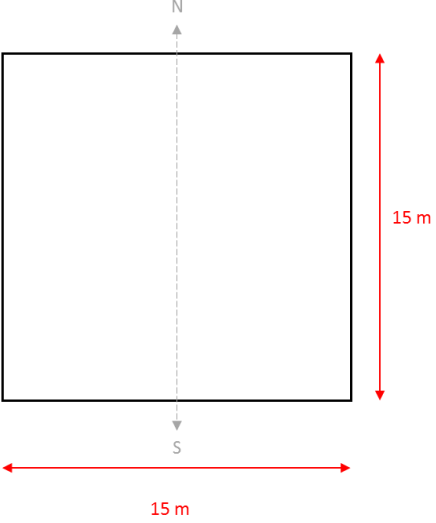


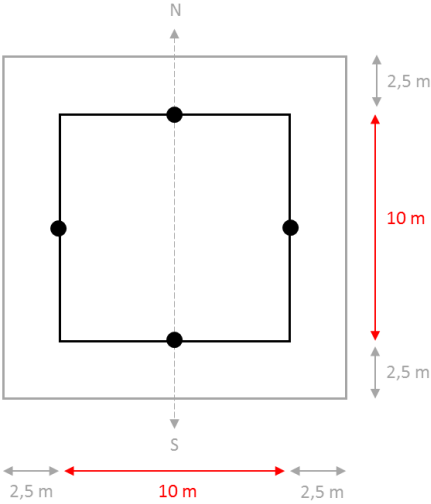
Figura 1. Representación de una unidad de muestreo en donde se centran los distintos métodos a utilizar.

Los procedimientos de muestreo realizados en este monitoreo son los siguientes:

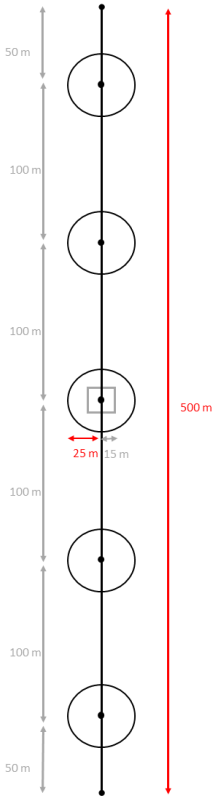
Flora vascular:

Nombre de la metodología	Composición florística
Unidad de muestreo	<p>Parcela de 225 m² (15x15m) orientada hacia el norte</p> 
Réplica	En cada estación de muestreo Dos veces al año (primavera y otoño)
Esfuerzo (hr)	2 hr/pc estimado
Datos a medir	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de especies de flora vascular • Cobertura de especies de flora vascular (Braun-Blanquet) • Cobertura vegetal total, suelo desnudo, hojarasca y rocas (%)
Datos a partir de bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> • Origen (nativas/exóticas) • Formas de vida (clasificación de Raunkiaer) • Categoría de conservación de especies encontradas
Procedimiento	<p>Se registran e identifican taxonómicamente las especies de flora vascular contenidas en la parcela.</p> <p>En el caso de la flora vascular, y con fines de identificación, se guardará un ejemplar (no herborizado) lo más completo posible preferentemente en un block de hojas blancas, asignándole un código, y de ser posible se le sacará una fotografía.</p> <p>Teniendo los ejemplares identificados o codificados se procede a estimar su cobertura de acuerdo a Braun-Blanquet.</p> <p>Finalmente se procede a evaluar los parámetros de la comunidad, tales como cobertura vegetal y de suelo.</p>

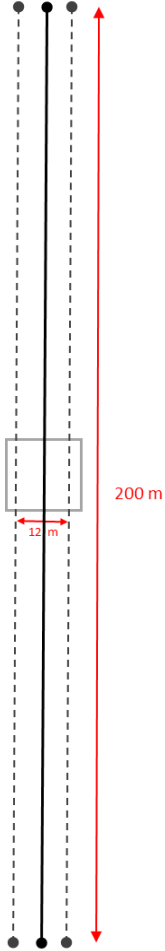
Invertebrados:

Nombre de la metodología	Trampas Barber y trampas pegajosas
Unidad de muestreo	<p>Cuadrante de 10x10m centrado en la parcela de composición florística</p> 
Réplica	En cada unidad de muestreo Dos veces al año (dos estaciones diferentes)
Esfuerzo (hr)	0,5 hr en instalar y 0,5 hr en recoger
Datos a medir	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de invertebrados a nivel de orden, idealmente de familia • N° de especímenes • Tipo de alimentación de los especímenes
Procedimiento	<p>En la mitad de cada uno de los lados del cuadrante de 10x10m centrado en la parcela de composición florística, se entierran a ras de suelo recipientes de plástico (trampas Barber) para captar individuos caminadores, colocándose cuatro trampas Barber en total por parcela. Se rellenan hasta la mitad con agua, detergente y anticongelante en una proporción 90:1:9. Sobre las trampas Barber, y en la medida que el sitio lo permita, se colocan trampas pegajosas para captar individuos voladores en troncos de árboles o colgando de arbustos, dando un total de cuatro trampas pegajosas por parcela. Si no pueden colocarse sobre las trampas Barber deberán dejarse lo más cerca posible de ellas.</p> <p>Deberán dejarse instaladas las trampas por al menos un día y una noche. Pasado dicho tiempo, el material colectado en las trampas Barber será dispuesto en frascos plásticos más pequeños con alcohol al 75%, en tanto que las láminas pegajosas se retiran y colocan en papel encerado o diamante para permitir el retiro de las muestras en laboratorio.</p> <p>En laboratorio se identificarán las muestras hasta el nivel de taxa que sea posible.</p>

Aves diurnas:

Nombre de la metodología	Puntos de escucha y observación de aves
Unidad de muestreo	<p>Transecta de 500 m, en 5 puntos (cada 100 m) círculos de 25 m de radio. Transecta centrada en parcela de composición florística.</p> 
Réplica	En cada unidad de muestreo Dos veces al año (dos estaciones diferentes)
Esfuerzo (hr)	1 hr por transecta se estima
Datos a medir	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de especie
Datos a partir de bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> • Origen (nativas/exóticas) • Categoría de conservación de especies encontradas • Hábito alimenticio • Conducta predatoria
Procedimiento	Para las aves diurnas, se realizarán puntos de muestreo separados cada 100 m en una transecta de 500 m para evitar el registro de los mismos individuos en más de un punto de la transecta. El registro se realizará al amanecer y al atardecer. Se deberá esperar 5 minutos en cada punto y luego de ello por 10 minutos se registran las aves escuchadas y avistadas a lo largo de un radio de aprox. 25 m.

Reptiles:

Nombre de la metodología	Transecta
Unidad de muestreo	<p>Transecta de 200x12m, centrada en parcela de composición florística</p> 
Réplica	En cada unidad de muestreo Dos veces al año (2 estaciones diferentes)
Esfuerzo (hr)	1 hr por transecta, mínimo estimado
Datos a medir	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de especie
Datos a partir de bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> • Origen (nativas/exóticas) • Categoría de conservación de especies encontradas • Hábito alimenticio • Conducta predatoria
Procedimiento	A lo largo de la transecta, dividida en dos lados de 6 m cada uno, se registran los encuentros visuales de reptiles, revisando también piedras, troncos y posibles refugios teniendo cuidado de no alterar el hábitat.

Avances en el desarrollo de este monitoreo

El Santuario El Roble (Decreto 229/2000 del Ministerio de Educación) se ubica en la cordillera de la Costa, comuna de Tiltil, presentando en general una exposición sur-oriente, y una altitud desde los 1.200 m.s.n.m. hasta los 2.200 m.s.n.m.

El equipo del Proyecto GEF Montaña ha realizado dos campañas de terreno en este santuario, una en noviembre de 2017 y otra en febrero de 2018, donde fue acompañado por los especialistas en flora Vanezza Morales y Nicolás Lavandero, además del especialista en fauna Diego Demangel. También contó con apoyo de la administración del santuario y profesionales de la SEREMI MA RM y el MMA. Esto, con fin de hacerlos partícipes y capacitarlos en las metodologías aplicadas. Con ello se pretende que, finalizado el Proyecto GEF Montaña, ellos hayan recibido la capacitación e instrucción suficiente para poder continuar los muestreos, lo que será reforzado con capacitaciones en sala en el último año del GEF Montaña (2021) y la generación de un manual de procedimientos y catálogo de especies registradas.

Ahora bien, la ubicación de las unidades de muestreo fue predefinida en gabinete considerando el gradiente altitudinal de las principales comunidades vegetales del santuario, para lo cual se utilizó la cartografía de comunidades vegetales definidas en su Plan de Manejo 2016. La ubicación final de las unidades de muestreo fue ajustada en terreno, considerando criterios como relativa accesibilidad (senderos, caminos) y seguridad (evitar pendientes de riesgo), y representatividad y homogeneidad de las comunidades vegetales de interés.

A la fecha se han instalado seis unidades de muestreo, una en Bosque esclerófilo Quillay-Litre (1.258 m.s.n.m.), una en Bosque Laurifolio Canelo-Chequén (1.269 m.s.n.m.), una en Matorral esclerófilo de Romerillo (1.452 m.s.n.m.), una en Matorral espinoso de Chagualillo (1.462 m.s.n.m.) y dos en Bosque caducifolio de Roble (1.524 y 1.922 m.s.n.m.).

Debe aclararse que en la instalación de las unidades de muestreo se ha priorizado la identificación de las parcelas de composición florística de 15x15 m, de la cual se toman sus coordenadas geográficas y marcan con flagging idealmente sus cuatro esquinas. En este sentido, no queda en la parcela ningún instrumento, cercado, ni otra demarcación más que los flagging. Comenzar la instalación de las unidades de muestreo con estas parcelas permitirá la caracterización florística de las mismas, con lo cual se podrá evaluar posteriormente cuáles de los otros monitoreos se podrán realizar de manera anidada en cada uno de las unidades (detalles en Figura 1).

Composición florística

Para el levantamiento de la composición florística en las unidades de muestreo se realizó una parcela de 225m² (15x15m) orientada hacia el norte. Este levantamiento debiera replicarse dos veces al año en estaciones del año diferentes (por ejemplo primavera y otoño). Al interior de cada parcela se realizó la identificación taxonómica de las especies presentes y se registró su cobertura de acuerdo a la escala Braun-Blanquet (Cuadro 1), labor realizada con el apoyo de los especialistas mencionados anteriormente. Además de ello, se registraron aspectos generales que permitieran caracterizar las parcelas, tales como coordenada, altitud, observación de intervenciones, cobertura vegetal, de suelo, de rocas y hojarasca, entre otros. Para cada especie se realizó una revisión bibliográfica que permitiese completar su taxonomía (familia), y caracterizarla (origen, hábito, forma de vida, estado de conservación, etc.) para así poder levantar parte de los indicadores.

Cuadro 1. Escala de coberturas de Braun-Blanquet

Código	Individuos	Cobertura (%)
r	1	< 5
+	2-5	< 5
1	5-50	< 5
2m	> 50	< 5
2a	muchos	5-15
2b	muchos	16-25
3	muchos	26-50
4	muchos	51-75
5	muchos	76-100

Fuente: Modificado de Glavar (1996).

i) Diversidad de especies vegetales

Para el presente reporte se medirá la diversidad alfa puntual, entendida como el número de especies en un punto determinado, ya sea una muestra territorial, o una muestra de una comunidad (Halffter et al., 2005). En este sentido, la diversidad alfa representa la diversidad de especies a lo largo de subunidades locales relevantes, y por definición abarca dos variables importantes, la riqueza de especies y la abundancia relativa de éstas (Carmona y Carmona, 2013).

Se calcularon varios indicadores de diversidad alfa con fin de evaluar cuáles respondían mejor a los datos levantados. Siguiendo la clasificación de Moreno (2001), se calcularon indicadores asociados a riqueza y a estructura, y en esta última, en términos de su abundancia proporcional, se consideraron los relativos a dominancia y a equidad.

En cuanto a los indicadores de riqueza, se calcularon la Riqueza específica, el Índice de diversidad de Margalef y el Índice de diversidad de Menhinick. Al graficar los valores obtenidos para cada parcela, se observó que estos indicadores presentaban curvas con prácticamente la misma tendencia. En ese sentido, para este reporte se escogió representar solo el indicador de Riqueza específica, puesto que corresponde al dato tomado directamente en terreno, en tanto que para el cálculo de los índices de Margalef y de Menhinick se requiere utilizar una adaptación al dato de cobertura tomado en terreno. Así, el indicador de riqueza escogido para este reporte queda definido como:

- Riqueza específica (S): Número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad (Moreno, 2001). Debido a su naturaleza no tiene límite de valores en cuanto a especies sean registradas.

En relación a los indicadores de estructura relativos a dominancia, se calcularon el Índice de Simpson y el Índice de Berger-Parker. De acuerdo (Moreno, 2001), los índices de dominancia son inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, considerando la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Al graficar los valores obtenidos para cada parcela, se observó que estos indicadores presentaban curvas con prácticamente la misma tendencia. En ese sentido, para este reporte se escogió representar solo el Índice de Simpson, puesto que utiliza para su cálculo los mismos datos que el de Berger-Parker pero es un indicador más conocido. Así, el indicador de dominancia escogido para este reporte queda definido como:

- Índice de Simpson (λ): Señala la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie. Es contrario a la equidad y está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001). Muestra resultados entre 0 y 1, donde los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás, aludiendo a ecosistemas más homogéneos (Campo y Duval, 2014). Su fórmula es

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde

λ = índice de Simpson

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En cuanto a los indicadores de estructura relativos a equidad, se calcularon el Índice de Shannon-Wiener y la Equidad de Pielou. Al graficar los valores obtenidos para cada parcela, se observó que estos indicadores presentaban curvas con tendencia relativamente similar. Atendiendo a esto, para este reporte se escogió representar solo la Equidad de Pielou, puesto que integra el cálculo del Índice de Shannon-Wiener y permite una mejor interpretación de los resultados. Así, el indicador de dominancia escogido para este reporte queda definido como:

- Equidad de Pielou (J'): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001). Los valores de J' varían entre 0 y 1, donde 0 representa baja equitatividad (o alta dominancia por un bajo número de especies), y 1 representa total equitatividad en la representación de individuos de cada especie del muestreo, es decir, donde todas las especies son igualmente abundantes (Carmona y Carmona, 2013). Su fórmula es

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{-\sum p_i \ln p_i}{\ln(S)}$$

donde

J' = Equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon-Wiener

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Es insumado por el Índice de Shannon-Wiener (H'), que mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo y Duval, 2014), asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001). El índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). El índice Shannon-Wiener aumenta con respecto a dos razones, un aumento en la riqueza de especies, y/o un aumento en la equitatividad de la representación de la abundancia relativa especies (Carmona y Carmona, 2013).

Cabe mencionar que para calcular los índices se utilizó como número de individuos la cobertura estimada según la escala de Braun-Blanquet, para lo cual se realizaron transformaciones (Steubing et al., 2002), utilizando equivalencias en escala ordinal como es la de Van der Maarel (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concordancia de la escala de cobertura-densidad de Braun-Blanquet con la ordinal de Van der Maarel.

Braun-Blanquet	Van der Maarel
-	0
r	1
+	2
1	3
2m	4
2a	5
2b	6
3	7
4	8
5	9

Fuente: Modificado de Ramirez et al. (1984) y Steubing et al. (2002)

ii) Porcentaje de especies vegetales nativas

Se buscó en diferentes publicaciones el origen de las especies vegetales identificadas. Se diferenció en tres categorías, Nativa, Nativa/Endémica, e Introducida. Con esta clasificación se procedió a calcular el porcentaje por categoría de origen para cada parcela de la estación de monitoreo.

iii) Porcentaje de árboles, arbustos y hierbas

El hábito de las especies vegetales registradas se obtuvo del Catálogo de Plantas Vasculares de Flora del Cono Sur¹. Considerando que el hábito en dicha fuente es bastante detallado, y con el fin de simplificar la representación de los resultados, se procedió a agrupar las categorías en árbol, arbusto y hierba tal como se muestra en el Cuadro 3. Ya con esta clasificación se procedió a calcular el porcentaje por hábito para cada parcela de la estación de monitoreo.

Cuadro 3. Agrupación de los distintos hábitos de las especies vegetales.

Hábito señalado en el Catálogo de Plantas Vasculares de Flora del Cono Sur	Agrupación de los hábitos
Árbol	Árbol
Árbol o arbusto	
Arbusto o arbolito	
Arbusto	Arbusto
Arbusto parásito	
Subarbusto	
Subarbusto parásito	
Enredadera perenne	Hierba
Enredadera parásita anual	
Hierba o enredadera perenne	
Hierba o subarbusto perenne	
Hierba subleñosa perenne	
Hierba perenne	
Hierba bianual o perenne	
Hierba anual o perenne	
Hierba anual o bianual	
Hierba anual	
Hierba terrestre o saxícola perenne	
Hierba suculenta perenne	

¹ <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>

iv) Porcentaje de especies adaptadas a condiciones desfavorables

Las formas de vida de las especies vegetales siguieron la clasificación de Raunkiaer, la cual corresponde a especies fanerófitas (Fa), caméfitas (Ca), hemicriptófitas (Hc), criptófitas (Cr) y terófitas (Te). Esta clasificación, al basarse en el grado de protección de los órganos vegetativos (yemas) frente a condiciones desfavorables (frío invernal y calor estival) y su posición respecto al suelo, da una idea de las condiciones ecológicas de la unidad de estudio por medio de la fisionomía vegetal (Kent & Coker, 1992). La forma de vida de cada especie se obtuvo por medio de revisión bibliográfica. Con dicha información se procedió a calcular el porcentaje por forma de vida para cada parcela de la estación de monitoreo.

Esta clasificación se describe como (Figura 2):

- *Fanerófitas* (del griego phaneros= visible y phyton=vegetal, Marzocca (1985)): plantas que permanecen siempre visibles, sea cual sea la estación del año. Pueden ser árboles, arbustos, herbáceas (en países tropicales) o suculentas (en condiciones áridas). La mayoría son leñosas. Fructifican varias veces en el curso de su existencia, lo que se asocia a su longevidad (Huetz, 2005). Sus yemas se ubican como mínimo a 25-50 cm del suelo (Steubing et al., 2002), por lo que en climas donde hay nevadas invernales no son cubiertas por la nieve (Marzocca, 1985). Pueden corresponder tanto a especies caducifolias como perennifolias, y dentro de este grupo se encuentran las trepadoras (sí tienen raíces en el suelo), epífitas (no tienen raíces en el suelo), y parásitas (adheridas a otras plantas de las que consumen su savia) (Steubing et al., 2002).
- *Caméfitas* (de chamae= a tierra, Marzocca (1985)): plantas pequeñas que también son leñosas y fructifican varias veces, pero debido a su escasa altura se protegen del frío o el viento secándose (Huetz, 2005), y pueden quedar protegidas bajo la nieve. Sus yemas se ubican como máximo a 25-50 cm del suelo. A este grupo pertenecen las plantas en cojín, arbustos enanos con tallos leñosos y especies con tallos rastreros (Steubing et al., 2002).
- *Hemicriptófitas* (de hemi= mitad y crytos=escondido, Marzocca (1985)): estas plantas quedan semiescondidas durante las condiciones desfavorables (Huetz, 2005). En ellas puede morir el vástago aéreo en condiciones desfavorables invernales, en tanto que las yemas se mantienen vivas en la superficie del suelo activándose para desarrollarse en condiciones favorables al año siguiente. Este grupo es frecuente en climas templados, perteneciendo a él las plantas en roseta, parcialmente en roseta, y también sin roseta (Steubing et al., 2002).
- *Criptófitas* (de cryto=escondido, Marzocca (1985)): plantas invisibles durante condiciones desfavorables (Huetz, 2005). En ellas la porción epígea se seca y desaparece en épocas desfavorables, sobreviviendo las yemas como bulbos, tubérculos o rizomas en el interior del suelo (Steubing et al., 2002), por lo que se les suele conocer como geófitas (de geo = tierra). Al aparecer condiciones favorables se desarrolla rápidamente su porción aérea (Huetz, 2005).
- *Terófitas* (de theros= verano, Marzocca (1985)): plantas anuales o bianuales que sobreviven las épocas desfavorables en estado de semilla, presentando protección extrema frente al frío y la sequedad. Muchas plantas ruderales, de desierto y malezas pertenecen a este grupo (Steubing et al., 2002). Tras haber cumplido su ciclo vegetativo completo, la planta se seca y muere (Huetz, 2005).

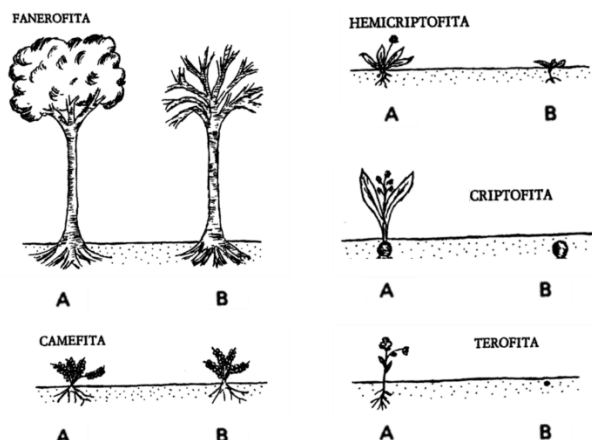


Figura 2. Clasificación de Raunkiaer. Estación favorable corresponde a A y desfavorable a B.
Fuente: Modificado de Huetz (2005).

v) *Porcentaje de especies vegetales en categoría de conservación*

La categoría de conservación de las especies vegetales se obtuvo de la nómina de especies del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) hasta el proceso N°13² del Ministerio del Medio Ambiente. Para aquellos casos en que las especies no se encontraran en la nómina, éstas se clasificaron como “Sin categoría”. Con dicha información se procedió a calcular el porcentaje por categoría de conservación para cada parcela de la estación de monitoreo.

vi) *Frecuencia de especies vegetales*

A partir del listado de presencia de las especies pudo obtenerse la frecuencia, la que se entienda como el número de parcelas en las cuales se encuentra determinada especie. Ahora bien, la frecuencia fue expresada como porcentaje de acuerdo al número total de parcelas, lo que para el caso de El Roble se detalla en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Equivalencias entre número y porcentaje para las frecuencias de El Roble.

Frecuencia (N° de parcelas en que está presente una especie/N° total de parcelas)	Frecuencia (%)
1/6	16,7%
2/6	33,3%
3/6	50,0%
4/6	66,7%
5/6	83,3%
6/6	100%

² <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/index.htm>

vii) Cobertura de especies vegetales

Tal como se mencionó anteriormente, se registró en terreno la cobertura de las especies vegetales de acuerdo a la escala Braun-Blanquet (Cuadro 1). Con esta información se pudo representar el porcentaje de especies que presentan determinada cobertura para cada parcela de la estación de monitoreo, lo que está íntimamente ligado a la dominancia de las especies y cómo ésta varía.

Fauna

Invertebrados: Riqueza y tipos funcionales

En noviembre de 2017 se realizó un muestreo experimental de invertebrados asociado a una estación de monitoreo del Santuario El Roble (RobP03. Matorral esclerófilo de Romerillo). Para ello se definió un cuadrante de 10x10m centrado en la parcela de composición florística. Al medio de las aristas del cuadrante se enterró una trampa Barber y sobre ésta se colgó una trampa pegajosa para insectos voladores, por lo que el cuadrante contuvo 4 de cada una de estas trampas, las que permanecieron activas por alrededor de un día.

Con la colaboración del entomólogo Cesar Palma se identificó los individuos recolectados, principalmente a nivel de orden y de familia. Además de ello el especialista señaló su hábito alimenticio.

Vertebrados: riqueza, hábito alimenticio, conducta predatoria y estado de conservación.

En noviembre de 2017 se realizó un monitoreo experimental de aves y reptiles asociado a una unidad de muestreo del Santuario El Roble (RobP03. Matorral esclerófilo de Romerillo). El método de muestreo de cada uno de ellas fue el siguiente:

- Aves: se realizaron puntos de escucha y observación cada 100 m a lo largo de una transecta de 500 m, la que se encontraba centrada en la parcela de composición florística. Los puntos de escucha y observación correspondieron a circunferencias de 25 m de radio aproximadamente, y el registro tuvo una duración de 10 minutos luego de haber esperado 5 minutos desde la llegada al punto. Los registros correspondieron a especie, y en los casos que correspondiera, a abundancia.
- Reptiles: Se siguió una transecta, de 200x12m, centrada en la parcela de composición florística. A cada lado de la transecta se observó hasta 6 m los encuentros visuales de reptiles, revisando también piedras, troncos y posibles refugios teniendo cuidado de no alterar el hábitat.

A partir de esta información se generó un indicador de riqueza señalando las especies registradas y clasificándolas de acuerdo a su clase y orden. Utilizando diferentes fuentes bibliográficas se pudo señalar por cada clase el hábito alimenticio de los especímenes y su conducta predatoria, lo que permitió calcular los porcentajes de éstas. La categoría de conservación se obtuvo de la nómina de especies del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) hasta el proceso N°13³ del Ministerio del Medio Ambiente, lo que permitió calcular el porcentaje de especies en categoría de conservación.

³ <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/index.htm>

Proyecciones a futuro

El equipo GEF Montaña continuará con la instalación de nuevas unidades de muestreo permanentes en el Santuario El Roble. Se buscará representar unidades en tres niveles de gradiente altitudinal de aproximadamente 300 m.n.s.m. de diferencia entre sí, con fin de poder comparar entre estos niveles a futuro. Ahora bien, en las unidades se mantendrá el monitoreo de composición florística, y se completará el muestreo en algunas de estas unidades en cuanto a estructura vegetal, aves, reptiles, micromamíferos, y anfibios, además de la instalación cercana de parcelas experimentales de suelo y de exclusión de herbivoría.

Ya con una mayor recopilación de datos, se podrán realizar mayores análisis e incluir otro tipo de indicadores. Por ejemplo, respecto de la riqueza de especies, se podrá tener con el tiempo un patrón de acumulación de nuevas especies con respecto a la recolección de individuos durante el proceso de muestreo. Por otro lado, y de acuerdo a Carmona y Carmona (2013), se podría evaluar la realización de procesos de rarefacción que permitan comparar índices de diversidad entre hábitats en base a un mismo número de individuos.

También en cuanto se tengan más datos, se desea calcular la diversidad beta, entendida como el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma, considerada como la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno, 2001). Con ello, se podrá contar con información de la diversidad biológica en las diferentes comunidades (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre éstas (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel de sitio (diversidad gamma) (Moreno, 2001).

Monitoreo de carnívoros en los corredores biológicos de montaña

Este monitoreo está orientado en la evaluación de la conectividad funcional en los cordones montañosos de Angostura de Paine y de Chacabuco, los que pueden ser considerados corredores biológicos naturales entre la Cordillera de los Andes y Cordillera de la Costa. Apunta a monitorear un aspecto de la funcionalidad de los corredores y con ello del paisaje.

El estudio apunta a monitorear fauna carnívora/omnívora a través de trampas cámara, permitiendo hacer seguimiento a las áreas críticas para la conectividad funcional. Utilizar trampas cámara permite estudiar especies que son difíciles de observar, ya que son escurridizas o tienen horarios nocturnos. Además, no se descarta la detección de otros vertebrados utilizando esta tecnología, lo que generará información adicional útil por ejemplo para caracterizar ensambles.

Acerca de los carnívoros

En el sitio de estudio pueden encontrarse seis especies de carnívoros nativos, y que están descritas para el área del proyecto GEF Montaña, los que pueden agruparse del siguiente modo:

- Felinos nativos, considerados carnívoros estrictos. En este grupo se encuentra *Leopardus colocolo* (gato colocolo) que se encuentra en categoría de conservación “Casi amenazado”; *Leopardus guigna* (guiña) en categoría “Vulnerable”; y *Puma concolor* (puma) en categoría “Casi amenazado”.
- Mustélidos, también catalogados como carnívoros estrictos. A este grupo pertenece *Galictis cuja* (quique), que se encuentra en categoría de conservación “Preocupación menor”.
- Cánidos, considerados como carnívoros omnívoros. Aquí pertenecen *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) y *Lycalopex griseus* (zorro chilla), ambos en categoría de conservación “Preocupación menor”.

Muchas de estas especies son depredadores tope y tienen un rol importante en el equilibrio de los ecosistemas. Esto pues en un ecosistema, la productividad primaria determina el largo de una cadena trófica, siendo los depredadores tope (particularmente los más especializados) altamente susceptibles a la escasez de recursos e interrupciones en el flujo de nutrientes y energía (Farías A., 2017). En este sentido, la abundancia y la diversidad de carnívoros en un área, constituyen indicadores importantes de la salud general de un ecosistema, ya que integran la información proveniente de perturbaciones experimentadas por niveles tróficos inferiores, incluyendo la ocurrencia de disturbios antrópicos (polución, fragmentación de hábitat, caza, incendios y otros).

Ahora bien, a escala de sitio, el estudio permite monitorear la presencia y patrones de actividad de los carnívoros estrictos y omnívoros, haciendo un seguimiento de los atributos del sitio y su paisaje que son utilizados con mayor frecuencia por estos carnívoros, ya sea para su desplazamiento u otras actividades vitales, así como sus patrones horarios. Es importante recordar que gran parte de las especies de carnívoros descritas para la estación de monitoreo se encuentran en alguna categoría de conservación, por lo que es importante conocer sus preferencias y requerimientos de hábitat para guiar futuras acciones de conservación en las áreas donde sean registrados.

Acerca de la utilización de trampas cámara

Esta tecnología permite estudiar especies que son difíciles de observar, ya que son escurridizas o tienen horarios nocturnos. Para la instalación, se trabajó primeramente en gabinete a partir de imágenes satelitales de Google Earth, con las que se identificó potenciales sitios de instalación, los cuales debían además presentar senderos o caminos relativamente cercanos.

La ubicación final de las trampas cámara se determinó en terreno, revisando las potencialidades de cada santuario y la accesibilidad a estos posibles sitios, contando en algunos casos con apoyo local (administradores, trabajadores, etc) y su valioso conocimiento de los sectores.

En general los criterios utilizados para instalar las trampas cámara son los siguientes, señalados en orden de prioridad:

- 1) Asegurar que las cámaras trampa se encuentren en un lugar poco transitado, por ejemplo en un predio con cuidado y acceso regulado, para evitar pérdida por hurto. Además, en general, se procura que las trampas cámara queden relativamente cerca de un acceso vehicular o un sendero de trekking, para disminuir los esfuerzos en las salidas de revisión.
- 2) Considerar elementos del paisaje que representen potenciales vías de tránsito de felinos, los cuales son altamente especializados y aparentemente son más selectivos de los lugares por donde transitan, en comparación a los cánidos. El especialista a cargo de la instalación, Nicolás Lagos, indica que los felinos tienen un grado importante de fidelidad a los senderos que utilizan, por tanto, la ubicación de una trampa cámara en un sendero utilizado por felinos asegura el registro de su presencia. Tener cuidado en que, por ejemplo, a una distancia de cinco metros de este sendero de uso felino, podría ya no registrarse a los individuos que lo utilizan, por tanto, se debe prestar especial énfasis en identificar atributos del paisaje, como divisorias de quebradas, priorizando los filos de las montañas y portezuelos, los cuales serían las vías que utilizan los felinos para movilizarse.
- 3) Con respecto a los cánidos, en este caso los zorros nativos, éstos no serían tan selectivos respecto de los lugares que transitan, dado quizás a su dieta omnívora y su alta adaptabilidad a los ambientes más diversos. Además, aparentemente responderían mejor al señuelo del atractor olfativo que se coloca frente a la trampa cámara. Para este paso, se incluyen lugares en las laderas y lecho de esteros o ríos pequeños, así como mesetas.
- 4) Con respecto a los mustélidos, estos también tienen una conducta generalista en el uso del paisaje, encontrándose en general desde el nivel del mar hasta los 4.300 m.s.n.m., en zonas de variadas características como sabana, matorral, bosque, esteros y cordones montañosos altoandinos.

Ya identificado el lugar se procedió a realizar la instalación de las trampas. Se intentó dejar lo más estable posibles las cámaras trampa para evitar su movimiento. Durante la instalación se hizo la configuración de la cámara dependiendo de las condiciones del sitio, se cortó o tapó la vegetación que pudiera generar fotografías falsas, y se colocó un atractor olfativo (orina de lince) el cual se protege cubriéndolo con piedras.

Avances en el desarrollo de este monitoreo

En abril de 2018, y con el apoyo del especialista en carnívoros, Nicolás Lagos, se instalaron en el Santuario El Roble cinco trampas cámara, las que ese mismo mes fueron revisadas para evaluar su funcionamiento y retirar las fotografías tomadas.


El análisis de las fotografías se está realizando con el apoyo de un alumno de tesis de la Universidad Andrés Bello, Alejandro Javiel, quien está postulando al grado de Biólogo, siendo la profesional del GEF Montaña, la Dra. Petra Wallem su tutora y el profesor fiscalizador de la universidad, el Dr. Gonzalo Medina. El título de su tesis es: “Respuesta del ensamble de carnívoros ante efectos antrópicos y medidas de gestión local a lo largo de un gradiente altitudinal, en la Región Metropolitana de Chile”.

A junio de 2018, el alumno tesista ha revisado más de 650 fotografías de El Roble, obteniéndose registros de presencia de 10 especies vertebradas (Cuadro 5), más de la mitad de ellas en alguna categoría de conservación.


Cuadro 5. Especies identificadas por medio de trampas cámara en Santuario El Roble


Clase	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza de extinción Zona Centro	Presencia en cámaras trampa					Total de registros
				Gef Mont 002	Gef Mont 003	Gef Mont 004	Gef Mont 012	Gef Mont 006	
Aves	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz						Sí	15
	<i>Muscisaxicola cinerea</i>	Dormilona cenicienta		Sí					3
	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal						Sí	6
	<i>Bos primigenius</i>	Vaca						Sí	6
	<i>Galictis cuja</i>	Quique	Preocupación Menor					Sí	7
Mamíferos	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	Preocupación Menor		Sí	Sí			78
	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato colo-colo	Casi Amenazada	Sí				Sí	25
	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Preocupación Menor				Sí		55
	<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	Preocupación Menor	Sí	Sí	Sí			65
		Roedor no identificado						Sí	21
Reptiles	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	Preocupación Menor		Sí				12
Suma total								293	

Caracterización de las unidades de muestreo


RobP01. Bosque esclerófilo Quillay-Litre		Datos generales	
	Código (ID)	RobP01	
	Campaña de terreno	06/08feb2018	
	Altitud (msnm)	1258	
	Descripción general		
	Cobertura vegetal total (%)	95	
	Cobertura suelo desnudo (%)	2	
	Cobertura hojarasca (%)	70	
Cobertura rocas (%)	3		

RobP02. Bosque laurifolio Canelo-Chequén		Datos generales	
<div style="border: 1px solid blue; padding: 20px; text-align: center; color: blue;">Sin fotografía</div>	Código (ID)	RobP02	
	Campaña de terreno	06/08feb2018	
	Altitud (msnm)	1269	
	Descripción general		
	Cobertura vegetal total (%)	100	
	Cobertura suelo desnudo (%)	50	
	Cobertura hojarasca (%)	48	
Cobertura rocas (%)	2		


RobP06. Matorral espinoso de Chagualillo		Datos generales		
	Código (ID)	RobP06		
	Campaña de terreno	06/08feb2018		
	Altitud (msnm)	1462		
	Descripción general			
	Cobertura vegetal total (%)	90		
Cobertura suelo desnudo (%)	3			
Cobertura hojarasca (%)	40			
Cobertura rocas (%)	7			

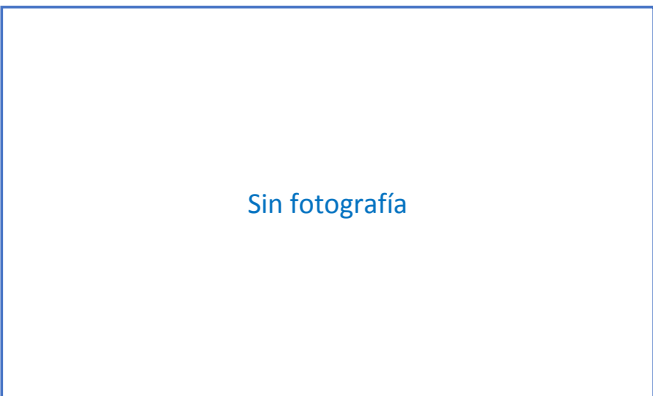
RobP03. Matorral esclerófilo de Romerillo		Datos generales		
	Código (ID)	RobP03		
	Campaña de terreno	14/16nov2017		
	Altitud (msnm)	1485		
	Descripción general			
	Cobertura vegetal total (%)			
Cobertura suelo desnudo (%)				
Cobertura hojarasca (%)				
Cobertura rocas (%)				

RobP05. Bosque caducifolio de Roble		
Sin fotografía	Datos generales	
	Código (ID)	RobP05
	Campaña de terreno	06/08feb2018
	Altitud (msnm)	1524
	Descripción general	
	Cobertura vegetal total (%)	100
	Cobertura suelo desnudo (%)	0
	Cobertura hojarasca (%)	100
	Cobertura rocas (%)	2


RobP09. Bosque caducifolio de Roble		
	Datos generales	
	Código (ID)	RobP09
	Campaña de terreno	06/08feb2018
	Altitud (msnm)	1922
	Descripción general	
	Cobertura vegetal total (%)	100
	Cobertura suelo desnudo (%)	0
	Cobertura hojarasca (%)	75
	Cobertura rocas (%)	25

Caracterización de trampas cámara

Trampa GEF Mont 006  <p>Sin fotografía</p>	Datos generales	
	Código (ID)	GEF Mont 006
	Fecha instalación	09-04-2018
	Altitud (msnm)	1421

Trampa GEF Mont 012  <p>Sin fotografía</p>	Datos generales	
	Código (ID)	GEF Mont 012
	Fecha instalación	09-04-2018
	Altitud (msnm)	1715

Trampa GEF Mont 002 y 004		Datos generales	
Sin fotografía	Código (ID)	GEF Mont 002 y 004	
	Fecha instalación	09-04-2018	
	Altitud (msnm)	GEF Mont 002: 1975 GEF Mont 004: 1979	

Trampa GEF Mont 003		Datos generales	
	Código (ID)	GEF Mont 003	
	Fecha instalación	09-04-2018	
	Altitud (msnm)	2051	

Indicadores

1. Gradiente altitudinal

Diversidad de especies vegetales

Objetivo

Representar la diversidad de especies vegetales presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer la riqueza vegetal y abundancia proporcional presente en las comunidades vegetacionales muestreadas.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo de los indicadores ver [Diversidad de especies vegetales](#).

Resultados y análisis

La Figura 3 señala la riqueza específica (S) de las seis parcelas establecidas en las comunidades vegetacionales muestreadas en el Santuario El Roble, la cual promedia las 17,8 especies. Las parcelas con mayor riqueza correspondieron a las comunidades de Matorral esclerófilo de Romerillo y Matorral espinoso de Chagualillo, en tanto las con menor riqueza fueron Bosque laurifolio Canelo-Chequén y Bosque caducifolio de Roble (alto).

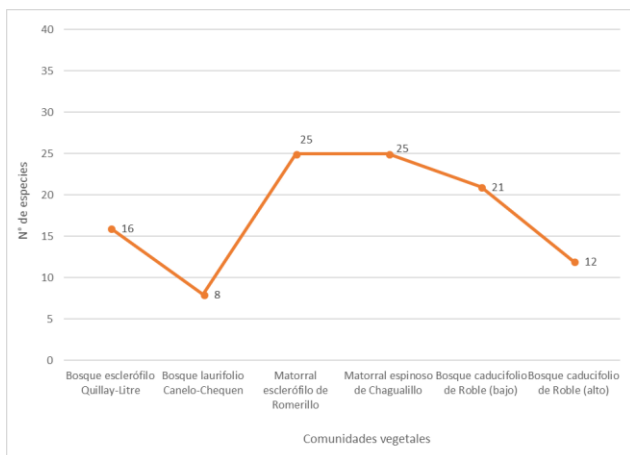


Figura 3. Riqueza de especies vegetales en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble.

Ahora bien, abordando la dominancia de especies, a Figura 4 muestra los valores del índice de Simpson (λ) obtenidos para cada parcela muestreada en El Roble. Se observa que los valores de las parcelas varían en un rango de 1,4 siendo todos inferiores a 0,2 lo que da cuenta de

que no existen muchas especies dominantes por sobre otras, por tanto son parcelas más bien heterogéneas. Destaca sí el caso del Bosque laurifolio de Canelo - Chequén, el cual presenta un índice que refleja una mayor dominancia de ciertas especies, lo que se debe a la alta cobertura que presentaron justamente las especies *Drimys winteri* (canelo) y *Luma chequen* (chequén).

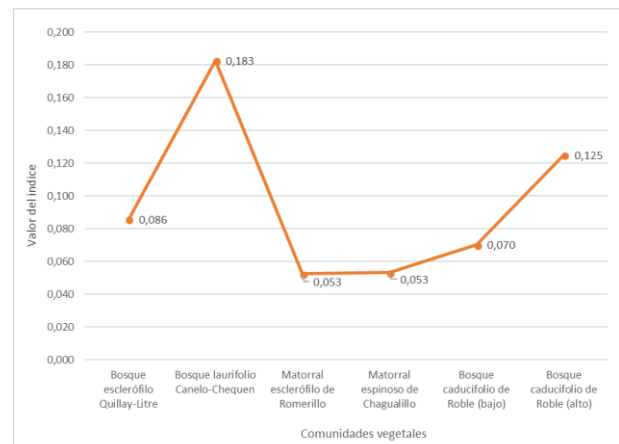


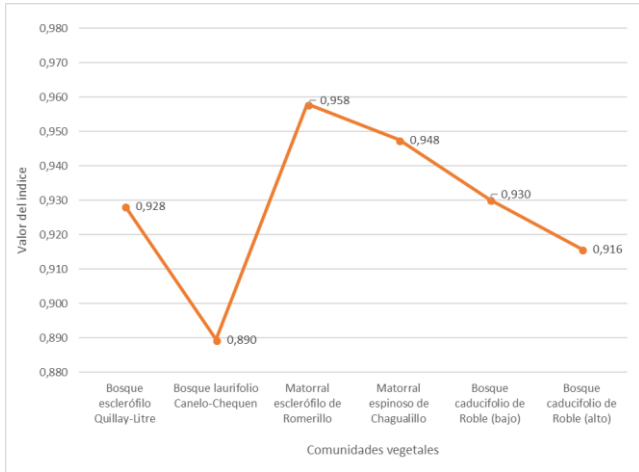
Figura 4. Índice de Simpson de las especies vegetales en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble.

En cuanto a la equitatividad, la Figura 5 muestra los valores de la equidad de Pielou (J') obtenidos para cada parcela muestreada en El Roble. Se observa que los valores de las parcelas varían en un rango de 0,07 siendo todos superiores a 0,89 lo que da cuenta de que una alta equitatividad en la representación de las especies, y se condice con los resultados de λ . Las parcelas que poseerían una alta diversidad respecto de lo esperado serían las del Matorral esclerófilo de Romerillo y Matorral

espinoso de Chagualillo, en tanto que el Bosque laurifolio de Canelo-Chequén sería el que poseería una diversidad un tanto menor al máximo esperado. De todos modos se insiste en que todas las parcelas poseen un valor alto de equitatividad.

Figura 5. Equidad de Pielou para las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble.

En general, S permitió conocer el espectro de la cantidad de especies que pueden encontrarse en cada parcela, λ indicó una baja dominancia y por tanto parcelas más bien heterogéneas, lo que fue congruente con J' que indicó altos valores de equitatividad en la abundancia de las especies de cada parcela.



Porcentaje de especies vegetales nativas

Objetivo

Representar el origen fitogeográfico de las especies vegetales presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer el origen fitogeográfico de las especies vegetales registradas en las parcelas permanentes muestreadas, lo que se asocia a las condiciones en que se encuentran las comunidades vegetales muestreadas y a su grado de intervención antrópica.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Porcentaje de especies vegetales nativas](#).

Resultados y análisis

A partir de la Figura 6 se aprecia que las especies nativas (N) y nativas/endémicas (N/E) del Santuario El Roble, las que conformaron la mayoría de las especies presentes en las parcelas permanentes presentando todas sobre el 80%. El Bosque laurifolio Canelo-Chequén fue el que presentó mayor porcentaje de especies N/E seguido del Bosque caducifolio de Roble (alto). Ninguna de las parcelas presentó especies introducidas (I).

Según González (2000), valores de introducción de especies mayores a 31% representan ambientes altamente intervenidos, por lo que podría decirse que las comunidades vegetales muestreadas estarían en buen estado, aunque debe esperarse la identificación de varias de las especies (SD) para poder confirmar estas cifras.

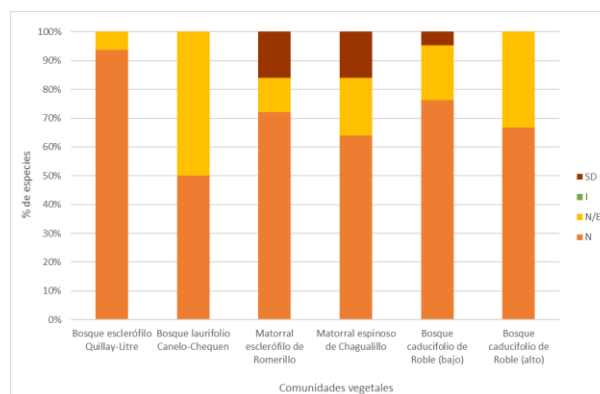


Figura 6. Origen de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble. N=Nativa, N/E=Nativa/Endémica, I=Introducida, SD=Sin dato.

Porcentaje de árboles, arbustos y hierbas

Objetivo

Representar el hábito de las especies vegetales presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer el hábito de las especies vegetales registradas en las parcelas permanentes muestreadas, lo que da una idea de la riqueza de hábitos, de la conformación de las especies y de la idoneidad de ésta con el tipo de comunidad vegetal en la que se encuentran.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Porcentaje de árboles, arbustos y hierbas](#).

Resultados y análisis

La Figura 7 da cuenta de la configuración de las especies muestreadas en el Santuario El Roble. Hubo presencia de árboles en todas las parcelas, sin embargo en el Bosque laurifolio de Canelo-Chequén el porcentaje fue muy superior al del resto. Los arbustos dominaron en cuatro de las seis parcelas, siendo levemente mayor justamente en los matorrales, es decir, en el Matorral espinoso de Chagalillo y en Matorral esclerófilo de Romerillo. En cuanto a las hierbas, éstas no predominaron en ninguna de las parcelas.

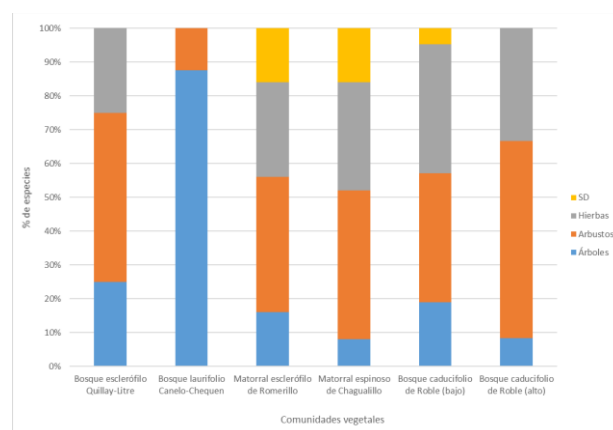


Figura 7. Hábito de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble. SD=Sin dato

Porcentaje de especies adaptadas a condiciones desfavorables

Objetivo

Representar la forma de vida de especies vegetales presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer la forma de vida de las especies vegetales registradas en las parcelas permanentes muestreadas, según la clasificación de Raunkiaer, dando cuenta de las condiciones ecológicas del sitio.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Porcentaje de especies adaptadas a condiciones desfavorables](#).

Resultados y análisis

La Figura 8 muestra que para el Santuario El Roble, las especies Fa predominan en las seis parcelas muestreadas, lo que sumando las Hc, da una presencia sobre el 50% en todas las parcelas. Basado en ello podría decirse que las condiciones ecológicas de las comunidades vegetales muestreadas son bastante favorables. Se destaca el Bosque laurifolio de Canelo-Chequén, donde solo se encontraron especies Fa, lo que va relacionado al porcentaje de especies arbóreas allí encontradas. El Bosque caducifolio de Roble (alto) fue el que presentó mayor porcentaje de especies Cr, lo que podría asociarse a que presenta la mayor altitud. Ahora bien, se registraron especies Te en la mitad de las parcelas muestreadas pero en muy bajo porcentaje. En general, para las parcelas muestreadas en El Roble, no existe gran influencia de la altitud respecto de la forma de vida de las especies, existiendo condiciones ecológicas más bien favorables para las comunidades vegetales.

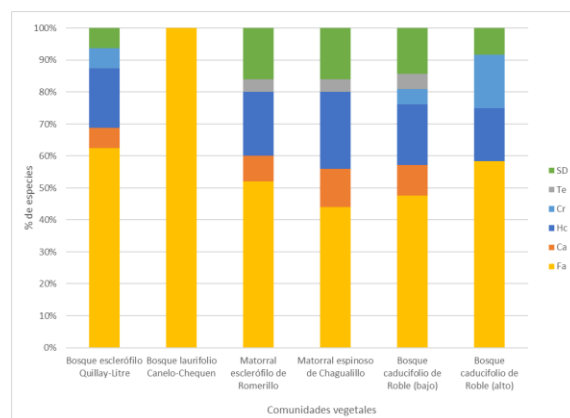


Figura 8. Forma de vida de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble. Fa=Fanerófitas, Ca=Caméfitas, Hc=Hemicriptófitas, Cr=Criptófitas, Te=Terófitas, SD=Sin dato.

Porcentaje de especies vegetales en categoría de conservación

Objetivo

Representar la presencia de especies vegetales clasificadas en alguna categoría de conservación en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer el estado de conservación de las especies vegetales registradas en las parcelas permanentes muestreadas, dando una idea de la relevancia de la conservación de las comunidades vegetales monitoreadas que sirven de refugio de estas especies.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Porcentaje de especies vegetales en categoría de conservación](#).

Resultados y análisis

La Figura 9 muestra que cuatro de las seis parcelas muestreadas en el Santuario El Roble poseen especies que han sido clasificadas en alguna categoría de conservación, tres de ellas con especies En Peligro (EN) y dos con especies en Preocupación Menor (LC). Las especies clasificadas en alguna categoría de conservación fueron, EN: *Alstroemeria garaventa* (lirio del campo) y *Drimys winteri* (canelo); y LC: *Adiantum chilense* (palito negro), *Cheilanthes glauca* (doradilla) y *Cheilanthes hypoleuca* (doradilla).

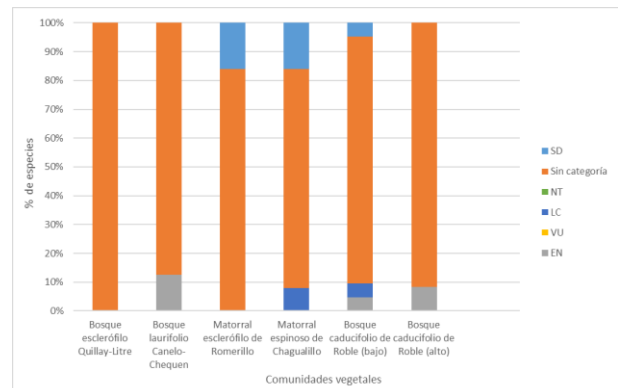


Figura 9. Estado de conservación de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en el Santuario El Roble. EN=En Peligro, VU=Vulnerable, LC= Preocupación Menor, NT=Casi Amenazada, SD=Sin dato.

Frecuencia especies vegetales

Objetivo

Representar la frecuencia de las especies vegetales en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Permite conocer la frecuencia de las especies vegetales presentes en las parcelas permanentes muestreadas. Dependiendo de cuáles sean las especies más frecuentes se podrá tener una idea de la condición de los sitios. También se asocia con la similitud/disimilitud de especies entre las distintas comunidades vegetales.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Frecuencia de especies vegetales](#).

Resultados y análisis

La Figura 10 muestra que, para El Roble, la frecuencia de las especies se presenta en categorías desde 16,7% (presente en 1 de 6 parcelas) a 83,3% (presente en 5 de 6 parcelas). La gran mayoría de las especies presenta una frecuencia del 16,7%. Solo el 15,0% de las especies presenta una frecuencia mayor al 40%. Para El Roble, la especie con frecuencia del 66,7% fue *Gochnatia foliolosa* (mira-mira), mientras que la especie con frecuencia del 83,3% fue *Azara petiolaris* (corcolén).

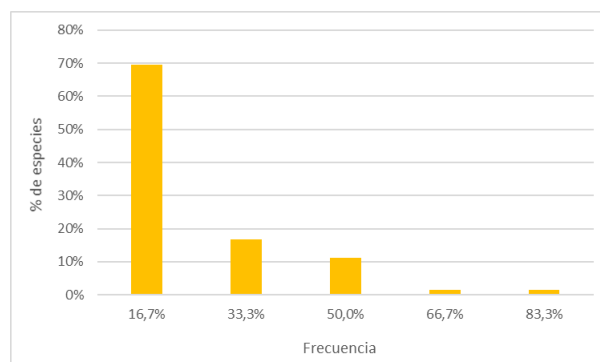


Figura 10. Distribución de la frecuencia con que se presentan las especies en las parcelas de las comunidades vegetacionales muestreadas en el Santuario El Roble.

Cobertura de especies vegetales

Objetivo

Representar la cobertura de las especies vegetales por medio de la escala Braun-Blanquet, en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en el Santuario El Roble.

Descripción

Señala el porcentaje de especies que presenta determinada cobertura, lo que permite conocer la abundancia de las especies vegetales presentes al interior de las parcelas permanentes muestreadas, dando una idea de su dominancia.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Flora vascular](#) y [Composición florística](#).

Para el cálculo del indicador ver [Cobertura de especies vegetales](#).

Resultados y análisis

Como se aprecia en la Figura 11, las parcelas de El Roble presentan desde un 60% de especies cuya cobertura se encuentra entre “r”, “+”, “1” y “2m”, las que de acuerdo a la escala de Braun-Blanquet, corresponden a una cobertura menor al 5%, variando solo la cantidad de individuos que presentan (1, 2-5, y 5-50 respectivamente). El Bosque esclerófilo Quillay-Litre y el Bosque laurifolio Canelo-Chequén son las parcelas donde se presenta mayor cantidad de especies con baja cobertura, en tanto que el Bosque caducifolio de Roble (alto) y el Matorral esclerófilo de Romerillo poseerían mayor porcentaje de especies con mayor cobertura-

La cobertura máxima que se presentó en las parcelas muestreadas en El Roble fue de “5”, que equivale a una cobertura entre 76-100%, y se observó en tres parcelas, correspondiendo a las especies *Luma chequen* (chequén) y *Nothofagus macrocarpa* (roble). También existieron dos

parcelas que presentaron especies con cobertura “4” que equivale a 51-75%, y que correspondieron a *Drimys winteri* (canelo) y *Retanilla ephedra* (retanilla).

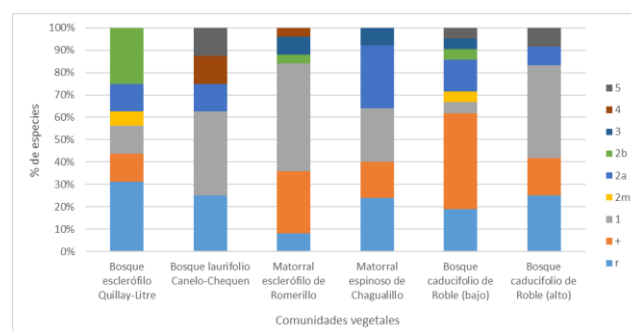


Figura 11. Cobertura Braun-Blanquet registrada por cada especie vegetal en las parcelas de las comunidades vegetacionales muestreadas en el Santuario El Roble.

2. Fauna

Riqueza de invertebrados

Objetivo

Representar la riqueza de órdenes de invertebrados terrestres presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas

Descripción

Permite conocer la cantidad de órdenes y familias de invertebrados registrados en las parcelas permanentes muestreadas.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Invertebrados](#)

Para el cálculo de los indicadores ver [Invertebrados: Riqueza y tipos funcionales](#).

Resultados y análisis

Por medio de la parcela experimental se pudo registrar 12 familias correspondientes a cinco órdenes. La Figura 12 muestra la composición de órdenes y familias de los 32 individuos colectados, todos ellos pertenecientes a la clase Insecta. El orden más abundante es el de los Dípteros, y de ellos predomina la familia Tachinidae, quedando individuos sin identificar (SD) a este nivel. La mayoría de los individuos de esta familia corresponden a parasitoides (larvas). La segunda familia más abundante es la Psyllidae, del orden Hemíptera, y cuyos individuos se caracterizan por ser fitófagos.

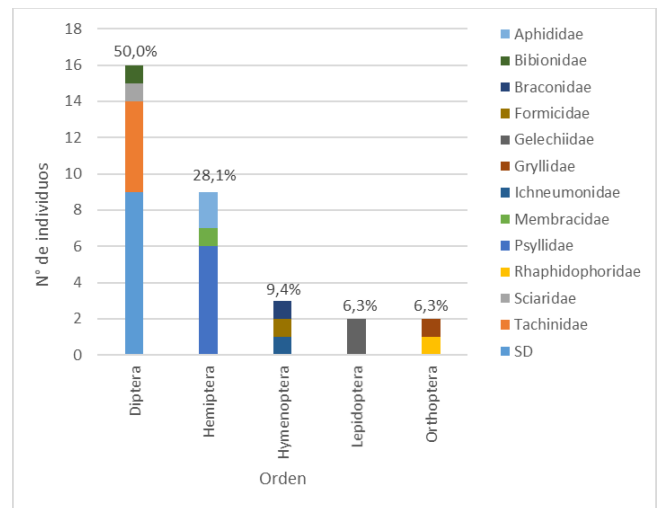


Figura 12. Representación de los individuos registrados en la parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble de acuerdo a orden y su respectiva familia. SD=Sin dato.

Tipos funcionales de invertebrados

Objetivo

Representar los gremios de consumo o tipos de consumidores de los invertebrados terrestres presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas

Descripción

Permite conocer los tipos de alimentación de los especímenes invertebrados registrados en las parcelas permanentes muestreadas, y con ello acercarse a las funciones que estarían cumpliendo en el ecosistema.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Invertebrados](#)

Para el cálculo de los indicadores ver [Invertebrados: Riqueza y tipos funcionales](#).

Resultados y análisis

De acuerdo a la Figura 13, de los 32 individuos vertebrados registrados, la mayoría de ellos correspondería a fitófagos, siendo mayormente pertenecientes al orden de las Hemípteras. En segundo lugar de abundancia se presentan los parasitoides (larvas) representados en mayor proporción por los Dípteros.

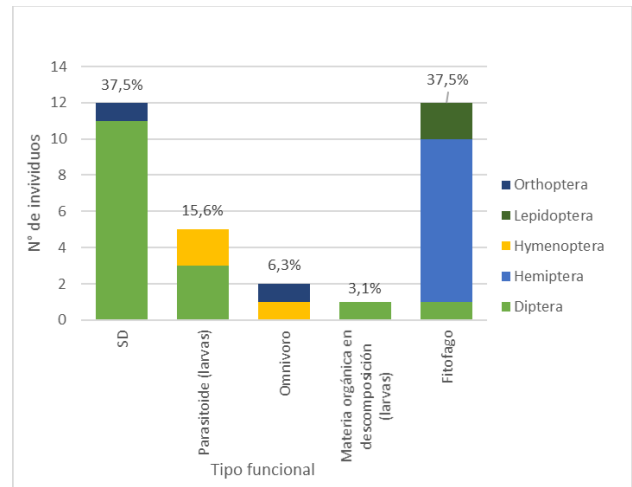


Figura 13. Representación de los individuos registrados en la parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble de acuerdo a tipo de alimentación y orden. SD=Sin dato.

Riqueza de aves y reptiles

Objetivo

Representar la riqueza de especies vertebradas presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas

Descripción

Se señala la cantidad de especies vertebradas registradas y su abundancia por clase, dando cuenta de la riqueza presente en las comunidades vegetacionales muestreadas.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Aves diurnas](#) y [Reptiles](#).

Para el cálculo de los indicadores ver [Vertebrados: Riqueza, hábito alimenticio, conducta predatoria y estado de conservación](#).

Resultados y análisis

Por medio de los monitoreos experimentales se pudo registrar 33 individuos de 13 especies de la clase Aves y Reptilia. A partir de la Figura 14 puede observarse que la mayoría de los individuos muestreados pertenecen a la clase Aves (69,7%), siendo ésta la que también concentra el mayor número de especies. Estos resultados pueden deberse a los métodos de muestreo y a la mayor facilidad de detectar aves en terreno.

Ahora bien, se registraron cinco órdenes de vertebrados (Figura 15), y tres de ellos pertenece a la clase Aves. El orden más abundante de individuos es el de los Passeriformes, conocidos como “pajaritos”, correspondiendo al 65,6% de todos los individuos registrados.

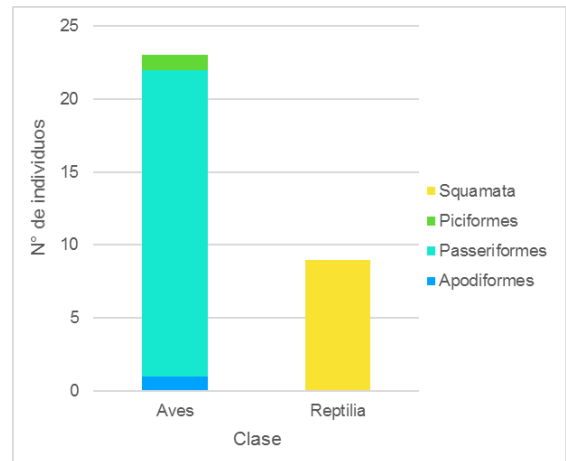
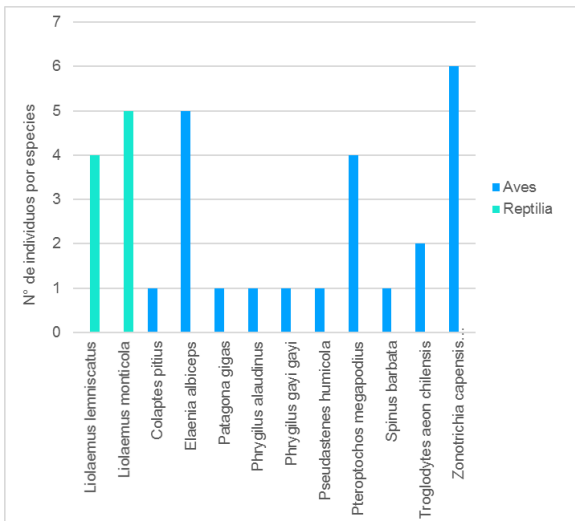


Figura 14. Riqueza de especies vertebradas en la parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble.

Figura 15. Abundancia de individuos vertebrados por clase en parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble.

Hábito alimenticio de aves y reptiles

Objetivo

Representar los diferentes gremios alimenticios presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas

Descripción

Permite conocer la cantidad de individuos vertebrados registradas y su hábito alimenticio, dando cuenta de la diversidad funcional presente en las comunidades vegetacionales muestreadas.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Aves diurnas](#), [Reptiles](#) y [Micromamíferos](#).

Para el cálculo de los indicadores ver [Vertebrados: Riqueza, hábito alimenticio, conducta predatoria y estado de conservación](#).

Resultados y análisis

La Figura 16 muestra que la gran mayoría de los individuos registrados presentan un hábito onívoro, todos ellos perteneciendo a la clase Aves. Los individuos de Clase Reptiles se presentaron tanto como insectívoros como omnívoros consumidores de su propio género.

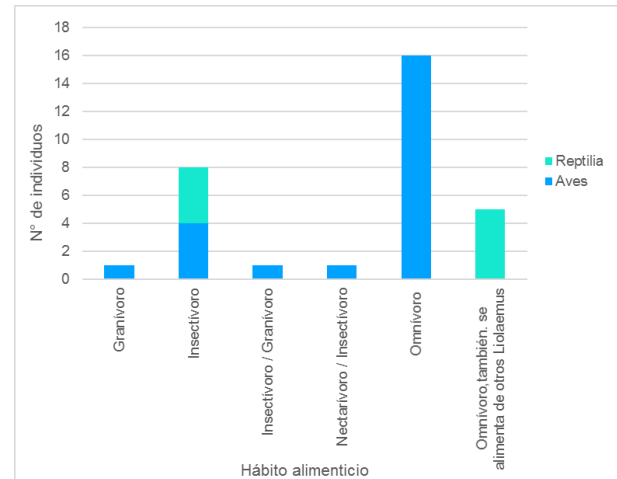


Figura 16. Hábito alimenticio de los individuos muestreados en parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble.

Conducta predatoria de aves y reptiles

Objetivo

Representar los diferentes tipos de conductas predatorias de los individuos presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas

Descripción

Permite conocer la conducta predatoria de los individuos vertebrados registrados, dando cuenta de la diversidad funcional presente en las comunidades vegetacionales muestreadas.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Aves diurnas](#), [Reptiles](#) y [Micromamíferos](#).

Para el cálculo de los indicadores ver [Vertebrados: Riqueza, hábito alimenticio, conducta predatoria y estado de conservación](#).

Resultados y análisis

La Figura 17 muestra que la gran mayoría de los individuos registrados presentan una conducta diurna, todos ellos perteneciendo a la clase Aves, en tanto que la clase Reptiles presentó comportamiento depredador.

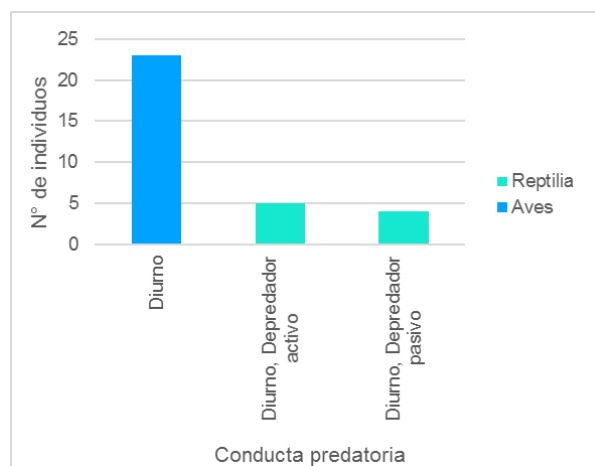


Figura 17. Conducta predatoria de los individuos muestreados en parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble.

Porcentaje de aves y reptiles en categoría de conservación

Objetivo

Representar la categoría de conservación de los individuos presentes en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas.

Descripción

Permite conocer el estado de conservación de los individuos vertebrados registrados, dando cuenta del grado de amenaza que presentan hasta el proceso N°13 del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE)⁴.

Método y esfuerzo

Para el levantamiento de datos ver [Aves diurnas](#), [Reptiles](#) y [Micromamíferos](#).

Para el cálculo de los indicadores ver [Vertebrados: Riqueza, hábito alimenticio, conducta predatoria y estado de conservación](#).

Resultados y análisis

La Figura 18 muestra que un 30,3% de los individuos registrados se encuentra en categoría Preocupación Menor (LC), mientras que el resto no ha sido clasificado. Son dos las especies que están en categoría de conservación y son *Liolaemus lemniscatus* y *Liolaemus monticola*.

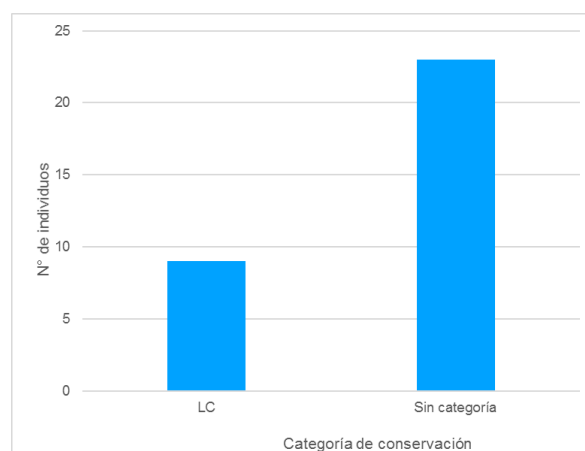


Figura 18. Estado de conservación de los individuos muestreados en parcela experimental muestreada en el Santuario El Roble.
LC=Preocupación Menor.

⁴ <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/index.htm>

Conclusiones y reflexiones generales

Gradiente altitudinal

Composición florística

Se generó el primer levantamiento florístico de las unidades de muestreo, lo que genera una idea de la riqueza de especies de cada parcela, la que por el momento varía de 8 a 25 especies dependiendo de cada comunidad vegetal. Basado solo en este muestreo y los datos de cobertura tomados en terreno, puede observarse una alta equitatividad en la abundancia proporcional y una alta diversidad. Hará falta más muestreos en el tiempo para poder estudiar de mejor manera el comportamiento de la diversidad de cada parcela y realizar mejores análisis.

Evaluando las características de las especies registradas en las unidades de muestreo, se observó una alta predominancia de especies nativas y endémicas (sobre 80%), y presencia, aunque en bajo porcentaje, de especies en categoría de conservación, que sumaron un total de cinco especies. En las parcelas se observó dominancia (en cuanto al número de especies) del estrato arbustivo, existiendo de todos modos presencia de los estratos herbáceo y arbóreo. En general las especies presentes en las parcelas dan cuenta de condiciones ambientales favorables pese a la variación altitudinal.

En cuanto a la abundancia de las especies, el 15% de las especies registradas para El Roble se presentó en más de un 40% de las parcelas muestreadas. Por otro lado, las parcelas presentaron desde un 60% de especies con cobertura igual o menor al 5%, existiendo cuatro especies con coberturas superiores al 50% en algunas parcelas, las que correspondieron a las especies arbóreas *Luma chequen* (chequén), *Nothofagus macrocarpa* (roble), *Drimys winteri* (canelo), y el arbusto *Retanilla ephedra* (retanilla).

Ahora bien, con fin de poder completar el monitoreo de biodiversidad en El Roble, se requerirá continuar la instalación de las unidades de muestreo, no solo ampliando el número y representación de las parcelas de composición florística, sino también abordando otros aspectos de la biodiversidad y su funcionamiento, como la estructura vegetal que presenten las comunidades y la presencia de fauna en distintos niveles de la cadena trófica. Esto permitirá tener una mirada más completa de la situación de esta “área testigo”, y con ello comprender mejor los procesos que están ocurriendo en su ecosistema y con ello el estado de “salud” que presenta.

Invertebrados, aves y reptiles

Por medio de una parcela experimental pudo registrarse un total de 12 familias de insectos mayormente fitófagos, y 12 especies de vertebrados de la clase Aves y Reptilia, siendo más abundante el orden Passeriformes dentro de los individuos registrados. La mayoría de las aves y reptiles fueron omnívoros de hábitos diurnos, encontrándose dos especies en categoría de conservación. En un futuro se pretende realizar el monitoreo en otras unidades de muestreo de la estación de monitoreo, lo que permitirá dar mayor sustento a este monitoreo y sus indicadores.

Carnívoros en corredores biológicos

Se detectaron 10 especies vertebradas, la mitad de ellas en categoría de conservación. Destacó la presencia de cuatro carnívoros, gato colo-colo, zorro culpeo, zorro chilla, y quique. Claramente se requiere continuar con este monitoreo.

Bibliografía

- Campo A. y V. Duval. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía* 34(2):25-42.
- Carmona V. y T. Carmona. 2013. La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma* 14:20-28.
- Farías A. 2017. Los carnívoros. Su papel en el ecosistema, en Iriarte A. & Jaksic F. eds. *Los carnívoros de Chile*. Flora y Fauna ediciones 259 pp.
- Glavar, V. 1996. *Vegetationsökologie*. Gustar Fischer. 358 p.
- González, A. 2000. Evaluación del recurso vegetal de la cuenca del río Budi situación actual y propuestas de manejo. Tesis para optar al grado de Licenciado en Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias. Temuco, Chile. 110 p.
- Halfpeter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic. 2005. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Monografías del Tercer Milenio. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT. Zaragoza, España. 242p.
- Huetz A. 2005. *La vegetación de la tierra*. Ediciones Akal. España. 265pp.
- Kent, M. & P. Coker. 1992. *Vegetation description and analysis, a practical approach*. CRC Press-Belhaven. London, United Kingdom. 363 p.
- Marzocca A. 1985. *Nociones básicas de taxonomía vegetal*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. 265pp.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTES) (Ed.), Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (ORCYT-UNESCO) (Ed.), Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) (Ed.). Zaragoza, España. 83 p.
- Ramirez C., H. Figueroa, R. Carrillo, y D. Contreras. 1984. Estudio fitosociológico de los estratos inferiores en un bosque de pino (Valdivia, Chile). *Bosque* 5(2):65-81.
- Steubing L., R. Godoy y M. Alberdi. 2002. *Métodos de Ecología vegetal*. Colección textos Universitarios, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 345 p.

