

Informe – Estación de Monitoreo Altos de Cantillana



Sistema de Información y
Monitoreo de
Biodiversidad y Servicios
Ecosistémicos (SIMBIO)
Proyecto GEF Corredores Biológicos de
Montaña

Agosto 2018

Informe Estación de Monitoreo, Reserva Natural Altos de Cantillana
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, Reserva Natural Altos de Cantillana. Desarrollado y financiado por: Proyecto GEFSEC ID 5135 MMA-ONU Medio Ambiente, Santiago, Chile. 33p.

Índice

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD DE LA RESERVA NATURAL ALTOS DE CANTILLANA	3
VINCULACIÓN CON SIMBIO	3
METODOLOGÍA	5
<i>Monitoreo en gradiente altitudinal</i>	5
Avances en el desarrollo de este monitoreo	7
Composición florística	7
Proyecciones a futuro	13
<i>Monitoreo de carnívoros en los corredores biológicos de montaña</i>	14
Acerca de los carnívoros	14
Acerca de la utilización de trampas cámara	15
Avances en el desarrollo de este monitoreo	16
CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	17
CARACTERIZACIÓN DE TRAMPAS CÁMARA	21
INDICADORES	24
<i>Gradiente altitudinal</i>	24
Diversidad de especies vegetales	24
Porcentaje de especies vegetales nativas	26
Porcentaje de árboles, arbustos y hierbas	27
Porcentaje de especies adaptadas a condiciones desfavorables	28
Porcentaje de especies vegetales en categoría de conservación	29
Frecuencia especies vegetales	30
Cobertura de especies vegetales	31
CONCLUSIONES Y REFLEXIONES GENERALES	32
BIBLIOGRAFÍA	33

Descripción general de la estación de monitoreo de biodiversidad de la Reserva Natural Altos de Cantillana

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 trampas 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 la Reserva Natural Altos de Cantillana fue definida 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, los 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.

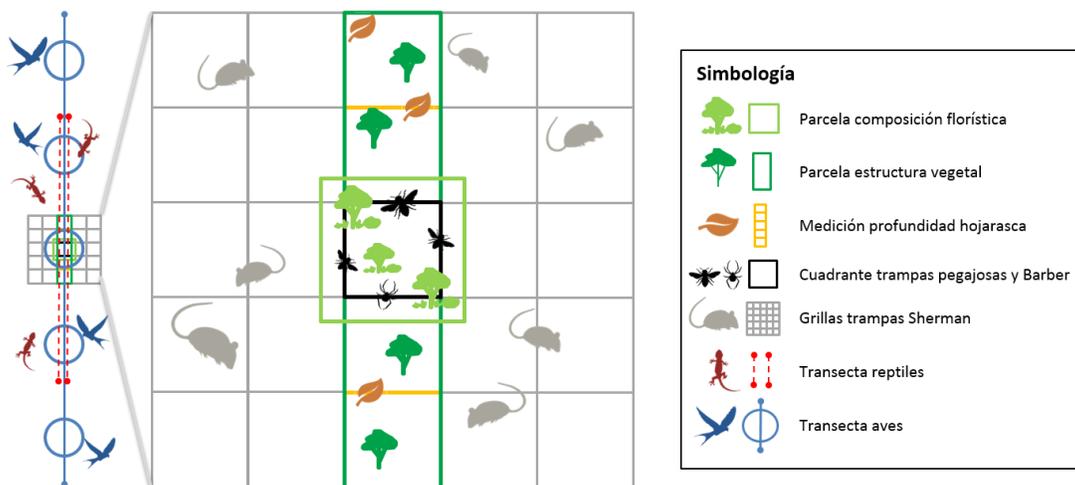
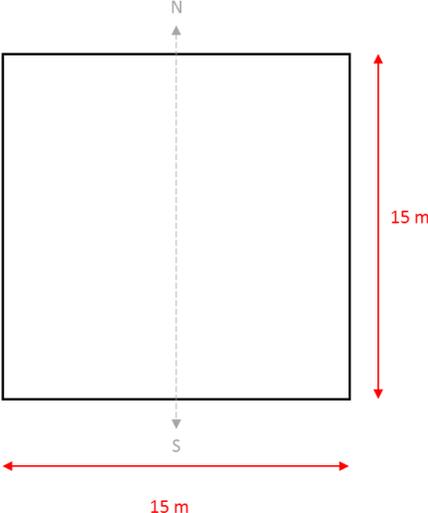


Figura 1. Representación de una unidad de muestreo en donde se centran los distintos métodos a utilizar.

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 unidad 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>

Avances en el desarrollo de este monitoreo

La Reserva Natural Altos de Cantillana corresponde a una Iniciativa de Conservación Privada que contiene a los santuarios Altos de Cantillana - Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa (Decreto 517/2010 del Ministerio de Educación), y Horcón de Piedra (Decreto 28/2011 del Ministerio del Medio Ambiente). La reserva se ubica en la cordillera de la Costa, entre las comunas de Melipilla, Alhué y Paine, presentando en general una exposición sur, tendiendo al sur-poniente en el santuario Altos de Cantillana - Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa, lugar donde se centrarán mayormente los monitoreos en la Reserva Natural Altos de Cantillana. Su altitud varía desde los 600 m.s.n.m. hasta los 2.200 m.s.n.m.

En esta estación de monitoreo se realizó una campaña de terreno en diciembre de 2017, donde el equipo GEF Montaña fue acompañado por el guardaparque de Cantillana y especialista en flora, Matías Tobar. Esto, con fin de hacer partícipe a la administración del sitio 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 2015. 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 siete unidades de muestreo en Cantillana, dos de ellas en Bosque esclerófilo (608 y 1.084 m.s.n.m.), dos en Matorral espinoso (651 y 1.060 m.s.n.m.), una en Matorral media altura (1.289 m.s.n.m.), una en Matorral subandino (1.918 m.s.n.m.) y una en Matorral andino (2.007 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 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 epigea 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).

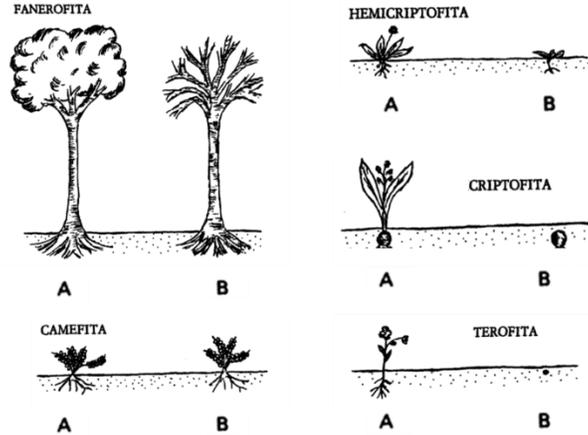


Figura 2. Clasificación de Raunkiaer. Estación favorable corresponde a A y desfavorable a B.
Fuente: Modificado de Huetz (2005).

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 Cantillana se detalla en el Cuadro 4.

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

Frecuencia (N° de parcelas en que está presente una especie/N° total de parcelas)	Frecuencia (%)
1/7	14,3%
2/7	28,6%
3/7	42,9%
4/7	57,1%
5/7	71,4%
6/7	85,7%
7/7	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.

Proyecciones a futuro

El equipo GEF Montaña continuará con la instalación de nuevas unidades de muestreo permanentes en el Cantillana. 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 de muestreo 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 mayo de 2018, y con el apoyo del especialista en carnívoros, Nicolás Lagos, se instalaron en la Reserva Natural altos de Cantillana 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”.

Caracterización de las unidades de muestreo

CanP08. Bosque esclerófilo		Datos generales	
	Código (ID)	CanP08	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	608	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	100		
Cobertura suelo desnudo (%)	0		
Cobertura hojarasca (%)	100		
Cobertura rocas (%)	0		

CanP13. Matorral espinoso		Datos generales	
	Código (ID)	CanP13	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	651	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	95		
Cobertura suelo desnudo (%)	5		
Cobertura hojarasca (%)	50		
Cobertura rocas (%)	0		

CanP10. Matorral espinoso		Datos generales	
	Código (ID)	CanP10	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	1060	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	96		
Cobertura suelo desnudo (%)	0		
Cobertura hojarasca (%)	40		
Cobertura rocas (%)	0		

CanP11. Bosque esclerófilo		Datos generales	
<div style="border: 1px solid blue; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Sin fotografía</p> </div>	Código (ID)	CanP11	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	1084	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	96		
Cobertura suelo desnudo (%)	0		
Cobertura hojarasca (%)	40		
Cobertura rocas (%)	0		

CanP09. Matorral de media altura		Datos generales	
	Código (ID)	CanP09	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	1289	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	35		
Cobertura suelo desnudo (%)	50		
Cobertura hojarasca (%)	0		
Cobertura rocas (%)	15		

CanP03. Matorral subandino		Datos generales	
	Código (ID)	CanP03	
	Campaña de terreno	26/29dic2017	
	Altitud (msnm)	1918	
	Descripción general		
Cobertura vegetal total (%)	70		
Cobertura suelo desnudo (%)	30		
Cobertura hojarasca (%)	0		
Cobertura rocas (%)	-		

Caracterización de trampas cámara

<p style="text-align: center;">Trampa GEF Mont 007</p> <div style="border: 1px solid blue; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Sin fotografía</p> </div>	Datos generales	
	Código (ID)	GEF Mont 007
	Fecha instalación	28-12-2017
	Altitud (msnm)	420

<p style="text-align: center;">Trampa GEF Mont 018</p> <div style="border: 1px solid blue; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Sin fotografía</p> </div>	Datos generales	
	Código (ID)	GEF Mont 018
	Fecha instalación	27-12-2017
	Altitud (msnm)	628

Trampa GEF Mont 058	Datos generales	
Sin fotografía	Código (ID)	GEF Mont 058
	Fecha instalación	06-05-2018
	Altitud (msnm)	1232

Trampa GEF Mont 059	Datos generales	
Sin fotografía	Código (ID)	GEF Mont 059
	Fecha instalación	06-05-2018
	Altitud (msnm)	2018

<p style="text-align: center;">Trampa GEF Mont 052</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 20px; text-align: center; color: blue;"> <p>Sin fotografía</p> </div>	<p>Datos generales</p>	
<p>Código (ID)</p>	<p>GEF Mont 052</p>	
<p>Fecha instalación</p>	<p>06-05-2018</p>	
<p>Altitud (msnm)</p>	<p>2031</p>	

Indicadores

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 siete parcelas establecidas en las comunidades vegetacionales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana, la cual promedia las 23,5 especies. Las parcelas con mayor riqueza correspondieron a las comunidades de Bosque esclerófilo (media altura) y Matorral de media altura, en tanto las con menor riqueza fueron Bosque esclerófilo (baja altura), Matorral andino y Matorral espinoso (media altura).

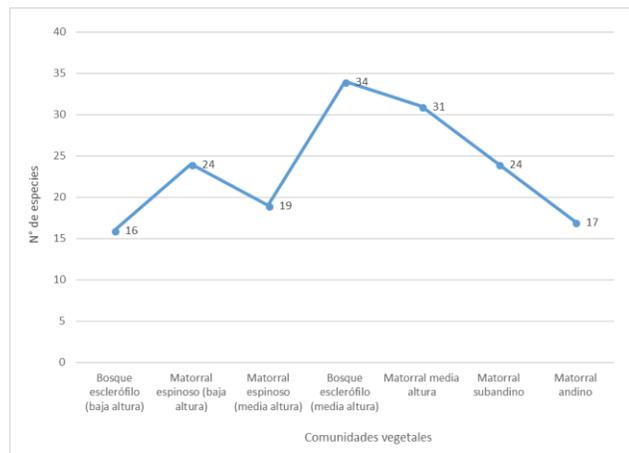


Figura 3. Riqueza de especies vegetales en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana.

Ahora bien, abordando la dominancia de especies, la Figura 4 muestra los valores del índice de Simpson (λ) obtenidos para cada parcela de Cantillana. Se observa que los valores de las parcelas varían en un rango de 0,06 siendo todos inferiores a 0,1 lo que da cuenta de que no existen muchas especies dominantes por sobre otras, por tanto son parcelas más bien heterogéneas.

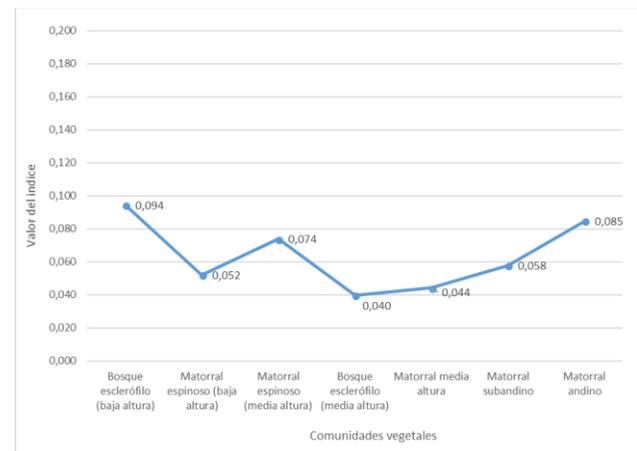


Figura 4. Índice de Simpson de las especies vegetales en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana.

En cuanto a la equitatividad, la Figura 5 muestra la equidad de Pielou (J') obtenidos para cada parcela de Cantillana. Se observa que los valores de las parcelas varían en un rango de 0,06 siendo todos superiores a 0,90 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 de Matorral espinoso (baja altura) y el Bosque esclerófilo (media altura), en tanto que las de Bosque esclerófilo (baja altura) y el Matorral espinoso (media altura) serían las que poseerían una diversidad un tanto menor al máximo esperado. De todos modos se insiste en que todas las parcelas poseen un valor alto de equitatividad.

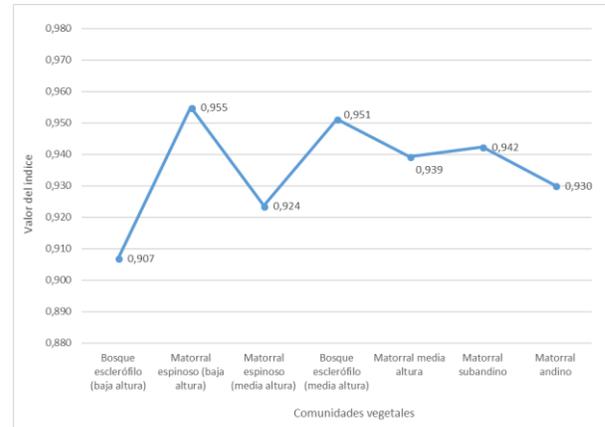


Figura 5. Equidad de Pielou para las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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) de la Reserva Natural Altos de Cantillana conformaron la mayoría de las especies presentes en las parcelas permanentes, presentando todas sobre el 60%. El Bosque esclerófilo (baja altura) fue el que presentó mayor porcentaje de especies N/E. Por otro lado, cinco de las siete comunidades presentaron especies introducidas (I), siendo el Matorral media altura el que presentó mayor porcentaje, pero siendo todos menores a un 10%.

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.

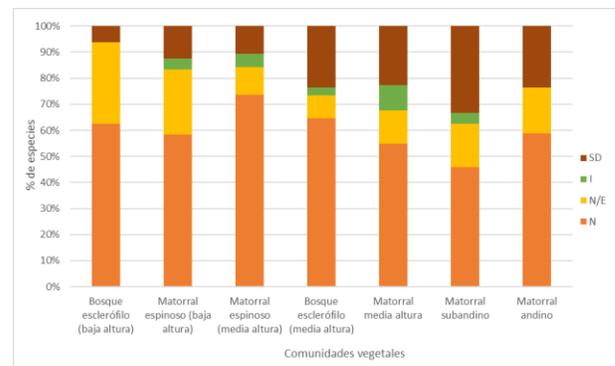


Figura 6. Origen de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana. N=Nativa, N/E=Nativa/Endémica, I=Introducida, SD=Sin dato.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana. Al respecto, puede decirse que hubo presencia de árboles en todas aquellas que correspondían a bosque y en la gran mayoría de los matorrales, a excepción del Matorral andino, lo que se debe a la altitud en que éste se encuentra (2.007 msnm). Pese a esta presencia, los árboles no predominan en ninguna de las comunidades, mostrándose en porcentaje decreciente en la medida que la altitud aumenta. Los arbustos solo dominaron en menor medida en la parcela Matorral espinoso (baja altura). Las herbáceas dominaron en la mayoría de las parcelas, especialmente en el Matorral andino y en el Matorral de media altura. Destaca la parcela de Bosque esclerófilo (baja altura), en donde existe cierta equitatividad en la representación de los tres estratos, seguido por el Matorral espinoso (baja altura).

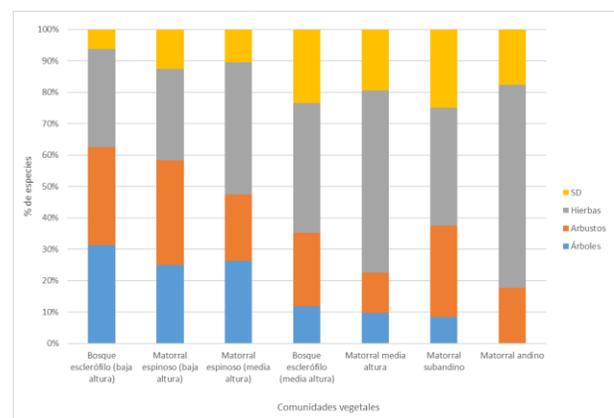


Figura 7. Hábito de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana. SD=Sin dato.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana, las especies Fa predominan en cuatro de las siete parcelas muestreadas, a excepción del Matorral de media altura, Matorral subandino y Matorral andino, lo que se debería a las mayores altitudes en que éstos se encuentran y que por ende condicionan el predominio de especies Hc. Considerando que la clasificación de Raunkiaer se basa en el grado de protección de las yemas y su posición respecto al suelo, y que las especies son mayoritariamente Fa y Hc, podría decirse que las condiciones ecológicas de las comunidades vegetales muestreadas son en general favorables. De hecho, Steubing et al. (2002) señalan que las Hc son frecuentes en climas templados. Ahora bien, el mayor porcentaje de Te se presentó en el Matorral andino, y en general aumentó en la medida que aumentó la altitud, lo que se condice con las condiciones medioambientales más adversas que debiesen darse allí. En general, para las parcelas muestreadas en Cantillana, es muy notoria la influencia de la altitud en la forma de vida de las especies.

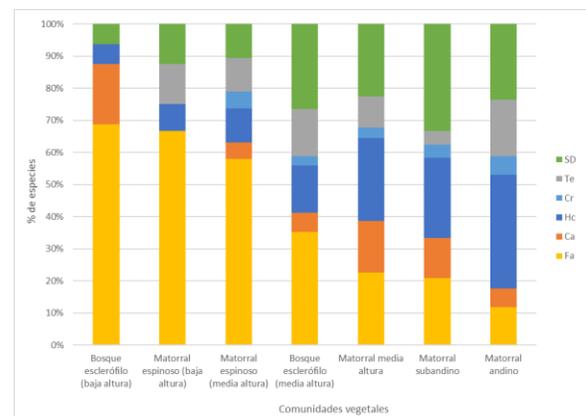


Figura 8. Forma de vida de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana. Fa=Fanerófitas, Ca=Caméfitas, Hc=Hemicriptófitas, Cr=Criptófitas, Te=Terófitas, SD=Sin dato.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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

De acuerdo a la Figura 9 se obtiene que las siete parcelas muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana poseen especies que han sido clasificadas en alguna categoría de conservación, siendo la categoría más abundante la de Preocupación Menor (LC). Las especies en categoría En Peligro (EN) se hallaron solo en las parcelas de mayor altitud, es decir Matorral subandino y Matorral andino. Por otro lado, aproximadamente un 90% de las especies presentes en dichas parcelas no se encuentra en ninguna categoría. Las especies clasificadas en alguna categoría de conservación fueron, EN: *Alstroemeria garaventae* (lirio del campo); VU: *Calceolaria campanae* (topa topa) y *Persea lingue* (lingue); LC: *Adiantum sulphureum* (palito negro), *Cheilanthes glauca* (doradilla), *Cheilanthes hypoleuca* (doradilla) y *Pyrrhocactus curvispinus* (quisco); y NT: *Kageneckia angustifolia* (frangel).

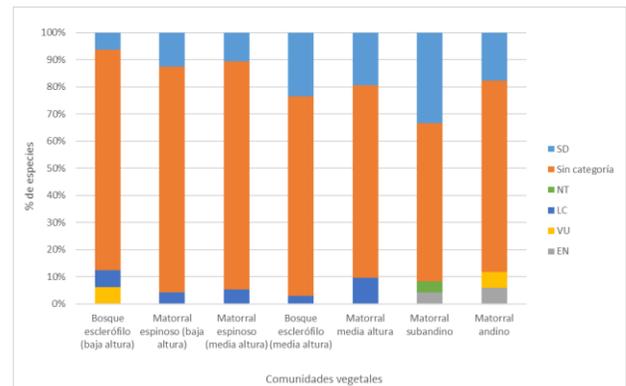


Figura 9. Estado de conservación de las especies vegetales presentes en las parcelas de las comunidades vegetales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana. EN=En Peligro, VU=Vulnerable, LC= Preocupación Menor, NT=Casi Amenazada, SD=Sin dato.

Frecuencia especies vegetales

Objetivo

Representar la frecuencia de las especies vegetales en las parcelas permanentes establecidas en las comunidades vegetales monitoreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 Cantillana, la frecuencia de las especies se presenta en categorías desde 14,3% (presente en 1 de 7 parcelas) a 71,4% (presente en 5 de 7 parcelas). La gran mayoría de las especies presenta una frecuencia del 14,3%. Solo el 15,0% de las especies presenta una frecuencia mayor al 30%. Las especies con frecuencia del 57,1% fueron *Adiantum sulphureum* (helecho), *Colliguaja odorifera* (colliguay), *Eupatorium glechonophyllum* (barba de viejo), *Gnaphalium* sp. (viravira), y *Lithraea caustica* (litre), mientras que la especie con frecuencia del 71,4% fue *Chusquea cumingii* (quila). La presencia reiterada de quila en las parcelas debe tenerse presente con fin de monitorear las perturbaciones que estaría sufriendo el sitio.

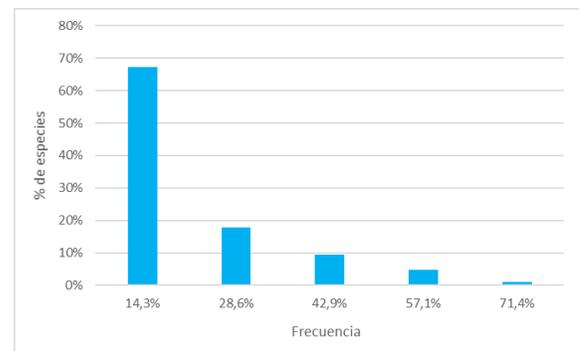


Figura 10. Distribución de la frecuencia con que se presentan las especies en las parcelas de las comunidades vegetacionales muestreadas en la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 la Reserva Natural Altos de Cantillana.

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 Cantillana presentan desde un 65% 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 Matorral de media altura sería la parcela donde se presenta mayor cantidad de especies con baja cobertura, en tanto que el Matorral espinoso (media altura) poseería mayor porcentaje de especies con mayor cobertura.

La cobertura máxima que se presentó en las parcelas muestreadas en Cantillana fue de “3”, que equivale a una cobertura entre 26-50%, y se observó en cinco parcelas, correspondiendo en total a 12 especies de las 107 registradas en las parcelas permanentes de Cantillana.

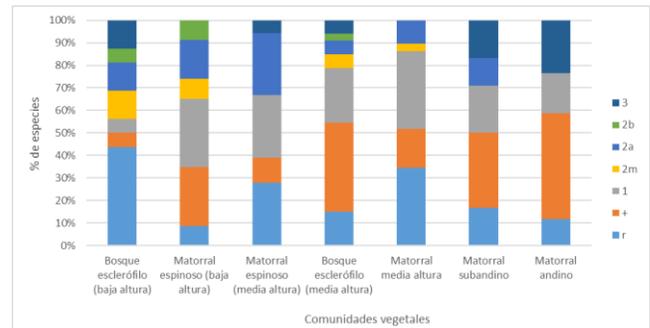


Figura 11. Cobertura Braun-Blanquet registrada por cada especie vegetal en las parcelas de las comunidades vegetacionales muestreadas en la Reserva Nacional Altos de Cantillana.

Conclusiones y reflexiones generales

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 16 a 34 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 60%), y presencia, aunque en bajo porcentaje, de especies en categoría de conservación, que sumaron un total de ocho especies. En las parcelas se observó dominancia (en cuanto al número de especies) del estrato herbáceo, existiendo de todos modos presencia de los estratos arbustivos y en menor medida del arbóreo. En general las especies presentes en las parcelas dan cuenta de condiciones ambientales favorables, acusando situaciones climáticas más adversas en la medida que aumenta la altitud.

En cuanto a la abundancia de las especies, el 15% de las especies registradas para Cantillana se presentó en más de un 30% de las parcelas muestreadas. Por otro lado, las parcelas presentaron desde un 65% de especies con cobertura igual o menor al 5%, existiendo 12 especies que presentaron coberturas entre un 26-50% en algunas de las parcelas, dando cuenta de la heterogeneidad en la cobertura vegetal de las parcelas. Cabe destacar que *Chusquea cumingii* (quila) se presentó con una frecuencia del 71,4% (en cinco de las siete parcelas muestreadas), presentando en tres parcelas una cobertura del 5-15% ("2a" en escala Braun-Blanquet) y en dos de ellas con una cobertura de 26-50% ("3" en escala Braun-Blanquet). Se deberá tener presente la frecuencia y cobertura de esta especie con fin de monitorear las perturbaciones que estaría sufriendo el sitio.

Ahora bien, con fin de poder completar el monitoreo de biodiversidad en Cantillana, 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.

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.

