



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

**EFFECTO DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS EN COMUNIDADES
DE PLANTAS NATIVAS EN UN GRADIENTE DE ELEVACIÓN EN
LOS ANDES DE CHILE CENTRAL: 10 AÑOS DESPUÉS**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la
Universidad de Concepción para optar al título profesional de Bióloga

Por: Paulette Monserratt Sarha Rosas Alarcón
Profesor Guía: Dr. Lohengrin Alexis Cavieres Gonzáles

Concepción, Chile

Mayo, 2022

Este Seminario de Título ha sido desarrollado en el Laboratorio de Ecología, Biogeografía y Sistemática (ECOBIOSIS) del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas:

Profesor guía:

Dr. Lohengrin Cavieres Gonzáles

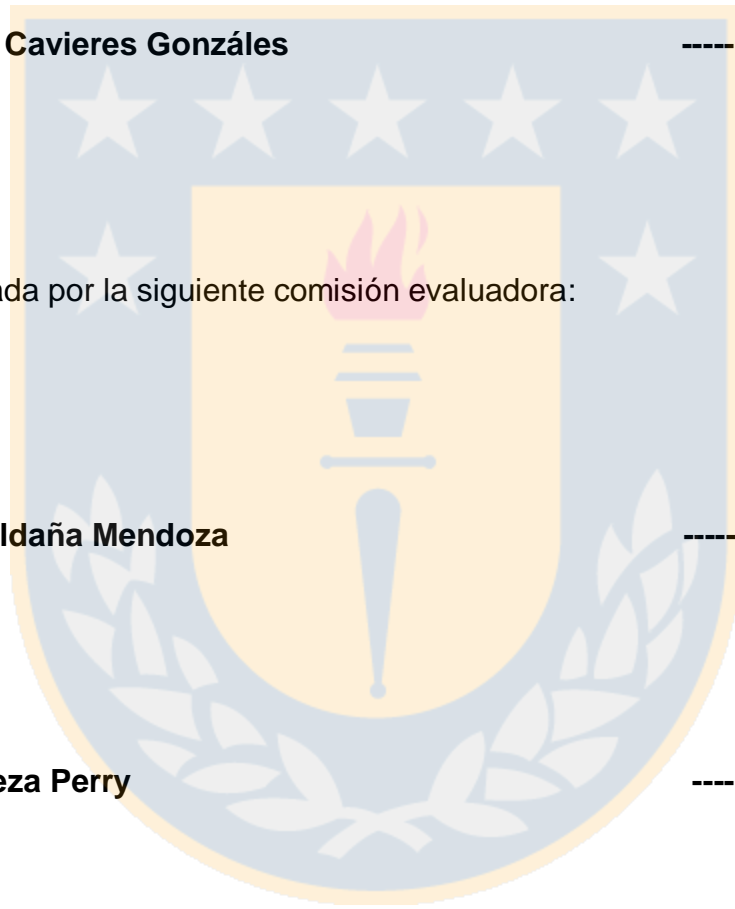
Ha sido aprobada por la siguiente comisión evaluadora:

Dr. Alfredo Saldaña Mendoza

Dr. Carlos Baeza Perry

Profesor coordinador Seminario de Título:

Dr. Víctor Hernández Santander



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre por su apoyo incondicional en todo lo que hago y me queda por hacer, por enseñarme que siempre se pueden sacar fuerzas para poder seguir adelante. A mi sobrina Javiera, por enseñarme que desde pequeños somos seres conscientes de lo que nos pasa a nuestro alrededor. A todos mis seres queridos quienes me han enseñado a creer en mí misma y me han motivado a seguir adelante.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores de Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, por brindarme los conocimientos necesarios en la formación como Bióloga.

Al laboratorio de ECOBIOSIS, por darme la bienvenida y la confianza, prestándome apoyo ante cualquier duda, dándome además un lugar de estudios para poder desarrollar mis trabajos académicos.

Al proyecto FONDECYT 117005, 1211197, ACT 210038 y al Instituto de Ecología y Biodiversidad FB210006, por su apoyo para el desarrollo de mi unidad y tesis.

Agradezco a mi madre por su fuerza y compañía incondicional cuando sentía que ya no podía más.

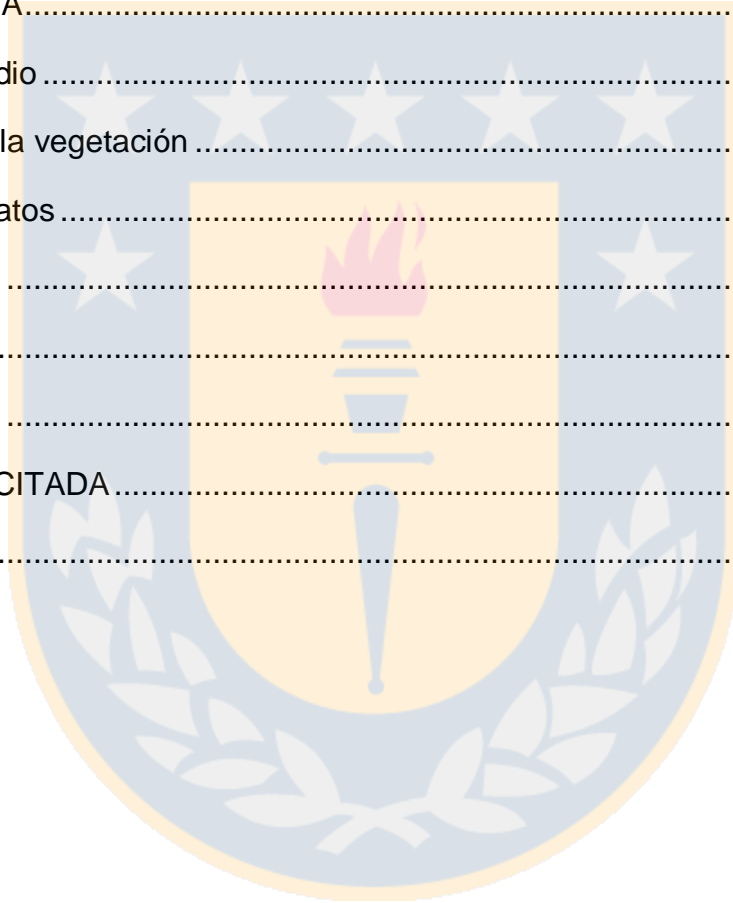
A mi perrita Sally quien me acompañó cada día y cada noche hasta la madrugada, dándome ánimo y felicidad.

Agradezco a mis amigas Arlin y Claudia, y a Damian quienes me ayudaron mucho y estuvieron ahí cada vez que sentía que todo se volvía inalcanzable, alentándome a cumplir y a ser mejor.

A mi pequeña sobrina Javiera que me acompañaba en las tardes de estudio mientras en silencio pintaba sus dibujos para no distraerme.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA.....	7
Área de estudio	7
Muestreo de la vegetación	8
Análisis de datos	9
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIÓN	21
LITERATURA CITADA	22
ANEXO.....	25



ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Mapa de referencia de la ubicación del área de estudio, localidad de Farellones sector la Parva ($33^{\circ} 19' S$, $70^{\circ} 16' W$) y Valle Nevado ($33^{\circ}19' S$, $70^{\circ}14' W$), Andes de Chile central. 7

Figura 2. Representación del modelo de muestreo, según metodología propuesta por Seipel et al. (2012). 9

Figura 3. Promedio índice RII de la riqueza total de especies por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la riqueza total de especies por cuadrante de la comunidad introducida, b. Promedio RII de la riqueza total de especies por cuadrante de la comunidad nativa. 12

Figura 4. Promedio índice RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad introducida, b. Promedio RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad nativa. 13

Figura 5. Promedio índice RII de la riqueza de especies nativas e introducidas por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la riqueza de especies introducidas por cuadrante en la comunidad introducida, b. Promedio RII de la riqueza de especies nativas por cuadrante en la comunidad introducida, c. Promedio RII de la riqueza de especies introducidas por cuadrante en la comunidad nativa, d. Promedio RII de la riqueza de especies nativas por cuadrante en la comunidad nativa. 14

Figura 6. Promedio índice RII de la cobertura de especies introducidas y nativas por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde); a. Promedio RII de la cobertura de especies introducidas por cuadrante en la

comunidad introducida, b. Promedio RII de la cobertura de especies nativas por cuadrante en la comunidad introducida, c. Promedio RII de la cobertura de especies introducidas por cuadrante en la comunidad nativa, d. Promedio RII de la cobertura de especies nativas por cuadrante en la comunidad nativa. 15

Figura 7. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de árboles por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles introducidos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles introducidos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa. 16

Figura 8. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas de arbustos por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de arbustos nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de arbustos nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa. 17

Figura 9. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de hierbas anuales por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa. 18

Figura 10. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de hierbas perennes por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa. 19



ÍNDICE TABLAS

Anexo 1. Especies registradas en el año 2007.	31
Anexo 2. Especies registradas en el año 2017.	38



RESUMEN

El aumento de perturbaciones antrópicas en zonas de montañas ha traído consigo un aumento de especies introducidas a lo largo de los caminos. Varios estudios han demostrado que los caminos son una de las principales vías de introducción de especies en las montañas. El objetivo general de esta investigación fue identificar el cambio en comunidades de plantas nativas e introducidas en un gradiente de elevación después de 10 años en los Andes de Chile central. Esta investigación se llevó a cabo en los Andes de Chile central, en la localidad de Farellones, en los sectores de La Parva y Valle Nevado. Se realizaron 2 muestreos de la vegetación a lo largo de los caminos antes indicados en los años 2007 y 2017 ambos muestreos se realizaron en primavera-verano, lo que coincide con la estación de crecimiento de los sitios evaluados. Se utilizó el enfoque de muestreo Mountain Invasions Research Network de montaña. Se establecieron puntos de muestreo cada 100 m aproximadamente desde 1900-3600 m s.n.m. a lo largo de los dos caminos. En cada punto de muestreo se realizó un transecto en forma de "T", a su vez se dividió en tres subtransectos uno paralelo al camino (comunidad introducida) y los otros dos perpendiculares y secuenciales entre sí centrados a los 25 m del primer transecto hacia la comunidad nativa. Se registró la presencia de todas las plantas vasculares, clasificaron según origen, ciclo de vida y hábito. Se encontraron 204 especies en total: 167 nativas y 37 introducidas en el año 2007 y se registraron 179 especies en total: 179 nativas y 40 introducidas en el año 2017. Se observó que los mayores cambios en la riqueza y abundancia ocurrieron en la comunidad introducida, en donde los mayores se produjeron en las especies nativas de las comunidades introducidas. Los mayores cambios en el hábito y ciclo de vida de especies nativas e introducidas se observaron en la comunidad introducida en las hierbas perennes. Se presentaron cambios consistentes en las comunidades nativas e introducidas luego de 10 años de observación, sobre todo en comunidades introducidas lo que es de gran importancia ya que no se han realizado estudios sobre los cambios producidos en especies introducidas o comunidades introducidas en montañas en cuanto a los cambios en el tiempo.

ABSTRACT

The increase in anthropogenic disturbances in mountain areas has brought with it an increase in introduced species along roads. Several studies have shown that roads are one of the main pathways for the introduction of species into the mountains. The overall objective of this research was to identify the change in native and introduced plant communities along an elevation gradient after 10 years in the Andes of central Chile. This research was carried out in the Andes of central Chile, in the locality of Farellones, in the sectors of La Parva and Valle Nevado. Two vegetation samplings were conducted along the aforementioned roads in the years 2007 and 2017 both samplings were conducted in spring-summer, which coincides with the growing season of the evaluated sites. The Mountain Invasions Research Network mountain sampling approach was used. Sampling points were established approximately every 100 m from 1900-3600 m s.n.m. along the two roads. At each sampling point, a T-shaped transect was made, which in turn was divided into three sub-transects, one parallel to the road (introduced community) and the other two perpendicular and sequential to each other, centered at 25 m from the first transect towards the native community. The presence of all vascular plants was recorded, classified according to origin, life cycle and habit. A total of 204 species were found: 167 native and 37 introduced in 2007 and 179 species were recorded in total: 179 native and 40 introduced in 2017. It was observed that the greatest changes in richness and abundance occurred in the introduced community, where the greatest occurred in native species in the introduced communities. The greatest changes in habit and life cycle of native and introduced species were observed in the introduced community in perennial grasses. There were consistent changes in native and introduced communities after 10 years of observation, especially in introduced communities, which is of great importance since there have been no studies on the changes produced in introduced species or introduced communities in mountains in terms of changes over time.

INTRODUCCIÓN

Existen especies introducidas en la mayoría de los ambientes (Mack et al. 2000). Aquellas especies son movilizadas fuera de su área natural debido a la introducción intencional o accidental producto de la actividad humana (Carvalho 2009, Fuentes et al. 2014, Mack 1985). La introducción de especies está mediada tanto por factores bióticos (las especies nativas presentes en el sitio), como por factores abióticos (severidad ambiental) (Hobbs et al., 2006), es decir, condiciones de humedad, elevación y nutrientes.

Se ha propuesto que los ambientes de alta severidad ambiental son menos susceptibles a la introducción de especies (Ewel 1999; Hobbs et al. 2006). Sin embargo, se ha visto la presencia de especies introducidas en lugares considerados dentro de esta categoría, como son las zonas de alta montaña (Pauchard et al. 2009). No obstante, las especies introducidas en estos ambientes de alta severidad han mostrado una disminución de especies a medida que aumenta la elevación (Alexander et al. 2011; Giorgis et al. 2016; Haider et al. 2018, McDougall et al. 2018; Pauchard & Alaback 2004; Pauchard et al. 2009; Seipel et al. 2012). La disminución de especies introducidas se ha explicado por la introducción predominante de especies en la zona baja y media de los gradientes altitudinales (Alexander et al. 2016), donde la presión de la perturbación antrópica asociada a un uso intensivo de la tierra se da con mayor frecuencia (Seipel et al. 2012). Otra de las explicaciones para esta disminución altitudinal de especies introducidas, es que estas especies en elevaciones bajas son filtradas progresivamente por las condiciones climáticas cada vez más duras a lo largo de un gradiente de elevación (Seipel et al. 2012). En este último escenario, a medida que estas especies se extienden a zonas de mayor elevación se ven enfrentadas a condiciones más severas, una limitada disponibilidad de propágulos y de hábitat creada por el menor grado de perturbaciones antropogénicas hacia elevaciones mayores (Alexander et al. 2011; Dainese and Bragazza 2012). Lo mencionado anteriormente, resulta en una mayor riqueza de especies introducidas en elevaciones bajas (Alexander et al. 2016; Dainese and Bragazza 2012; Haider et al. 2018; McDougall et al. 2011) y una disminución de esta a medida que aumenta la elevación (McDougall et al. 2018).

A diferencia de las especies introducidas, generalmente la riqueza de especies nativas muestra ser más numerosa en elevaciones medias o zonas centrales del gradiente de elevación (Haider et al. 2018, Seipel et al. 2012). Por ejemplo, Haider et al. (2018), tras un estudio realizado en varias regiones del mundo, incluyendo los Andes de Chile central, encontró que la riqueza de especies en zonas aledañas a carreteras es mayor en elevaciones medias.

En estudios de alta montaña, no sólo la de riqueza de especies ha sido de gran importancia, también existen otras características, como la morfología (hábito y ciclo de vida). En el caso de las especies nativas, diversos autores reportan que existen características morfológicas asociadas a las especies nativas de montaña. Por ejemplo: se ha reportado una disminución en su tamaño a medida que aumenta la elevación (Körner 2003). Otro rasgo importante es la predominancia de herbáceas perennes a medida que aumenta la elevación (Cavieres et al. 2000; Körner 2003; Rosas et al. 2018), predominando plantas en forma de cojín en elevaciones medias (Cavieres et al. 2000) y la dominancia de arbustos y plantas anuales en elevaciones más bajas (Cavieres et al. 2000; Rosas et al. 2018).

En relación con las características morfológicas de las especies introducidas, se ha descrito que se componen principalmente por especies herbáceas (90.4%), donde destacan las especies anuales (53.4%) (Fuentes et al. 2014). Sin embargo, se poseen pocos antecedentes que reporten la variación de las características morfológicas de las especies introducidas a lo largo de los gradientes de elevación. Concordantemente Rosas et al. (2018), un estudio realizado en los Andes de Chile central reportó la dominancia de especies anuales a medida que aumenta la elevación, manteniéndose la presencia de arbustos, mientras que la de árboles desaparece a los 2600 m.

Lo anteriormente descrito, tanto para especies nativas como para introducidas puede verse alterado si se considera el grado de perturbación. Por ejemplo, McDougall et al. (2018) y Haider et al. (2018) documentan que los caminos son una de las perturbaciones antropogénicas más frecuentes en gradientes de elevación y una de las principales vías de introducción de especies. En ese sentido, se ha

reportado que las especies introducidas son localmente más abundantes en zonas aledañas a senderos o carreteras, y disminuyen hacia el interior de la comunidad nativa en sitios menos perturbados (Alexander et al. 2011; Haider et al. 2018; McDougall et al. 2011). En consecuencia, las regiones de mayor elevación con mayor severidad ambiental y menor perturbación antropogénica, presentarán una mayor proporción de especies nativas que la de especies introducidas (Alexander et al. 2011; Dainese and Bragazza 2012). Sin embargo, la constante y creciente perturbación generada por los caminos en las zonas de montaña puede promover un aumento en la riqueza de especies introducidas, lo que, en definitiva, puede promover cambios en los caracteres morfológicos en una comunidad.

El aumento de turismo en zonas alpinas ha traído consigo un aumento de presencia de perturbaciones antrópicas en las zonas de montaña. Por ejemplo: el senderismo de invierno (el cual se ha hecho más popular en los últimos años) (Steiger et al. 2021) y los centros de sky, en donde se ha demostrado que la producción de nieve artificial y la preparación de pistas de sky influye en el entorno alpino, sobre todo en las propiedades del suelo y en la composición de especies de plantas (Rixen et al. 2003).

El aumento de perturbaciones en las zonas altas del gradiente de elevación, en conjunto con un mayor flujo desde bajas elevaciones podría facilitar el desplazamiento de especies introducidas que se encuentran a elevaciones más bajas. El aumento de perturbación antrópica y presión de propágulos a mayores elevaciones podría determinar que las especies introducidas se vuelvan más abundantes, causando posibles cambios en la riqueza, abundancia y morfología (hábito y ciclo de vida) a lo largo del gradiente de elevación. Por ello, la importancia de este estudio es observar los posibles cambios (riqueza, abundancia y morfología) que ocurren luego de 10 años de observación. Por lo tanto, en esta tesis se abordarán las siguientes preguntas ¿Cómo cambiará la riqueza, abundancia y morfología de las comunidades dominadas por especies nativas e introducidas después de 10 años? Y con respecto a los cambios producidos en la riqueza y abundancia ¿en dónde se producirán estos cambios: en especies nativas o en especies introducidas luego de 10 años de observación?

De acuerdo con lo anteriormente descrito y propuesto, para la presente investigación se planteó la siguiente **hipótesis**:

- (1) Después de 10 años habrá un aumento en la riqueza y abundancia de especies de las comunidades a lo largo del gradiente de elevación, así como cambios en el hábito y ciclo de vida de las especies. Se esperan mayores cambios en comunidades dominadas por especies introducidas en comparación con las dominadas por especies nativas.

El **objetivo general** de esta investigación es identificar el cambio en comunidades de plantas nativas e introducidas en un gradiente de elevación después de 10 años en los Andes de Chile central. Mientras que los **objetivos específicos** son:

- Identificar la riqueza y abundancia de especies en comunidades nativas e introducidas a lo largo del gradiente de elevación del año 2007 y del año 2017.
- Determinar el cambio producido después de 10 años en la riqueza y abundancia de especies en las comunidades nativas e introducidas a lo largo del gradiente de elevación.
- Determinar el cambio de la riqueza y abundancia de especies nativas e introducidas de las comunidades nativas e introducidas a lo largo del gradiente de elevación después de 10 años de observación.
- Evaluar a lo largo del gradiente de elevación el cambio en el hábito y ciclo de vida de la riqueza de especies nativas e introducidas de las comunidades luego de 10 años.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en los Andes de Chile central (33°S), en la localidad de Farellones ubicada a unos 60 km al este de la ciudad de Santiago. En esta localidad se emplazan dos caminos principales que corresponden a dos vertientes diferentes que van desde los 1900 a 3600 m s.n.m. aproximadamente: camino la Parva (33° 19' S, 70° 16' W) y camino Valle Nevado (33°19' S, 70°14' W). (Figura 1). Los puntos más bajos del gradiente de elevación (1900 m) se encuentran en una zona que se caracteriza por un clima mediterráneo (Di Castri and Hajek 1976), con precipitaciones anuales entre los 300 a 700 mm, concentradas durante la temporada de invierno en los meses de junio a agosto, produciendo estaciones de crecimiento muy secas (Di Castri & Hajek 1976). En la zona alta del gradiente de elevación (3600 m) las precipitaciones se presentan como nieve, con una duración de 3-5 meses (Cavieres et al. 2000).

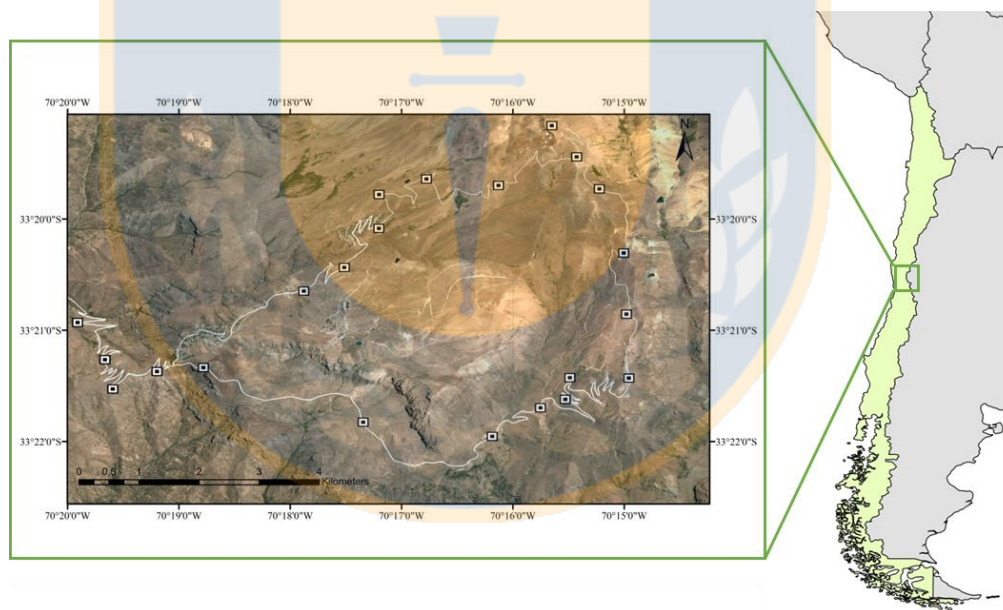


Figura 1. Mapa de referencia de la ubicación del área de estudio, localidad de Farellones sector la Parva (33° 19' S, 70° 16' W) y Valle Nevado (33°19' S, 70°14' W), Andes de Chile central.

Muestreo de la vegetación

Se realizaron 2 muestreos de la vegetación a lo largo de los caminos antes indicados en los años 2007 y 2017 ambos muestreos se realizaron en primavera-verano, lo que coincide con la estación de crecimiento de los sitios evaluados.

Para realizar los muestreos se utilizó una modificación de la metodología propuesta por Seipel et al. (2012), de acuerdo con el protocolo establecido por MIREN (Mountain Invasions Research Network). Según esta metodología, se dividió el gradiente de elevación (camino la parva y camino valle nevado) en porciones cada 100 m de altitud aproximadamente (Figura 2).

En cada punto de muestreo se realizó un transecto en forma de “T”, cada transecto a su vez se dividió en tres subtransectos rectangulares de 50x2 m², uno paralelo al camino (T1) y los otros dos perpendiculares y secuenciales entre sí centrados a los 25 m del primer transecto (T2) (subtransecto ubicado entre los 0-50 m al interior de la comunidad nativa y subtransecto (T3) ubicado entre los 50- 100 m en la misma comunidad). Para este estudio, sólo fueron considerados los transectos T1 “comunidad introducida” y T3 “comunidad nativa”.

Cada subtransecto se dividió en 5 cuadrantes de 10x2 m². En cada cuadrante se estimó la riqueza de especies y cobertura por especies.

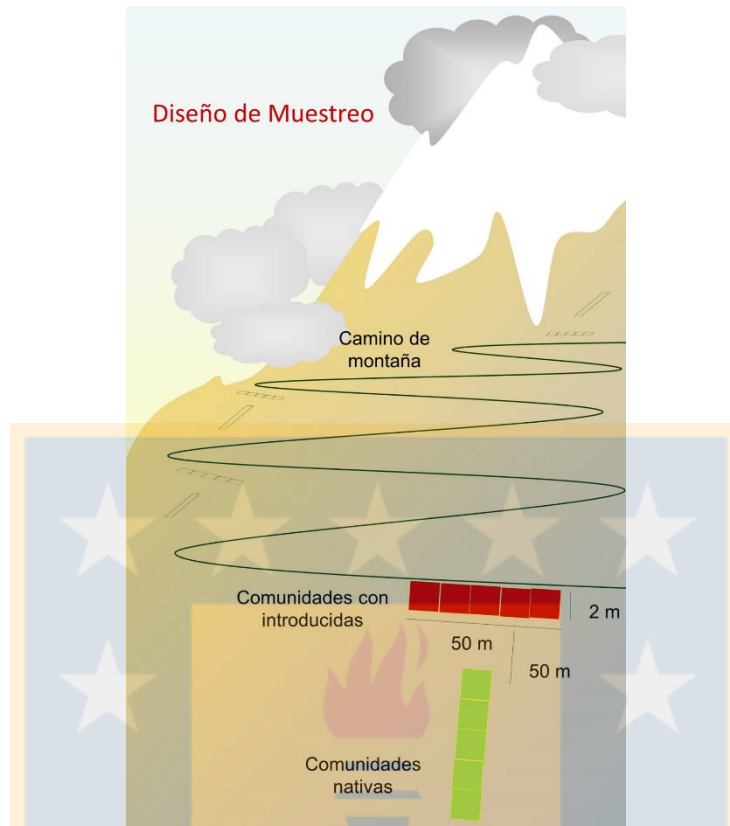


Figura 2. Representación del modelo de muestreo, según metodología propuesta por Seipel et al. (2012).

Con los datos registrados en terreno, se generó una base de datos, las especies registradas fueron identificadas por su nombre científico y catalogadas según su origen (nativas o introducidas), hábito (hierba, suculenta, subarbusto, arbusto y árbol), y ciclo de vida (anual, bianual y perenne) según lo propuesto por Rodríguez et al. (2018) y actualizaciones posteriores. Al construir la base de datos, caracteres como ciclo y hábito fueron simplificados en ciclo de vida (anual y perenne) y hábito (hierba, arbusto y árbol).

En la base de datos, los datos se ordenaron según su: año de muestreo, punto de muestreo, elevación, transecto, nombre científico, origen, hábito, ciclo de vida, riqueza y cobertura.

Análisis de datos

Para poder determinar el cambio de la riqueza y abundancia de especies después de 10 años, tanto como para el cambio producido en la riqueza y

abundancia total de especies de las comunidades de T1 y T3, como para la riqueza y abundancia de especies nativas e introducidas en las comunidades de T1 y T3. Se calcularon los valores de riqueza y abundancia de especies presentes en los cinco cuadrantes correspondientes a T1 y T3 por cada punto de muestreo en ambos años de observación. Utilizándose los valores de cobertura para estimar la abundancia.

El cambio de riqueza y abundancia producido entre el año 2007 y 2017, estimó mediante índice de RII (Armas et al. 2004) de cada cuadrante a través de la siguiente fórmula:

$$RII = \frac{\text{riqueza o cobertura de C 2017} - \text{riqueza o cobertura de C 2007}}{\text{riqueza o cobertura de C 2017} + \text{riqueza o cobertura de C 2007}}$$

Permitiendo obtener valores de RII entre -1, 0 a 1, donde -1 corresponde a la desaparición de especies en el cuadrante, entre -1 a 0 la disminución de especies, 0 no hubo un cambio en el tiempo de las especies, entre 0 a 1 el aumento de especies y 1 la aparición de especies en el cuadrante. En donde C, corresponde a los valores de cada cuadrante.

Posteriormente, se calculó el promedio de los valores de RII de los cinco cuadrantes de T1 y T3, y el respectivo valor del doble error estándar de los cinco cuadrantes en T1 y T3.

Los cambios en el hábito y ciclo de vida de la riqueza de especies nativas e introducidas entre las comunidades de T1 y T3 se evaluó mediante las diferencias de la riqueza de especies nativas e introducidas de árbol, arbusto, hierba anual y hierba perenne de los cinco cuadrantes de T1 y T3 entre el año 2007 y 2017. Luego se calculó el promedio de las diferencias de los cinco cuadrantes de T1 y T3 por cada carácter evaluado (hábito y ciclo de vida) y el respectivo valor del doble error estándar de los cinco cuadrantes en T1 y T3.

RESULTADOS

En el año 2007 se encontró un total de 204 especies, de las cuales 167 fueron identificadas como especies nativas y 37 como especies introducidas. En cuanto al año 2017, se registró un total de 179 especies, en donde 139 pertenecían a especies nativas y 40 a especies introducidas.

Se comparó un total 19 puntos de muestreo para los análisis. Estos puntos no consideraron áreas con intervención antrópica, por ejemplo, la zona urbana de Farellones y La Parva. Debido a que la vegetación en algunos puntos de muestreo presentó alteraciones severas, como por ejemplo construcciones, destrucción total de la vegetación, entre otras. Considerando lo anterior, se eliminaron los puntos del análisis al no poder realizar las comparaciones entre un año y otro.

Entre el año 2007 y 2017 la riqueza total de especies disminuyó en un total de 25 especies. Esta cifra surge de una disminución de 28 especies nativas y el aumento en 3 especies introducidas.

Con respecto al cambio producido después de 10 años en la riqueza promedio de especies por cuadrante en las comunidades nativas e introducidas a lo largo del gradiente de elevación, se observó que en la comunidad introducida hubo una disminución significativa en la riqueza promedio de especies a los 2000, 2700, 2800, 2900, 3200 y 3600 m s.n.m., encontrándose que los mayores cambios ocurrieron a los 2800 y a los 2900 m s.n.m. (Figura 3a). En cambio, en la comunidad nativa se observó la disminución significativa de la riqueza promedio de especies por cuadrante a los 2700, 2800, 3100 y 3300 m s.n.m. en donde se observaron que los mayores cambios ocurrieron a los 3100 y a los 3300 m s.n.m. Además, se vio un aumento significativo de la riqueza promedio de especies a los 2200, 3100 y 3400 m s.n.m., en donde los mayores cambios ocurrieron a los 3100 m s.n.m. (Figura 3b). No obstante, estos cambios fueron de menor magnitud a lo observado en las comunidades dominadas por especies introducidas.

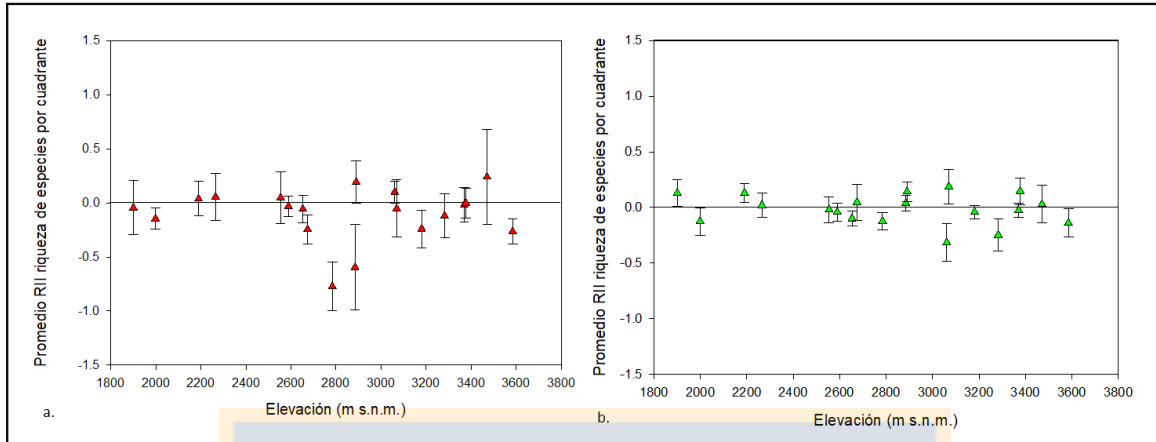


Figura 3. Promedio índice RII de la riqueza total de especies por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la riqueza total de especies por cuadrante de la comunidad introducida, b. Promedio RII de la riqueza total de especies por cuadrante de la comunidad nativa.

En cuanto a los cambios en la abundancia de especies en las comunidades a lo largo del gradiente de elevación se observó en la comunidad introducida la cobertura de especies disminuyó significativamente a los 2500, 2600, 2800 y 3600 m s.n.m. en donde se observaron que los mayores cambios ocurrieron a los 2500 m s.n.m. La abundancia aumentó significativamente a los 2000, 2300, 2900 y 3400 m s.n.m. aproximadamente entre los años 2007 y 2017, en donde se vio que los mayores cambios ocurrieron a los 2900 m s.n.m. (Figura 4a). En cambio, en la comunidad nativa se vio que la cobertura de especies disminuyó significativamente a los 3100 y 3400 m s.n.m. y aumentó significativamente a los 2000, 2300, 2900, 3100 y a los 3400 m s.n.m., en donde se vio que los mayores cambios ocurrieron a los 2000 m s.n.m. (Figura 4b).

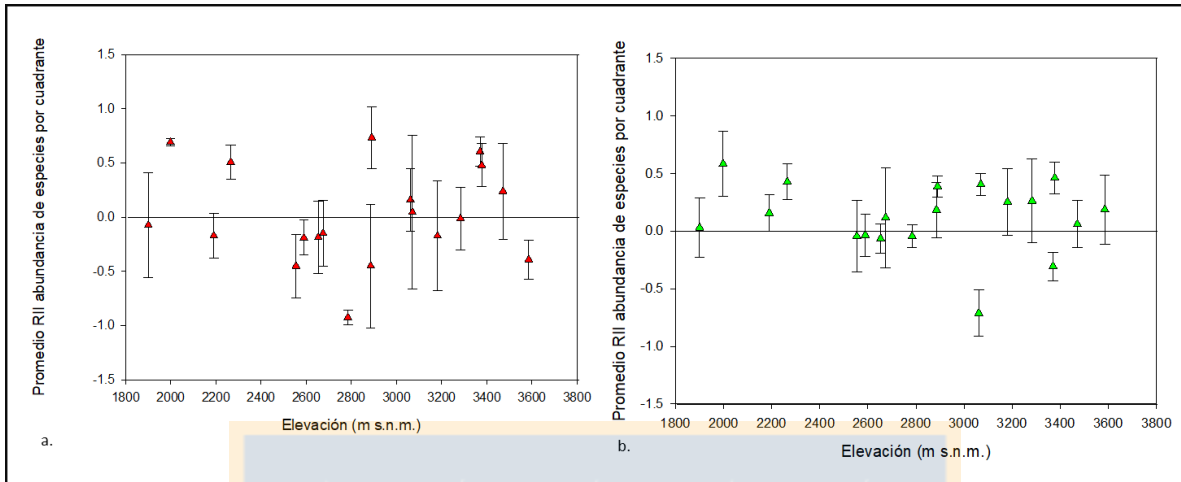


Figura 4. Promedio índice RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad introducida, b. Promedio RII de la cobertura total de especies por cuadrante en la comunidad nativa.

Al comparar la riqueza de especies según el origen de las especies tanto dentro de las comunidades nativas e introducidas a lo largo del gradiente de elevación, se vio que en la comunidad introducida la riqueza promedio de especies introducidas aumentó significativamente a los 2900 m s.n.m. (Figura 5a), mientras que la riqueza de especies nativas disminuyó significativamente a los 1900, 2700, 2800, 2900, 3200 y 3600 m s.n.m., en donde se observó que los mayores cambios ocurrieron a los 1900, 2800 y a los 2900 m s.n.m. (Figura 5b). Con respecto a la comunidad nativa, la riqueza promedio de especies introducidas entre los años 2007 y 2017 aumentó significativamente a los 1900, 2200, 2300 y a los 2900 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 2300 y a los 2900 m s.n.m. (Figura 5c), en cambio, la riqueza de especies nativas disminuyó de manera significativa a los 2300, 2800, 3100, 3300 y 3600 m s.n.m. y aumentó significativamente a los 3100 m s.n.m. (Figura 5d).

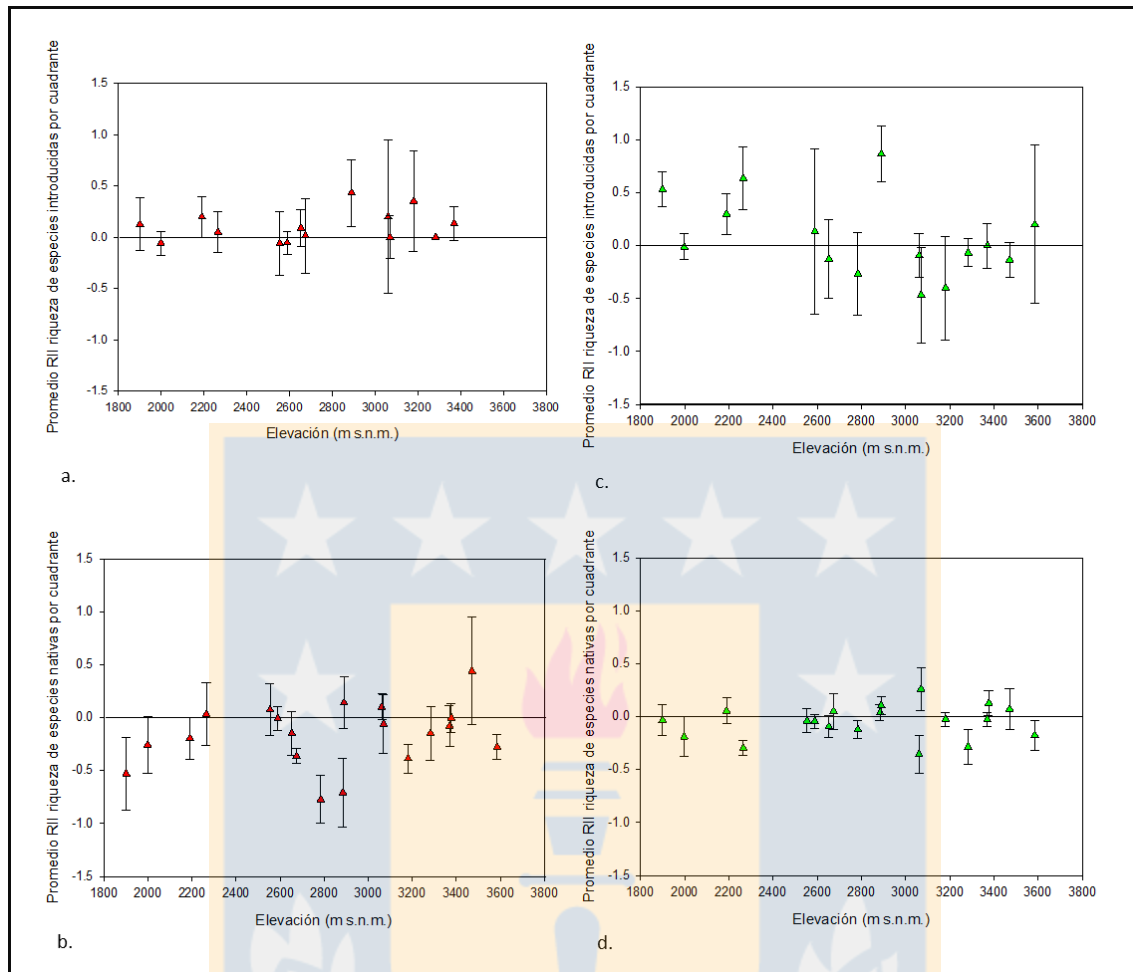


Figura 5. Promedio índice RII de la riqueza de especies nativas e introducidas por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio RII de la riqueza de especies introducidas por cuadrante en la comunidad introducida, b. Promedio RII de la riqueza de especies nativas por cuadrante en la comunidad introducida, c. Promedio RII de la riqueza de especies introducidas por cuadrante en la comunidad nativa, d. Promedio RII de la riqueza de especies nativas por cuadrante en la comunidad nativa.

Al comparar la abundancia de especies según su origen en la comunidad nativa e introducida se observó en la comunidad introducida la cobertura de especies introducidas entre los años 2007 y 2017 disminuyó significativamente a los 2600 m s.n.m. y aumentó de manera significativa a los 2000, 2200, 2300, 2600, 2900, 3300 y 3400 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 2200 y a los 2900 m s.n.m. (Figura 6a). La cobertura de especies nativas disminuyó de manera significativa a los 1900, 2200, 2600, 2700, 2800, 2900,

3300 y 3600 m s.n.m., en donde se vio que los mayores cambios ocurrieron a los 1900 y a los 2900 m s.n.m. y se vio un aumento significativo a los 2000, 2200, 2900 y 3400 m s.n.m. (Figura 6b). En cuanto a la comunidad nativa, la cobertura de especies introducidas disminuyó significativamente a los 3100 y 3400 m s.n.m y se vio un aumento significativo a la altura de los 1900, 2000, 2200, 2900 y 3300 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 2900 y 3300 m s.n.m. (Figura 6c), mientras que la cobertura de especies nativas disminuyó significativamente a los 3100 y 3400 m s.n.m. y se vio un aumento significativo a los 2000, 2200, 2900, 3100 y 3400 m s.n.m., y (Figura 6d).

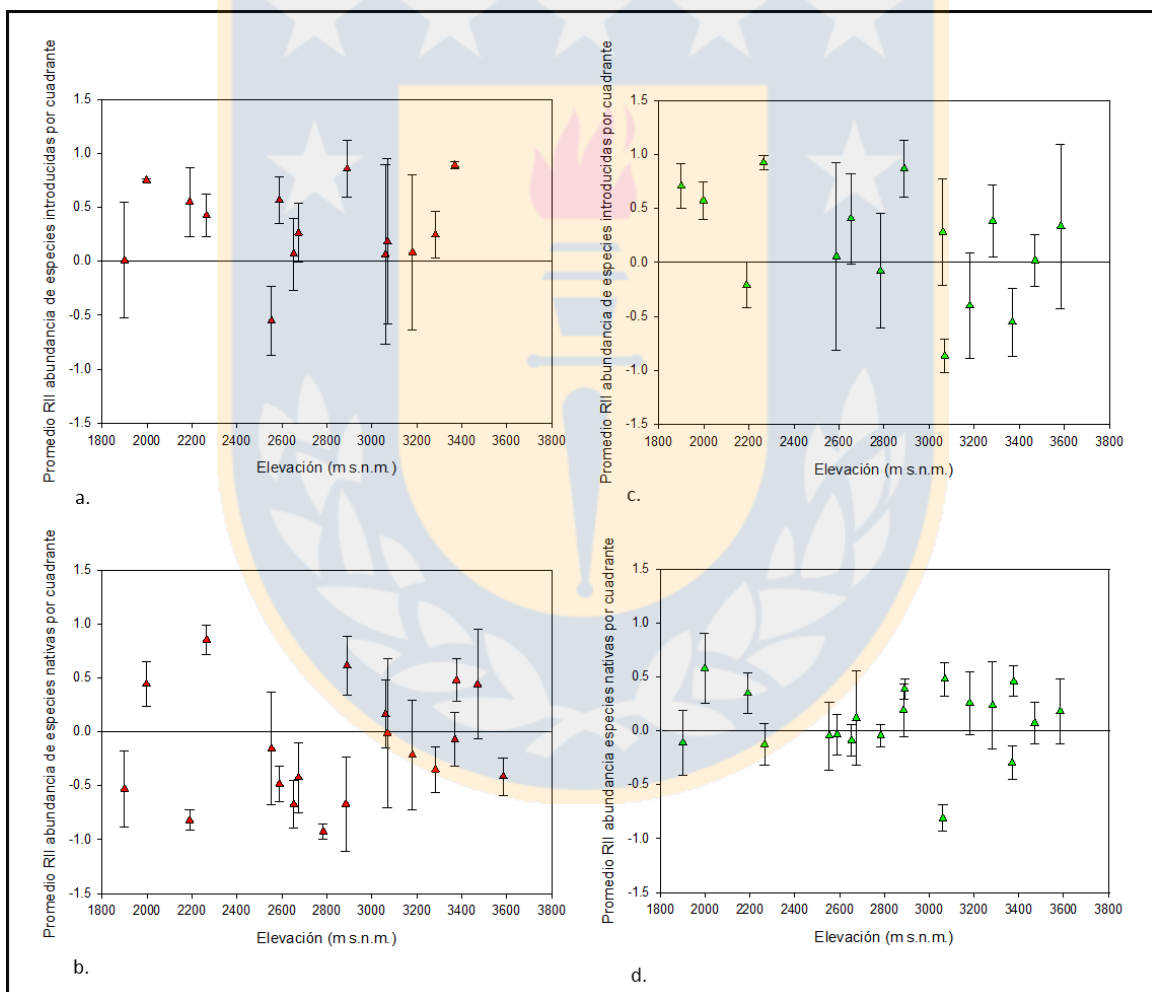


Figura 6. Promedio índice RII de la cobertura de especies introducidas y nativas por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y en la comunidad nativa (verde); a. Promedio RII de la cobertura de especies introducidas por cuadrante en la comunidad introducida, b. Promedio RII de la cobertura de especies nativas por

cuadrante en la comunidad introducida, c. Promedio RII de la cobertura de especies introducidas por cuadrante en la comunidad nativa, d. Promedio RII de la cobertura de especies nativas por cuadrante en la comunidad nativa.

A lo largo del gradiente de elevación se observó que los mayores cambios producidos en el hábito y ciclo de vida de las especies introducidas y nativas en las comunidades dominadas por especies nativa e introducida ocurrieron en la comunidad introducida.

Con respecto a los árboles, no se observaron árboles introducidos en el año 2007 en la comunidad nativa, mientras que, en la comunidad introducida no se observaron árboles nativos en el año 2017. En cuanto a los cambios producidos entre ambos periodos de observación, no se observaron cambios significativos de disminución o aumento de árboles nativos e introducidos en la comunidad nativa e introducida (Figura 7).

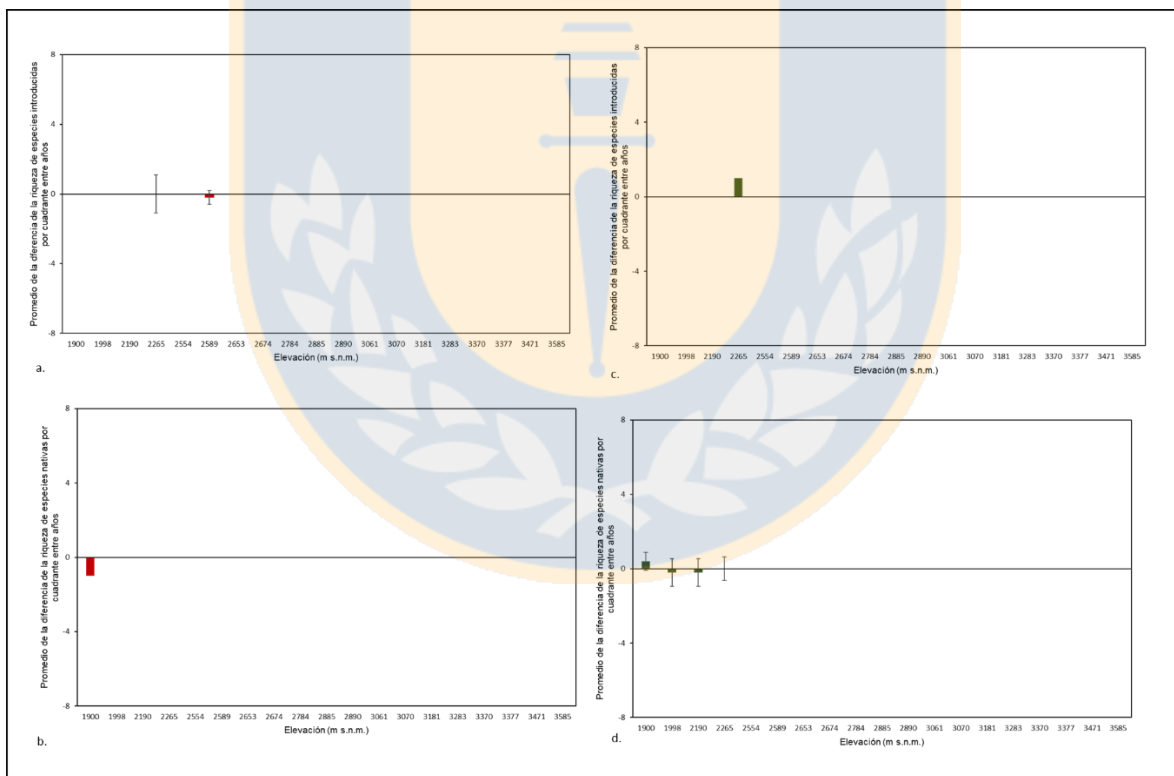


Figura 7. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de árboles por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles introducidos por cuadrante en la comunidad nativa a lo largo del gradiente de elevación en

la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles introducidos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de árboles nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa.

Con respecto a los arbustos, no se observaron arbustos introducidos a lo largo del gradiente de elevación para ambas comunidades. En la comunidad introducida hubo una disminución significativa de arbustos nativos a los 1900, 2190, 2653, 2674, 2784 y 3070 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 2190, 2784 y 3070 m s.n.m. (Figura 8a). En cuanto a la comunidad nativa se vio que los arbustos nativos disminuyeron significativamente a los 2265, 3061, 3181 y 3283 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 3061 m s.n.m. (Figura 8b).

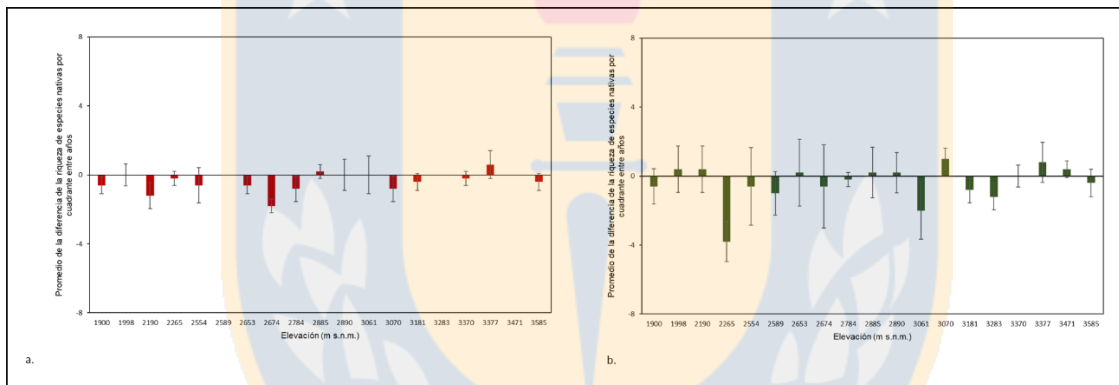


Figura 8. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas de arbustos por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de arbustos nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de arbustos nativos a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa.

En cuanto a las hierbas anuales se observó que en la comunidad introducida las hierbas anuales introducidas presentaron una disminución significativa a los 1998 m s.n.m. y aumentó significativamente a los 3181 m s.n.m. (Figura 9a), mientras que las hierbas anuales nativas, disminuyeron significativamente a los 2674 y 2784 m s.n.m. (Figura 9b). En cuanto a la comunidad nativa, las hierbas anuales introducidas aumentaron de manera significativa a los 1900, 2190 y a los

2265 m s.n.m. (Figura 9c), en cuanto a las hierbas anuales nativas disminuyeron significativamente los 2265 y 2589 m s.n.m. y se vio un aumento significativo a los 2885, 2890 y 3070 m s.n.m. (Figura 9d).

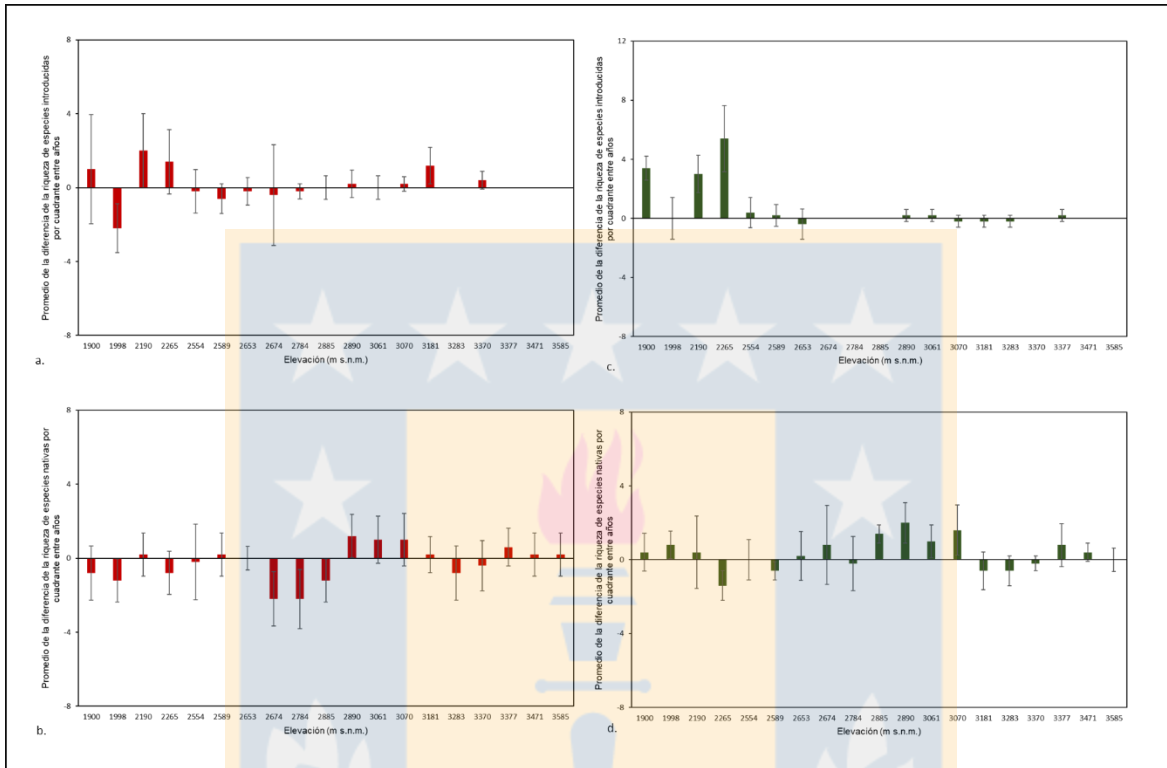


Figura 9. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de hierbas anuales por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas anuales nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa.

Con respecto a las hierbas perennes, se vio que la comunidad introducida presentó mayores cambios significativos que los demás rasgos evaluados. Las hierbas perennes introducidas presentaron una disminución significativa a los 1998, 2554, 2589, 2653, 2674, 2784, 2885, 3061, 3070, 3181, 3283, 3377, 3471 y 3585 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 1998, 2554, 2653, 2674, 3070 y 3181 m s.n.m. y se vio un aumento significativo a los 2265 m

s.n.m. (Figura 10a), mientras que las hierbas perennes nativas aumentaron significativamente a los 1998, 2554, 2589, 2674, 2890, 3061, 3070, 3283, 3370, y 3377 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 1998, 2890, 3061 y 3070 m s.n.m. (Figura 10b). En cuanto a la comunidad nativa se observó que las hierbas perennes aumentaron significativamente a los 2265 y 2890 m s.n.m. (Figura 10c), mientras que las hierbas perennes nativas disminuyeron significativamente a los 1998, 2265, 2784, 3061 y 3585 m s.n.m., en donde se mostró que los mayores cambios ocurrieron a los 3061 m sn.m. (Figura 10d).

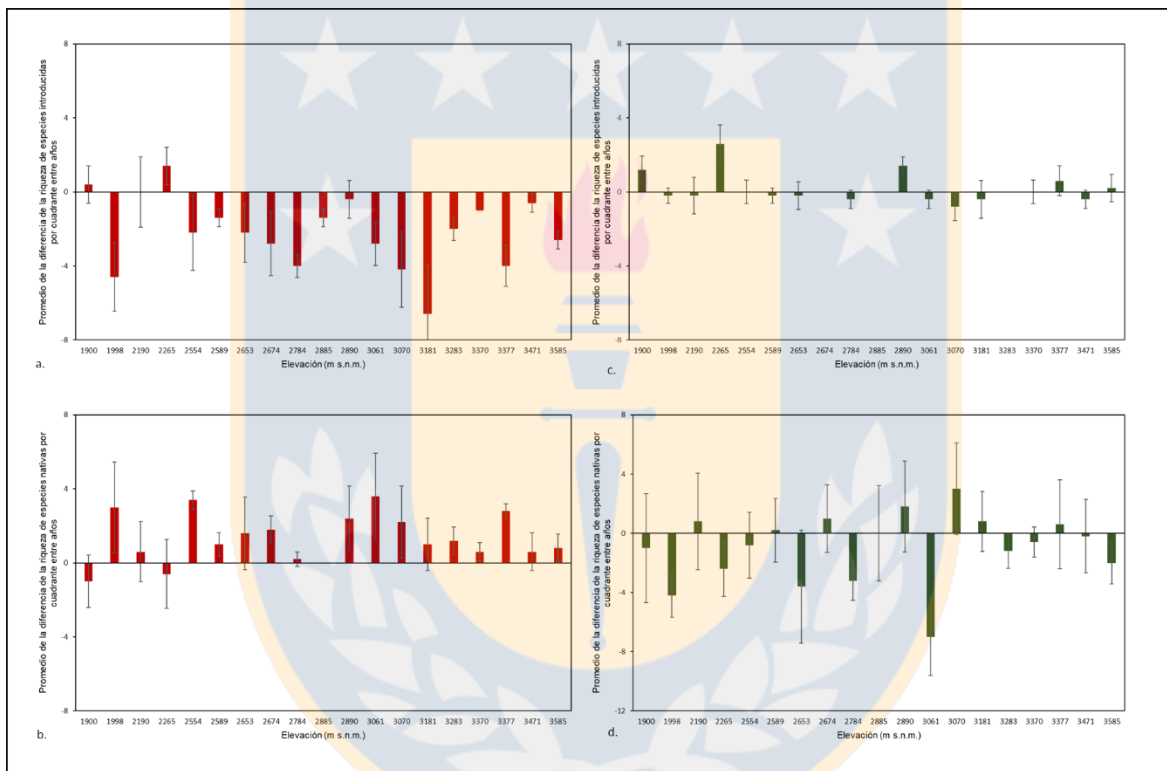


Figura 10. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies nativas e introducidas de hierbas perennes por cuadrante en la comunidad introducida (rojo) y la comunidad nativa (verde) a lo largo del gradiente de elevación; a. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, b. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad introducida, c. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes introducidas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa, d. Promedio de la diferencia de la riqueza de especies de hierbas perennes nativas a lo largo del gradiente de elevación en la comunidad nativa.

DISCUSIÓN

Debido al aumento de alteraciones severas de la vegetación por intervención antrópica después de 10 años de observación, se observó una disminución de 25 especies de la riqueza total, observándose una disminución de 28 especies nativas y el aumento 3 especies introducidas. Debido a que en ambos periodos de observación se muestrearon diferentes especies no se sabe con exactitud cuales fueron las especies que disminuyeron o aumentaron (Anexo 1; Anexo 2).

Con respecto a los cambios evaluados en la riqueza total de especies. Se observó que en la comunidad introducida hubo una mayor magnitud en los cambios producidos entre ambos años de observación. La disminución significativa observada en la comunidad introducida se debe a las disminuciones de mayor magnitud de riqueza de especies nativas observadas en la comunidad introducida, ya que la riqueza de especies nativas registrada es mucho mayor que la riqueza de especies introducidas entre ambos años evaluados. De la misma manera, se vio que los cambios producidos en mayor magnitud en la comunidad nativa se vieron observados en los cambios de la riqueza de especies nativas en la comunidad nativa.

De manera similar se observó que los cambios producidos entre ambos años de observación de la abundancia total de especies en la comunidad nativa e introducida. Se ve explicada por los cambios en la abundancia de especies nativas en la comunidad nativa e introducida.

Al comparar los cambios observados en el hábito y ciclo de vida de la riqueza de especies se mostró que se produjeron mayores cambios en la comunidad introducida viéndose más disminuciones de los rasgos evaluados con respecto a la comunidad nativa. En cuanto a los árboles no se observaron cambios significativos. Mientras que los arbustos sólo presentaron disminuciones significativas. Las hierbas anuales presentaron más disminuciones en la comunidad introducida, mientras que en la comunidad nativa aumentaron. En cuanto a las hierbas perennes se observaron cambios de mayor magnitud sobre todo en la comunidad introducida. En donde en la comunidad introducida las hierbas perennes introducidas disminuyeron mucho más que los demás rasgos evaluados, mientras que en las

hierbas perennes nativas aumentaron en mayor cantidad que los demás rasgos evaluados. Con respecto a la comunidad nativa las hierbas perennes introducidas aumentaron en poca cantidad, mientras que las hierbas perennes nativas disminuyeron en mayor cantidad.

Se observó una relación en los cambios observados en la riqueza de especies con respecto a los cambios observados en el hábito y ciclo de vida. Los cambios observados en la riqueza de especies en la comunidad introducida se deben a cambios observados en las hierbas anuales nativas en la comunidad introducida. Mientras que los cambios observados en la riqueza de especies en la comunidad nativa se deben a cambios observados en las hierbas perennes nativas en la comunidad nativa.

CONCLUSIÓN

No se cumplen completamente las predicciones realizadas, no hubo un aumento en la riqueza y abundancia de especies a lo largo del gradiente de elevación, pero sí se presentaron mayores cambios en la comunidad dominada por especies introducidas respecto a la comunidad dominada por especies nativas y hubo un mayor cambio del hábito y ciclo de vida de la riqueza de especies en comunidades dominadas por especies introducidas luego de 10 años de estudio.

Podemos ver que, si se presentaron cambios consistentes en las comunidades nativas e introducidas luego de 10 años de observación, sobre todo en comunidades introducidas lo que es de gran importancia ya que no se han realizado estudios sobre los cambios producidos en especies introducidas o comunidades introducidas en montañas en cuanto a los cambios en el tiempo.

LITERATURA CITADA

Alexander J. M., Kueffer C., Daehler C. C., Edward P. J., Pauchard A., Seipel T. & Miren Consortium (2011) Assembly of nonnative floras along elevational gradients explained by directional ecological filtering. *Proc Natl Acad Sci U S A* 108:656–661. <https://doi.org/10.1073/pnas.1013136108>

Alexander J.M., Lembrechts J.J., Cavieres L.A., Daehler C., Haider S., Kueffer C., Liu P., McDougall K., Milbau A., Pauchard A., Rew L. J. & Seipel T. (2016) Plant invasions into mountains and alpine ecosystems: current status and future challenges. *Alp Bot* 126:89–103. <https://doi.org/10.1007/s00035-016-0172-8>

Armas C., Ordiales R., & Pugnaire F. I. (2004) Measuring plant interactions: a new comparative index. *Ecology*, 85(10), 2682-2686. <https://doi.org/10.1890/03-0650>

Carvallo G. O. (2009) Especies exóticas e invasiones biológicas. *Ciencia Ahora*, 23(12), 15-21.

Cavieres L.A., Peñaloza A., Arroyo M. K. (2000) Altitudinal vegetation belts in the high-Andes of central Chile (33°S). *Rev Chil Hist Nat* 73:331–344. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2000000200008>

Dainese M. & Bragazza L. (2012) Plant traits across different habitats of the Italian Alps: A comparative analysis between native and alien species. *Alp Bot* 122:11–21. <https://doi.org/10.1007/s00035-012-0101-4>

Di Castri F., Hajek E. R. (1976) *Bioclimatología de Chile*.

Ewel J. J. (1999) Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. *Agroforestry systems*, 45(1), 1-21.

FUENTES N., SÁNCHEZ P., PAUCHARD A., URRUTIA J., CAVIERES L., MARTICORENA A. (2014) *Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo*. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile.

Giorgis M.A., Cingolani A.M., Tecco P.A., Cabido M., Poca M., Von Wehrden H. (2016) Testing alien plant distribution and habitat invasibility in mountain ecosystems: growth form matters. *Biol Invasions* 18:2017–2028. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1148-8>

Haider S., Kueffer C., Bruelheide H., Seipel T., Alexander J.M., Rew L.J., Arévalo J.R.,

Cavieres L.A., McDougall K.L., Milbau A., Naylor B.J., Speziale K. & Pauchard A. (2018) Mountain roads and non-native species modify elevational patterns of plant diversity. *Glob Ecol Biogeogr* 27:667–678. <https://doi.org/10.1111/geb.12727>

Hobbs R. J., Arico S., Aronson J., Baron J. S., Bridgewater P., Cramer V. A., Epstein P. R., Ewel J. J., Klink C. A., Lugo A. E., Norton D., Ojima D., Richardson D. M., Sanderson E. W., Valladares F., Vilà M., Zamora R. & Zobel M. (2006) Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global ecology and biogeography*, 15(1), 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00212.x>

Körner C. (2003) *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems; with 47 tables*. Springer Science & Business Media.

Mack R. N. (1985) Invading plants: their potential contribution to population biology. *Studies on plant demography: a festschrift for John L. Harper*, 127-142.

Mack R. N., Simberloff D., Mark Lonsdale W., Evans H., Clout, M., & Bazzaz F. A. (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological applications*, 10(3), 689-710. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)

McDougall K.L., Alexander J.M., Haider S., Pauchard A., Walsh N.G. & Kueffer C. (2011) Alien flora of mountains: Global comparisons for the development of local preventive measures against plant invasions. *Divers Distrib* 17:103–111. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00713.x>

McDougall K.L., Lembrechts J., Rew L.J., Haider S., Cavieres L.A., Kueffer C., Milbau A., Naylor B. J., Nuñez M. A., Pauchard A., Seipel T., Speziale K.L., Wright G. T., Alexander J.M. (2018) Running off the road: roadside non-native plants invading mountain vegetation. *Biol Invasions* 20:3461–3473. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1787-z>

Pauchard A. & Alaback P.B. (2004) Influence of Elevation, Land Use, and Landscape Context on Patterns of Alien Plant Invasions along Roadsides in Protected Areas of South-Central Chile. *Conserv Biol* 18:238–248. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00300.x>

Pauchard A., Kueffer C., Dietz H., Daehler C.C., Alexander J., Edwards P.J., Arévalo J. R., Cavieres L.A., Guisan A., Haider S., Jacobs G., McDougall K., Millar C. I., Naylor B. J., Parques C.G., Rew L.J. & Seipel T. (2009) Ain't no mountain high enough: Plant invasions

reaching new elevations. *Front Ecol Environ* 7:479–486. <https://doi.org/10.1890/080072>

Rixen C., Stoeckli V. & Ammann W. (2003) Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 5(4), 219-230. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00036>

Rodriguez R., Marticorena C., Alarcón D., Baeza C., Cavieres L., Finot V. L., Fuentes N., Kiessling A., Mihoc M., Pauchard A., Ruiz E., Sanchez P. & Marticorena A. (2018) Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75:1–430. <https://doi.org/10.4067/s0717-66432018000100001>

Rosas P., Mihoc M., Cavieres L. (2018) Riqueza de plantas nativas e introducidas y diversidad en sus formas de vida en los Andes de Chile central.

Seipel T., Kueffer C., Rew L.J., Daehler C.C., Pauchard A., Naylor B.J., Alexander J.M., Edwards P.J., Parques C.G., Arévalo J.R., Cavieres L.A., Dietz H., Jacobs G., McDougall K., Otto R. & Walsh N. (2012) Processes at multiple scales affect richness and similarity of non-native plant species in mountains around the world. *Glob Ecol Biogeogr* 21:236–246. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00664.x>

Steiger R., Damm A., Prettenhaler F. & Proebstl-Haider U. (2021) Climate change and winter outdoor activities in Austria. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 34, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100330>

ANEXO

Especies 2007	Introducidas	Nativas
<i>Acacia caven</i>		1
<i>Acaena alpina</i>		1
<i>Acaena patagonica</i>		1
<i>Acaena pinnatifida</i>		1
<i>Acaena splendens</i>		1
<i>Adesmia capitellata</i>		1
<i>Adesmia glomerula</i>		1
<i>Adesmia hemisphaerica</i>		1
<i>Adesmia longiseta</i>		1
<i>Adesmia montana</i>		1
<i>Adesmia mucronata</i>		1
<i>Adesmia papposa</i>		1
<i>Alstroemeria pallida</i>		1
<i>Alstroemeria spathulata</i>		1
<i>Anarthrophyllum cumingii</i>		1
<i>Anarthrophyllum gayanum</i>		1
<i>Anthemis cotula</i>	1	
<i>Apium prostratum</i>		1
<i>Asteriscium aemocarpon</i>		1
<i>Astragalus looseri</i>		1
<i>Astragalus vesiculosus</i>		1
<i>Avena barbata</i>	1	
<i>Azorella madreporica</i>		1
<i>Azorella monantha</i>		1
<i>Azorella ruizii</i>		1
<i>Baccharis salicifolia</i>		1
<i>Berberis empetrifolia</i>		1
<i>Blumenbachia dissecta</i>		1

<i>Brassicacea sp.</i>		1
<i>Bromus catharticus</i>		1
<i>Bromus hodeaceus</i>	1	
<i>Bromus mango</i>		1
<i>Bromus rigidus</i>	1	
<i>Bromus scoparius</i>	1	
<i>Bromus setifolius</i>		1
<i>Caiohora coronata</i>		1
<i>Calandrinia affinis</i>		1
<i>Calceolaria corymbosa</i>		1
<i>Calceolaria filicaulis</i>		1
<i>Calceolaria segethii</i>		1
<i>Calendula arvensis</i>	1	
<i>Calopappus acerosus</i>		1
<i>Carduus thoermeri</i>	1	
<i>Carex andina</i>		1
<i>Carex gayana</i>		1
<i>Centaurea melitensis</i>	1	
<i>Cerastium arvense</i>	1	
<i>Cerastium humifusum</i>		1
<i>Chaetanthera euphrasioides</i>		1
<i>Chaetanthera linearis</i>		1
<i>Chenopodium album</i>	1	
<i>Chenopodium hircinum</i>		1
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>		1
<i>Colliguaja salicifolia</i>		1
<i>Collomia biflora</i>		1
<i>Colobanthus quitensis</i>		1
<i>Conium maculatum</i>	1	
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	

<i>Conyza sumatrensis</i>		1
<i>Cryptantha capituliflora</i>		1
<i>Cuscuta suaveolens</i>		1
<i>Cynoglossum creticum</i>	1	
<i>Descurainia pimpinellifolia</i>		1
<i>Discaria nana</i>		1
<i>Dysphania ambrosioides</i>		1
<i>Ephedra chilensis</i>		1
<i>Epilobium glaucum</i>		1
<i>Erigeron andicola</i>		1
<i>Erodium cicutarium</i>	1	
<i>Erythranthe glabrata</i>		1
<i>Eschscholzia californica</i>	1	
<i>Euphorbia collina</i>		1
<i>Galium aparine</i>	1	
<i>Galium araucanum</i>		1
<i>Galium eriocarpum</i>		1
<i>Gayophytum humile</i>		1
<i>Geranium bertereanum</i>		1
<i>Gilia laciniata</i>		1
<i>Guindilia trinervis</i>		1
<i>Haplopappus anthylloides</i>		1
<i>Haplopappus schumannii</i>		1
<i>Heliotropium paronychioides</i>		1
<i>Hirschfeldia incana</i>	1	
<i>Homalocarpus dichotomus</i>		1
<i>Hordeum comosum</i>		1
<i>Hordeum murinum</i>	1	
<i>Hypochaeris clarionoides</i>		1
<i>Hypochaeris scorzonerae</i>		1

<i>Jaborosa caulescens</i>		1
<i>Junellia spathulata</i>		1
<i>Junellia uniflora</i>		1
<i>Kageneckia angustifolia</i>		1
<i>Lactuca serriola</i>	1	
<i>Latace andina</i>		1
<i>Lathyrus subandinus</i>		1
<i>Leucheria sp.</i>		1
<i>Leucocoryne ixioides</i>		1
<i>Loasa sigmoidea</i>		1
<i>Lobelia oligophylla</i>		1
<i>Lupinus microcarpus</i>		1
<i>Luzula chilensis</i>		1
<i>Lythrum hyssopifolium</i>	1	
<i>Madia sativa</i>		1
<i>Malesherbia linearifolia</i>		1
<i>Melosperma andicola</i>		1
<i>Menonvillea comberi</i>		1
<i>Microsteris gracilis</i>		1
<i>Montiopsis andicola</i>		1
<i>Montiopsis cystiflora</i>		1
<i>Montiopsis potentilloides</i>		1
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>		1
<i>Mutisia rosea</i>		1
<i>Mutisia sinuata</i>		1
<i>Myosurus apetalus</i>		1
<i>Nardophyllum lanatum</i>		1
<i>Nassauvia aculeata</i>		1
<i>Nassauvia axillaris</i>		1
<i>Nassauvia lagascae</i>		1

<i>Nassauvia looseri</i>		1
<i>Nassauvia pyramidalis</i>		1
<i>Nastanthus scapigerus</i>		1
<i>Nastanthus ventosus</i>		1
<i>Nasturtium officinale</i>	1	
<i>Navarretia involucrata</i>		1
<i>Nicotiana corymbosa</i>		1
<i>Noccaea magellanica</i>		1
<i>Nototriche compacta</i>		1
<i>Oenothera acaulis</i>		1
<i>Olsynium junceum</i>		1
<i>Olsynium scirpoideum</i>		1
<i>Oreopolus glacialis</i>		1
<i>Oriastrum chilense</i>		1
<i>Oriastrum lycopodioides</i>		1
<i>Oriastrum pentacaenoides</i>		1
<i>Oriastrum pusillum</i>		1
<i>Oxalis cinerea</i>		1
<i>Oxalis compacta</i>		1
<i>Oxalis penicillata</i>		1
<i>Oxalis squamata</i>		1
<i>Pappostipa chrysophylla</i>		1
<i>Patosia clandestina</i>		1
<i>Perezia carthamoides</i>		1
<i>Phacelia brachyantha</i>		1
<i>Phacelia secunda</i>		1
<i>Phleum alpinum</i>		1
<i>Phycella herbertiana</i>		1
<i>Plantago barbata</i>		1
<i>Plantago lanceolata</i>	1	

<i>Poa acinaciphylla</i>		1
<i>Poa aff. lanuginosa</i>		1
<i>Poa annua</i>	1	
<i>Poa conf. denudata</i>		1
<i>Polygala salasiana</i>		1
<i>Polygonum aviculare</i>	1	
<i>Populus nigra</i>	1	
<i>Pozoa coriacea</i>		1
<i>Pseudognaphalium aldunateoides</i>		1
<i>Quinchamalium chilense</i>		1
<i>Ranunculus peduncularis</i>		1
<i>Rhodophiala andicola</i>		1
<i>Ribes densiflorum</i>		1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	
<i>Rumex crispus</i>	1	
<i>Rytidosperma violaceum</i>		1
<i>Sanicula graveolens</i>		1
<i>Schizanthus hookeri</i>		1
<i>Senecio bustillosianus</i>		1
<i>Senecio eruciformis</i>		1
<i>Senecio francisci</i>		1
<i>Senecio grandjotii</i>		1
<i>Senecio looseri</i>		1
<i>Senecio pentaphyllus</i>		1
<i>Senecio polygaloides</i>		1
<i>Silene chilensis</i>		1
<i>Sisymbrium orientale</i>	1	
<i>Sisyrinchium arenarium</i>		1
<i>Sisyrinchium chilense</i>		1

<i>Sisyrinchium cuspidatum</i>		1
<i>Sisyrinchium striatum</i>		1
<i>Solanum crispum</i>		1
<i>Sonchus asper</i>	1	
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	
<i>Stachys albicaulis</i>		1
<i>Stachys philippiana</i>		1
<i>Tanacetum parthenium</i>	1	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	
<i>Tetraglochin alatum</i>		1
<i>Tragopogon porrifolius</i>	1	
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	1	
<i>Trisetum preslei</i>		1
<i>Tristagma bivalve</i>		1
<i>Tristagma nivale</i>		1
<i>Tristerix verticillatus</i>		1
<i>Tropaeolum polyphyllum</i>		1
<i>Tropaeolum sessilifolium</i>		1
<i>Valeriana vaga</i>		1
<i>Verbascum thapsus</i>	1	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	1	
<i>Viola atropurpurea</i>		1
<i>Viola conf. domeykoana</i>		1
<i>Viola philippii</i>		1
<i>Viviania marifolia</i>		1
<i>Vulpia myuros</i>	1	
<i>Werneria pygmaea</i>		1
Total	37	167

Anexo 1. Especies registradas en el año 2007.

Especies 2017	Introducidas	Nativas
<i>Acaena alpina</i>		1
<i>Acaena pinnatifida</i>		1
<i>Acaena splendens</i>		1
<i>Adesmia capitellata</i>		1
<i>Adesmia glomerula</i>		1
<i>Adesmia hemisphaerica</i>		1
<i>Adesmia longiseta</i>		1
<i>Adesmia montana</i>		1
<i>Adesmia mucronata</i>		1
<i>Adesmia papposa</i>		1
<i>Adesmia sp.</i>		1
<i>Alstroemeria pallida</i>		1
<i>Anagallis arvensis</i>	1	
<i>Anarthrophyllum cumingii</i>		1
<i>Asteriscium aemocarpon</i>		1
<i>Astragalus vesiculosus</i>		1
<i>Avena barbata</i>	1	
<i>Azorella hibrida</i>		1
<i>Azorella madreporica</i>		1
<i>Azorella monantha</i>		1
<i>Azorella prolifera</i>		1
<i>Azorella ruizii</i>		1
<i>Barneoudia major</i>		1
<i>Berberis empetrifolia</i>		1
<i>Bromus catharticus</i>		1
<i>Bromus hodeaceus</i>	1	
<i>Bromus rigidus</i>	1	
<i>Bromus setifolius</i>		1

<i>Bromus sp.</i>		1
<i>Caiohora coronata</i>		1
<i>Calceolaria arachnoidea</i>		1
<i>Calceolaria segethii</i>		1
<i>Calopappus acerosus</i>		1
<i>Carduus pycnocephalus</i>	1	
<i>Carduus thoermeri</i>	1	
<i>Carex andina</i>		1
<i>Carex atropicta</i>		1
<i>Centaurea melitensis</i>	1	
<i>Cerastium arvense</i>	1	
<i>Chaetanthera euphrasioides</i>		1
<i>Chaetanthera linearis</i>		1
<i>Chenopodium album</i>	1	
<i>Chenopodium hircinum</i>		1
<i>Chenopodium sp.</i>	1	
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>		1
<i>Clarkia tenella</i>		1
<i>Colliguaja salicifolia</i>		1
<i>Collomia biflora</i>		1
<i>Conium maculatum</i>	1	
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	
<i>Conyza sumatrensis</i>		1
<i>Cryptantha sp.</i>		1
<i>Cynoglossum creticum</i>	1	
<i>Discaria nana</i>		1
<i>Draba sp.</i>		1
<i>Dysphania ambrosioides</i>		1
<i>Echium vulgare</i>	1	

<i>Ephedra chilensis</i>		1
<i>Erigeron andicola</i>		1
<i>Erodium cicutarium</i>	1	
<i>Eschscholzia californica</i>	1	
<i>Euphorbia collina</i>		1
<i>Galium aparine</i>	1	
<i>Galium araucanum</i>		1
<i>Galium eriocarpum</i>		1
<i>Galium sp.</i>		1
<i>Gamochaetha sp.</i>		1
<i>Geranium berteroanum</i>		1
<i>Geranium sessiliflorum</i>		1
<i>Gilia laciniata</i>		1
<i>Guindilia trinervis</i>		1
<i>Haplopappus anthylloides</i>		1
<i>Haplopappus schumannii</i>		1
<i>Heliotropium paronychioides</i>		1
<i>Hirschfeldia incana</i>	1	
<i>Hordeum comosum</i>		1
<i>Hordeum murinum</i>	1	
<i>Hordeum sp.</i>		1
<i>Hypericum perforatum</i>	1	
<i>Hypochaeris clarionoides</i>		1
<i>Hypochaeris scorzonerae</i>		1
<i>Hypochaeris sp.</i>		1

<i>Jaborosa caulescens</i>		1
<i>Junellia spathulata</i>		1
<i>Kageneckia angustifolia</i>		1
<i>Lactuca serriola</i>	1	
<i>Latace andina</i>		1
<i>Lathyrus subandinus</i>		1
<i>Leucheria sp.</i>		1
<i>Loasa sigmoidea</i>		1
<i>Lupinus microcarpus</i>		1
<i>Madia sativa</i>		1
<i>Malesherbia linearifolia</i>		1
<i>Marrubium vulgare</i>	1	
<i>Matricaria matricarioides</i>	1	
<i>Maytenus boaria</i>		1
<i>Melosperma andicola</i>		1
<i>Microsteris gracilis</i>		1
<i>Montiopsis andicola</i>		1
<i>Montiopsis cistiflora</i>		1
<i>Montiopsis potentilloides</i>		1
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>		1
<i>Mutisia sinuata</i>		1
<i>Nardophyllum lanatum</i>		1
<i>Nassauvia axillaris</i>		1
<i>Nassauvia lagascae</i>		1
<i>Nassauvia looseri</i>		1
<i>Nassauvia pyramidalis</i>		1
<i>Nastanthus scapigerus</i>		1
<i>Nicotiana acuminata</i>		1
<i>Nicotiana corymbosa</i>		1
<i>Noccaea magellanica</i>		1

<i>Oenothera acaulis</i>		1
<i>Olsynium junceum</i>		1
<i>Olsynium scirpoideum</i>		1
<i>Oriastrum chilense</i>		1
<i>Oriastrum lycopodioides</i>		1
<i>Oriastrum pentacaenoides</i>		1
<i>Oriastrum pusillum</i>		1
<i>Oxalis cinerea</i>		1
<i>Oxalis compacta</i>		1
<i>Oxalis squamata</i>		1
<i>Pappostipa chrysophylla</i>		1
<i>Patosia clandestina</i>		1
<i>Perezia carthamoides</i>		1
<i>Perezia poeppigii</i>		1
<i>Phacelia brachyantha</i>		1
<i>Phacelia secunda</i>		1
<i>Piptochaetium sp.</i>		1
<i>Plantago barbata</i>		1
<i>Plantago hispidula</i>		1
<i>Plantago lanceolata</i>	1	
<i>Poa acinaciphylla</i>		1
<i>Poa conf. denudata</i>		1
<i>Polygala salasiana</i>		1
<i>Polygonum aviculare</i>	1	
<i>Populus nigra</i>	1	
<i>Pozoa coriacea</i>		1
<i>Quinchamalium chilense</i>		1
<i>Rhodophiala andicola</i>		1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	

<i>Rumex acetosella</i>	1	
<i>Rumex crispus</i>	1	
<i>Rytidosperma sp.</i>		1
<i>Rytidosperma violaceum</i>		1
<i>Salpiglossis sinuata</i>		1
<i>Sanicula graveolens</i>		1
<i>Schinus patagonicus</i>		1
<i>Schizanthus hookeri</i>		1
<i>Senecio bustillosianus</i>		1
<i>Senecio eruciformis</i>		1
<i>Senecio francisci</i>		1
<i>Senecio looseri</i>		1
<i>Senecio pentaphyllus</i>		1
<i>Senecio polygaloides</i>		1
<i>Silene chilensis</i>		1
<i>Sisymbrium orientale</i>	1	
<i>Sisyrinchium arenarium</i>		1
<i>Sisyrinchium chilense</i>		1
<i>Sisyrinchium cuspidatum</i>		1
<i>Solanum crispum</i>		1
<i>Sonchus asper</i>	1	
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	
<i>Sonchus sp.</i>	1	
<i>Stachys philippiana</i>		1
<i>Tanacetum parthenium</i>	1	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	
<i>Tetraglochin alatum</i>		1
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	1	
<i>Trisetum preslei</i>		1

<i>Tristagma nivale</i>		1
<i>Tropaeolum sessilifolium</i>		1
<i>Verbascum thapsus</i>	1	
<i>Veronica persica</i>	1	
<i>Viola atropurpurea</i>		1
<i>Viola philippii</i>		1
<i>Viviania marifolia</i>		1
<i>Vulpia myuros</i>	1	
<i>Vulpia sp.</i>	1	
Total	40	139

Anexo 2. Especies registradas en el año 2017.

