



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Estudio y catastro de la flora presente en el cordón montañoso Cerro la Virgen

MEMORIA DE TÍTULO

CÉSAR ALBERTO MANCILLA VILLASECA

TALCA, CHILE

2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Estudio y catastro de la flora presente en el cordón montañoso Cerro la Virgen

Por

CÉSAR ALBERTO MANCILLA VILLASECA

MEMORIA DE TITULO

**Presentada a la Universidad de Talca
como parte de los requisitos para optar al
título de**

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, 2022

APROBACIÓN:

A handwritten signature in blue ink, reading "F. Schiappacasse", with a horizontal line underneath the name.

Profesor Guía: Flavia María Schiappacasse Canepa, Ing. Agr., M.S.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "L. Letelier", with a horizontal line underneath the signature.

Profesor Co-Guía: Luis Erasmo Á. Letelier Gálvez, Ing. Agr., Magister y Doctor en Ciencias

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 12 de mayo de 2022.

AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar agradeciendo a mis profesores guías Flavia Schiappacasse y Luis Letelier, empezando por decir que agradezco y valoro la confianza que depositaron sobre mí en querer ser parte de este trabajo de memoria que siempre quise realizar, en su constante apoyo, guía, consejos y perseverancia a la hora de ayudarme con las diferentes problemáticas que surgieron en el camino, no puedo estar más agradecido por haberme dado esta posibilidad de poder trabajar en el área que tanto aprecio, la flora nativa chilena.

Quiero también agradecer a mi querida familia, por todos los años de cariño, apoyo e inspiración que me entregaron, por darme la oportunidad en todo sentido de poder seguir el camino que siempre quise y en estar ahí para alentarme a que siguiera mi sueño, todos estos años no hubiesen sido lo mismo si no hubiese sido por la presencia de mi padre, Eladio Mancilla, por el cariño, apoyo y el primer paso hacia el amor por la flora nativa que me entregó, Jeannette Villaseca, por todo el cariño y ayuda entregada, Martín Mancilla, por los haber estado ahí cuando siempre lo necesité y Pía Mancilla por haberme dado todo su cariño y apoyo a pesar de la distancia.

Mis agradecimientos también van dirigidos a mi pareja Catalina Diaz, por su incondicional apoyo, cariño, guía y estado, donde a pesar de ser de un área completamente diferente, su interés y ganas de involucrarse fueron de mucha inspiración, donde su compañía tanto en las buenas y en las malas hicieron de este camino uno de cálidos recuerdos.

A todos mis amigos y amigas que conocí a lo largo de la carrera, que fueron un pilar fundamental en mi formación y que la ayuda que me generaron siempre será recordada cálidamente.

A mis chinchillas Toby y Totoro y la recientemente llegada perrita Lulú, por su compañía a lo largo de todos estos años, el apoyo moral y cálido cariño que me entregaron, de haber hecho las tardes más difíciles en unas de calidez.

Y finalmente, a las personas que, si bien ya no están presentes por diferentes razones, agradezco profundamente el apoyo y buenos momentos y recuerdos entregados.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Ecosistemas de tipo mediterráneo	4
2.2 Zona de clima mediterráneo en Chile.....	5
2.3 Bosque Esclerófilo de Chile.....	6
2.4 Antecedentes generales del Cerro la Virgen	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Área de estudio.....	10
3.2 Metodología.....	13
IV. RESULTADOS	18
<i>Berberis chilensis</i> Gillies ex Hook. & Arn.	19
4.1 Especies leñosas.....	25
4.2 Especies herbáceas	26
4.3 Macrozona Norte.....	28
4.3.1 Quebradas sector Norte	29
4.3.2 Matorral sector Norte.....	36
4.4 Macrozona Centro	42
4.4.1 Quebradas sector Centro.....	42
4.4.2 Matorrales Sector Centro	47
4.4.3 Bosque Intervenido Sector centro	55
4.5 Macrozona Sur.....	62
4.5.1 Quebradas Sector sur.....	62
4.5.2 Matorral Sector Sur.....	72
4.5.3 Esfuerzo de muestreo	81
1.1 Resultados generales	85
II. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
2.1 DISCUSIÓN	88

2.1.1	Especies invasoras.....	89
2.1.2	Cambio de uso de suelo.....	92
2.1.3	Incendios forestales.....	96
2.1.4	Piso vegetacional presente.....	97
2.1.5	Diferencias en riqueza de diversidad según índices de diversidad.....	98
2.1.6	Dominancia monotípica de <i>Talguenea quinquinervia</i> y <i>Acacia caven</i>	99
2.1.7	Población de <i>Tarasa umbellata</i>	100
6.	Conclusiones.....	103
III.	CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104

RESUMEN

Los ecosistemas de tipo mediterráneo albergan una importante proporción de la diversidad de flora vascular a nivel mundial, además de poseer un alto nivel de endemismo y múltiples servicios ecosistémicos, características que en conjunto los hacen una comunidad vegetal interesante de conservar. Dichos ecosistemas en Chile se encuentran dominados en su mayoría por el bosque esclerófilo, donde a su vez, se encuentra dentro de un hotspot de la biodiversidad mundial. El bosque esclerófilo ha sido expuesto a un importante cambio de uso de suelo, tanto hacia plantaciones forestales, así como agrícolas o por la expansión de las áreas urbanas. En este estudio, se caracterizó la flora leñosa y herbácea presente en el Cerro La Virgen, cordón montañoso ubicado al poniente de la ciudad de Talca, Chile central; el área de estudio fue sectorizada en tres Macrozonas (Norte, Centro y Sur) donde junto a índices de diversidad, alfa y beta para los componentes herbáceos y arbóreos, se analizó la importancia biológica y ecológica que presenta el sector. Se observó una rica biodiversidad vascular compuesta por 51 familias y 126 especies, que difirió en composición según la Macrozona en la que se encontraba, observándose a la vez las diferentes amenazas que afectan la integridad presente y futura del bosque. Se concluyó que el Cerro La Virgen posee altos niveles de endemismo, principalmente en especies leñosas, donde dentro de las 126 especies, 18 corresponden a especies arbóreas, de las cuales el 50% son endémicas, con composición y degradación diferida según el sector y su topografía.

Palabras Clave Ecosistemas Mediterráneos, Flora de Chile, Bosque Esclerófilo, Amenazas y Conservación.

ABSTRACT

The Mediterranean ecosystems are home to an important proportion of the global vascular flora diversity, in addition of having a high level of endemism and multiple ecosystem services, characteristics that together make them an interesting plant community to conserve. The ecosystems in Chile can be found dominated mostly by the sclerophyll forest, where at the same time, are included within a global biodiversity hotspot. The sclerophyll forest has been exposed to an important change in land use, due to forestry plantations, as well as agricultural plantations or the expansion of urban areas. In this study the woody and herbaceous flora from the Cerro La Virgen was characterized. The Cerro La Virgen is part of a mountain range located to the west of the city of Talca, central Chile. The study area was divided into three main Macrozones (North, Center and South) where together with alpha and beta diversity indexes for herbaceous and arboreal components, the biological and ecological importance were analyzed. A rich vascular biodiversity was observed, composed by 51 families and 126 species, which differed in composition according to the Macrozone in which it was located. At the same time different threats that affect the present and future integrity of the forest were assessed. It was concluded that the Cerro La Virgen has high levels of endemism, mainly in woody species, where among the 126 species, 18 correspond to tree species, of which 50% are endemic, with composition and degradation differing according to the sector and its topography.

Keywords Mediterranean Ecosystems, Chilean Flora, Sclerophyll Forest, Threats and Conservation.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de tipo mediterráneo o *Mediterranean-type Ecosystems* (MTEs), los que corresponden al sector de California, la región del cabo en Sudáfrica, suroeste de Australia, sector del mar Mediterráneo y la zona central de Chile, se caracterizan por poseer un clima de estaciones marcadas con lluvias predominantes y bajas temperaturas en la época invernal y un periodo sin lluvias que se prolonga entre los 7 a 8 meses con variaciones entre las diferentes zonas MTEs. Dichas zonas poseen gran riqueza de especies a nivel mundial, sólo superada por los trópicos, principalmente en cuanto a variedad de plantas vasculares y destacando a su vez, un alto nivel de endemismo dentro de las especies presentes. Dicha riqueza se ve acompañada con adaptaciones fisiológicas y morfológicas principalmente con el fin de generar una resistencia hídrica a las épocas de escasez hídrica, existiendo similitudes en cuanto a agrupaciones botánicas, gradientes vegetales, etc. (Mooney *et al.*, 1970; Esler *et al.*, 2018; Thompson, 2020).

La zona central de Chile de clima mediterráneo, se extiende por un total de 850 km de largo entre las latitudes 32°45' y 37°30' Latitud Sur, se caracteriza por poseer dos fallas siendo el Este cubierto por la cordillera de la costa y el Oeste por la cordillera de los Andes. Ambos cordones de predominancia en cuanto a altura y largo son separados en la parte media por extensos valles, históricamente usados para los principales asentamientos humanos y prácticas silvoagropecuarias (Quintanilla *et al.*, 2012).

La comuna de Talca, ubicada a 35° 26' Latitud Sur y 71° Longitud Oeste, se posiciona en el corazón de la Región del Maule, ubicada en la zona central de Chile en la depresión intermedia, se caracteriza por la predominancia de un clima templado cálido de lluvias invernales (Csb), escasez de lluvia en la época más cálida, con un crecimiento en los niveles pluviométricos de Norte a Sur y de Este a Oeste, donde la comuna de Talca se destaca por poseer una temperatura promedio histórica de 14,2 °C y una precipitación media de 672,2 mm (Errazuriz *et al.*, 1998).

El clima mediterráneo ha permitido el desarrollo de un tipo de comunidad denominada Bosque Esclerófilo, cuyas especies se caracterizan por poseer esclerofilia, microfilia, entre otras cualidades. Dentro de este complejo, podemos definir dos tipos forestales predominantes, el tipo *Quillaja saponaria* – *Lithraea caustica* en las laderas asoleadas, y el tipo *Cryptocaria alba* – *Lithraea caustica* en exposiciones más húmedas y sombreadas (Luebert & Pliscoff, 2006). Ambos tipos, de similitud botánica, se caracterizan por poseer un promedio de altura de las copas arbóreas de 12 a 15 metros de altura con especies de los estratos dominantes tales como *Quillaja saponaria* Molina, *Lithraea caustica* Molina,

Cryptocaria alba Molina, *Peumus boldus* Molina, *Kageneckia oblonga* Ruiz & Pav., *Maytenus boaria* Molina, entre otros, además de presentar especies arbóreas menores y arbustivas tales como *Cestrum parqui* L'Herit, *Retanilla trinervia* Guillies & Hook., *Acacia caven* Molina, *Colletia hystrix* Clos, entre otros. Otro aspecto para destacar es la presencia importante de especies herbáceas, siendo el 40% de estas de tipo perenne donde dentro de estas se pueden encontrar un número sustancial de especies a su vez, de carácter geófito (Donoso, 1982; Luebert y Pliscoff, 2006).

Lamentablemente los complejos boscosos esclerófilos, principalmente aquellos con cercanía a los principales asentamientos humanos, se han visto afectados de forma progresiva por el avance del desarrollo humano en relación con la expansión urbanística, prácticas agrícolas, entre otras, generando una degradación y fragmentación considerable con pérdida de ejemplares longevos, cambio de jerarquización, predominancia de renovales e ingreso de especies introducidas de carácter invasivo (Schulz *et al.*, 2011), formando diferentes situaciones boscosas descritas por Garias *et al.* (2018), donde se aprecian las situaciones de *Bosque con dominio de renoval con cobertura abierta*, *Bosque con dominio de renoval semidenso* y *Bosque con dominio de renoval denso*.

Ejemplo de lo anterior se refleja en el histórico Cerro de la Virgen, ubicado en las latitudes 35°25´ Latitud Sur y 71°42´ Longitud Oeste, en el límite Oeste de la ciudad de Talca. Con una altura máxima de 360 m y pendientes con exposición Este y Sureste; el Cerro La Virgen es considerado uno de los puntos turísticos más importante de la capital regional. Tanto el mirador como el monumento religioso fueron inaugurados el 11 de septiembre de 1910, siendo a lo largo de años un punto de encuentro para miles de peregrinos y turistas que encuentran en dicho sector diferentes intereses. Sumado a las visitas, en el sector se realizan múltiples actividades recreacionales, principalmente del ámbito deportivo y de entretenimiento, por lo que existe un importante flujo diario de individuos en el área. Bordeando los sectores de tránsito peatonal y vehicular, se pueden observar remanentes de bosque esclerófilo y con una clara predominancia de *Talguenea quinquinervia* Gill et Cook sumado a un suelo degradado y compactado y una importante presencia de especies introducidas de carácter invasivo, tales como *Acacia dealbata* Link, *Pinus radiata* D. Don.

Si bien existen estudios de carácter étnico, histórico y cultural en el sector, no existen estudios respecto de la flora presente y el grado de vulnerabilidad que podrían presentar ante las amenazas ya mencionadas y dado a la importancia cultural e histórica y a la cercanía que presenta el sector a la zona urbana, es de gran interés poder generar un catastro y registro que refleje las especies de flora presentes, el nivel de fragmentación que puedan presentar y las amenazas actuales que puedan existir.

A continuación, se presenta la hipótesis, objetivo general y objetivos específicos del presente estudio.

1.1. Hipótesis

El cordón montañoso del Cerro La Virgen posee una variada presencia de flora nativa de interés y con un importante nivel de endemismo.

1.2. Objetivo general

Generar un estudio y caracterización de la flora presente en el cordón montañoso del Cerro La Virgen.

1.3. Objetivos específicos

- Describir los sectores según su uso y condición (pendiente, exposición, uso actual, etc.).
- Categorizar la abundancia por especie en cada sector.
- Otorgar un valor basado en la biodiversidad de los sectores y su importancia relativa.
- Describir posibles factores que generan un grado de vulnerabilidad sobre las especies presentes.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ecosistemas de tipo mediterráneo

Los ecosistemas de tipo mediterráneo se distinguen por poseer la concentración de lluvias en el semestre de invierno (entre un 80 y 90% para el caso de California y Chile), sumado a temperaturas promedio por bajo de los 15°C en la época invernal (di Castri y Mooney, 2012) y un periodo seco que se extiende entre los 2 a 10 meses, donde se ha reportado que, en las últimas décadas, se ha presenciado eventos de veranos de extrema sequía con mayor frecuencia (de Dios *et al.*, 2007). En los biomas o regiones influenciados por el clima de tipo Mediterráneo, se presenta una pluviometría anual superior a los 300 mm, lo cual es un factor distintivo con respecto a las zonas áridas. Los biomas mediterráneos se encuentran presentes en todos los continentes habitados (con excepción de la Antártida), hábitat de más de 250 millones de habitantes donde es posible a su vez encontrar las mayores áreas metropolitanas, cubriendo solamente un 2% de la superficie global, sin embargo poseen más del 20% de especies de plantas a nivel mundial. Dichas zonas son posibles de encontrar en porciones de Europa, África y Asia que rodean el mar Mediterráneo (extendiéndose por la franja Este por sobre el Sur de Turquía y el Norte de Siria), costa e interior del sector centro de Chile, la costa oeste de Norteamérica, la costa suroeste de Australia y el sector suroeste de Sudáfrica (Bonada y Resh, 2013). Dichas regiones se encuentran recurrentemente entre 30° y 40° Latitud Sur, por las franjas oeste de los continentes, donde a su vez, la orografía es un factor determinante en la pluviometría anual (Deitch *et al.*, 2017). Históricamente, las zonas de clima Mediterráneo han sido zonas de preferencias para los asentamientos humanos, tanto para el desarrollo y expansión urbanístico, así como para la localización para el avance de actividades económicas (Underwood *et al.*, 2009; Cox & Underwood, 2011).

Las cinco zonas de clima mediterráneo a nivel mundial son reconocidas como “hotspots”, esto es por poseer un importante nivel en riqueza y endemismo de especies vegetales, donde el 70% de dichas especies presentan algún grado de vulnerabilidad, que, a pesar de su reconocimiento en cuanto a su importancia en la conservación de la biodiversidad, solamente el 4,3% de la superficie total está protegida dentro de reservas designadas específicamente con dicho objetivo, donde a su vez, dichas reservas se encuentran distribuidas en sectores de bajo uso comercial (Mittermeier *et al.*, 2004; Cox & Underwood, 2011; Rundel *et al.*, 2016).

Los biomas de tipo mediterráneo representan una transición entre las regiones templadas y tropicales, por lo que poseen especies vegetales con diferentes orígenes biogeográficos, donde se identifican especies sobrevivientes del pasado tropical o templado de la zona o bien especies que evolucionaron bajo las condiciones climáticas mediterráneas.

Si bien las zonas de clima mediterráneo presentan una convergencia en la diversidad y composición florística, existe una importante distinción dentro de dicha diversidad que responde a adaptaciones y respuestas a condiciones climáticas específicas dentro de las zonas de clima mediterráneo (Nardini *et al.*, 2014).

Las especies vegetales presentes en las regiones mediterráneas tienden a mantener por lo general un follaje perenne, formando complejos boscosos esclerófilos y xéricos donde es posible observar un patrón en cuanto a la presencia de especies vegetales superiores perennes con hojas gruesas y coriáceas con regulaciones en su fisiología, esto para generar la mayor conservación de agua posible, con capacidad de rebrote tras posibles incendios, presencia de una capa inferior arbustiva de similares características y una importante presencia de herbáceas perennes (Lambers *et al.*, 2013; Nardini *et al.*, 2014; Rundel *et al.*, 2016).

2.2 Zona de clima mediterráneo en Chile

En Chile, la zona tipo Mediterráneo se encuentra entre los paralelos 30-32° hasta los 38-39° Latitud Sur. En el sentido Oeste-Este o mar-cordillera, es posible la distinción de tres franjas longitudinales en la región de clima mediterráneo; una litoral con influencias oceánica y fluctuaciones térmicas pequeñas; una interior, determinada por la cordillera de la Costa, la cual genera una dificultad en la entrada de la influencia oceánica, produciéndose un lado oriental más seco y con fluctuaciones térmicas más fuertes por una influencia térmica continental y una franja montana, donde se aprecia una baja en la temperatura a medida que se asciende en altura (Donoso *et al.*, 2004).

La región que compone la zona bioclimática mediterránea concentra importantes niveles de biodiversidad que destaca por su alta riqueza de especies que a su vez presentan un importante nivel de endemismo (Scherson *et al.*, 2017). Esto es explicado por la confluencia de regiones florísticas y faunísticas Netropical, Australasiana y el antiguo continente Gondwana, ante el aislamiento causado por las principales barreras bioclimáticas, donde por el noroeste toma acción la diagonal árida, zona desértica e hiperdesértica que abarca gran parte del sector oeste de Sudamérica, en Chile presente desde el hiperárido desierto de Atacama, extendiéndose en gran parte por la cordillera de los Andes (Abraham, *et al.*, 2020), como por la acción del Anticiclón del Pacífico Sur y la Corriente de Humboldt por el Oeste y las acciones biogeográficas a causa de las glaciaciones, lo que en resumen, han generado un importante moldeamiento biogeográfico en Chile, otorgando la importante característica de aislamiento (Gayó *et al.*, 2005).

Debido al estado de conservación deteriorado de las especies, principalmente por causas antropogénicas, es que las comunidades vegetacionales que se encuentran dentro de las regiones de clima mediterráneo forman parte del hotspot de la biodiversidad “*Chilean Winter rainfall-Valdivian forests*” (Arroyo *et al.*, 2006; Mittermeier *et al.*, 2011), donde es considerada su prioridad global para la conservación de la biodiversidad (Brooks *et al.*, 2006). Debido a que estas zonas se encuentran en constante vulnerabilidad a diferentes tipos de amenazas, lo que generaría una imposibilidad de reemplazo, tanto en la escala espacial como temporal, es que es requerido una acción y atención inmediata para su conservación, con el objetivo de no perder las características únicas y distintivas de la zona (Rodrigues *et al.*, 2004).

2.3 Bosque Esclerófilo de Chile

El bosque esclerófilo se caracteriza por la presencia de especies arbóreas y arbustivas de naturaleza usualmente perenne, hojas coriáceas, gruesas y en algunos casos puntiagudas. Por lo general dichas especies cuentan con un pequeño a mediano tamaño y un lento crecimiento. Dichas adaptaciones fisiológicas y morfológicas se ven en respuesta a las condiciones climáticas mediterráneas y a la presencia de suelos con baja fertilidad, por lo que una preferencia a una naturaleza perenne se justifica debido a los períodos cortos de alta actividad fotosintética (coincide con la época de verano). A su vez, la permanencia del follaje en épocas de sequía con una baja tasa fotosintética y baja tasa transpiratoria, posee un menor costo que generar un follaje completamente nuevo cada año. Sin embargo, las especies esclerófilas no son capaces de sobrevivir a condiciones de sequía extrema que produzcan una reducción importante de la transpiración, por lo que se encuentran excluidas de sectores áridos. Debido a las adaptaciones en favor de una fisiología perenne, dichas especies poseen una desventaja competitiva, por lo que, en sectores más áridos, se tiende a preferir una estrategia de caducidad en verano aunque recientemente se ha sugerido que la convergencia de la mantención del follaje dentro de las especies pertenecientes a las cinco zonas influenciadas por el clima mediterráneo, estaría más ligada a un estrés por falta nutricional a que un estrés hídrico (Thompson, 2005; NSW Government, 2021).

La superficie cubierta de bosques corresponde al 23% de la superficie nacional con 17.665.354 ha, de éstas 14.411.031 ha corresponden a bosque nativo, lo que equivale al 81,6% de los recursos forestales del país, donde el tipo forestal Lenga es el más abundante con 3.632.349 ha, seguidas del Tipo forestal Siempreverde con 3.505.545 ha, Roble-Raulí-Coihue con 1.635.807 ha, y Esclerófilo con 1.386.038 ha (CONAF, 2017), por ende, el bosque esclerófilo es el tipo de bosque con menor presencia en Chile.

Dentro del bosque esclerófilo, se reconocen 8 pisos vegetacionales, los cuales comprenden los pisos vegetacionales *Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Kageneckia angustifolia y Guindilia trinervis*, *Bosque esclerófilo mediterráneo costero de Cryptocarya alba y Peumus boldus*, *Bosque esclerófilo mediterráneo costero de Lithrea caustica y Cryptocarya alba*, *Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Quillaja saponaria y Lithrea caustica*, *Bosque esclerófilo mediterráneo costero de Lithrea caustica y Azara integrifolia*, *Bosque esclerófilo mediterráneo interior de Lithrea caustica y Peumus Boldus*, *Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Lithrea caustica y Lomatia hirsuta* y *Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de Quillaja saponaria y Fabiana imbricata* (Luebert & Pliscoff, 2006).

La región del Maule, ubicada en las latitudes 35°25' Latitud Sur y 71°40' Longitud Oeste, cuenta con una superficie de bosque nativo correspondiente a 581.514,9 ha, equivalente al 4% del total a nivel país, donde concentra una importante riqueza botánica, poseyendo 5 de los 12 tipos forestales presentes en Chile, siendo el tipo forestal esclerófilo el más abundante con 213.631.3 ha. Dentro de la región, los principales cambios observados durante el periodo 2009 y 2016 son las habilitaciones agrícolas, cosecha de plantaciones y reforestación, donde el subuso de Plantaciones adultas presentó un aumento de 24.063,61 ha pero, donde se presentó el mayor cambio fue en el uso de Áreas urbanas e industriales, el que ha tenido el mayor cambio en la región con un 13,2% y en el caso del bosque nativo, se observó un importante incremento con más de 11 mil ha debido al aporte desde el uso Praderas y matorrales, posiblemente debido a la sucesión a matorrales y posibles renovales de bosque tras el abandono de suelos (CONAF, 2018). Dentro de los pisos vegetacionales presentes en la región encontramos el *Bosque esclerófilo mediterráneo interior de Lithrea caustica y Peumus Boldus* y *Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Lithrea caustica y Lomatia hirsuta* (Luebert & Pliscoff, 2006).

Históricamente, las regiones mediterráneas, cubiertas principalmente por vegetación perenne, han sido moldeadas o transformadas en paisajes culturales por efectos antropogénicos como la habilitación para la expansión de los asentamientos urbanos y prácticas económicas agrícolas e industriales, donde los antiguos complejos boscosos se han visto reducidos a matorrales fragmentados con la incapacidad de volver a retomar las características de bosques por la baja capacidad de recuperación que estos poseen. A su vez, se ha observado que, tras la intervención o cambio de uso de suelo en un sector con presencia boscosa, existe un posterior transcurso natural a complejos de espinales o arbustos arborescentes, acompañado a su vez en la generación de parches aislados con una reducción en el área total de dichos parches, junto a la heterogeneización del paisaje por efectos antropogénicos como la producción forestal, pastoreo y agricultura (Hernández *et al.*, 2016;

Schulz *et al.*, 2010). Otros daños asociados son la invasión de especies introducidas (Schneider & Geoghegan, 2006), fuentes culturales que producen un importante impacto dentro de los complejos boscosos, es la remoción de la hojarasca y suelo de éstos para el uso o venta como “tierra de hoja”, ya que esto se traduce en impactos sobre el balance biogeoquímico, población microbiana y germinación de plantas (Fuentes *et al.*, 2014), como a su vez, exponer las semillas a especies animales invasoras que generan su remoción y por ende una reducción en la germinación de semillas (Cáceres-Polgrossi *et al.*, 2020). Otro factor de gran relevancia es el incremento en la aridez (reducción de la pluviometría y aumento en las temperaturas) a causa del calentamiento global, lo que se ha reflejado de manera considerable en las zonas mediterránea, lo que, en combinación con el abandono de suelos agrícolas junto a las otras fuentes de impacto antropogénicas, confieren un aumento en la pérdida y fragmentación del bosque, perdiéndose así los servicios ecosistémicos que aporta y la obstaculización de herramientas para proteger los bosques mediterráneos (Peñuelas *et al.*, 2017).

Según Hernández *et al.*, (2015), los espinales, tipo forestal donde existe predominancia de la especie superior arbórea *Acacia caven*, suelen surgir posterior al cambio de uso de suelo ya sea tras la remoción del bosque y matorral esclerófilo o abandono de alguna actividad agrícola o forestal en sectores influenciados por el clima mediterráneo. Poseen la capacidad de servir como mejoradores en la estructuración y conectividad del paisaje entre los remanentes de bosque nativo, donde a pesar de que la calidad del hábitat no es la mejor, los espinales de buena calidad aportan un importante número de servicios ecosistémicos, como por ejemplo el servir de hogar y refugio a diferentes especies de aves nativas las que a su vez sirven como dispersoras de semillas que en el espinal mismo, puede suceder a un bosque nativo si es que se tienen las condiciones ideales o existen planes de establecimiento. Esto es de gran relevancia debido a que los espinales cubren aproximadamente un 45% del paisaje mediterráneo chileno.

2.4 Antecedentes generales del Cerro la Virgen

El Cerro la Virgen, ubicado en la zona central de Chile, se ubica por el extremo Oeste de la ciudad de Talca, capital de la Región del Maule, (35°25' latitud Sur 71°39.325' longitud Oeste). Posee una extensión de 13.432,21 metros. de largo, proyectándose entre las coordenadas 35° 26.575' latitud Sur; 71° 43.143' Longitud Oeste por la parte Sur y 35° 24.154' latitud Sur; 71° 41.125' longitud Oeste por la parte Norte .

Según la distribución de los pisos vegetacionales descritos por Luebert y Plissock (2006), el piso vegetacional presente en el Cerro la Virgen correspondería a Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus*, donde al hacer una visualización presencial en el lugar, es posible observar una fragmentación considerable, dejando los remanentes de bosque de dicho piso vegetacional limitados casi exclusivamente a los sectores de quebradas de mayor dificultad de acceso, existiendo en los sectores abiertos una predominancia monotípica de *Trevoa quinquinervia* por el sector norte del cerro y una predominancia de *Acacia caven* por el sector sur y una predominancia considerable de especies exóticas por los sectores colindantes con la calle primaria y sector recreacional (35° 25.429' latitud Sur; 71° 42.223' longitud Oeste).

Con una altura máxima de 360 m.s.n.m., el Cerro la Virgen se caracteriza por presentar suelos de la asociación Pocillas (PO), donde el pedón representativo de uno de los componentes de la Asociación Pocillas es un miembro de la Familia fina, mixta de los Mollic Palexeralfs (Alfisol). Dicho suelo se caracteriza por poseer un desarrollo "in-situ" en base a rocas metamórficas, ser de carácter profundo con una textura franco-arcillosa y de color rojizo oscuro en el matiz 5YR y de textura arcillo limosa de color rojo amarillento en el matiz 5YR en profundidad. Éste descansa sobre un substrato de rocas muy meteorizadas con matriz arcillosa que permite el desarrollo de las raíces en profundidad. A su vez, presenta grava angular tanto meteorizada como fresca bajo los 50 cm de escasa a común. Se ubica en lomajes y cerros en la vertiente oriental de la cordillera de la Costa, con pendientes complejas muy variables entre 5 y más de 50% y resalta la cualidad de ser un suelo bien estructurado con texturas que permiten un buen almacenamiento de agua, permeabilidad moderada y buen desarrollo de raíces en todo el perfil. En el Cerro la Virgen predominan 3 variaciones de la Asociación Pocillas, correspondientes a las variaciones PO-2 y PO-5; La variación PO-2 se corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente, bien drenada y con ligera pedregosidad superficial; La variación PO-5 corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, en topografía de montaña con pendientes mayores de 50%, con ligera erosión y bien drenada (CIREN, *et al.*, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el Cerro la Virgen, ubicado geográficamente lo que se conoce como zona central de Chile ($35^{\circ}25'$ Latitud Sur; $71^{\circ}42'$ Longitud Oeste), en términos se definió un polígono cuyo perímetro fue 13.432,21 metros de largo y 534,98 ha (figura 1) y que corresponde a la zona del Cerro La Virgen que administrativamente corresponde a la comuna de Talca. La zona comprende el área definida entre el límite Oeste de la depresión intermedia y el inicio de los complejos montañosos occidentales.

En el área de estudio, debido a su condición, ubicación, usos, variantes limítrofes (paso del camino primario vehicular Talca-Pencahue por ejemplo), etc., es que se decidió el dividir el área de estudio en tres macrozonas principales y representativas, las cuales se definieron como las macrozonas Norte, Centro y Sur (figura 2), donde dentro de éstas mismas, se les categorizó bajo sub-zonas, las cuales fueron nombradas bajo las características biogeográficas generales en donde se las ubicaba, como a su vez, se las clasificó dentro de las categorías de tipo vegetal Quebrada, Matorral y Bosque intervenido.

La separación de los individuos muestreados se realizó como especies leñosas (arbóreas y arbustivas) y especies herbáceas, donde dentro de estas, se realizó el conteo de plántulas de especies leñosas.



Fig. 1. Delimitación territorial del área de estudio en el Cerro La Virgen.

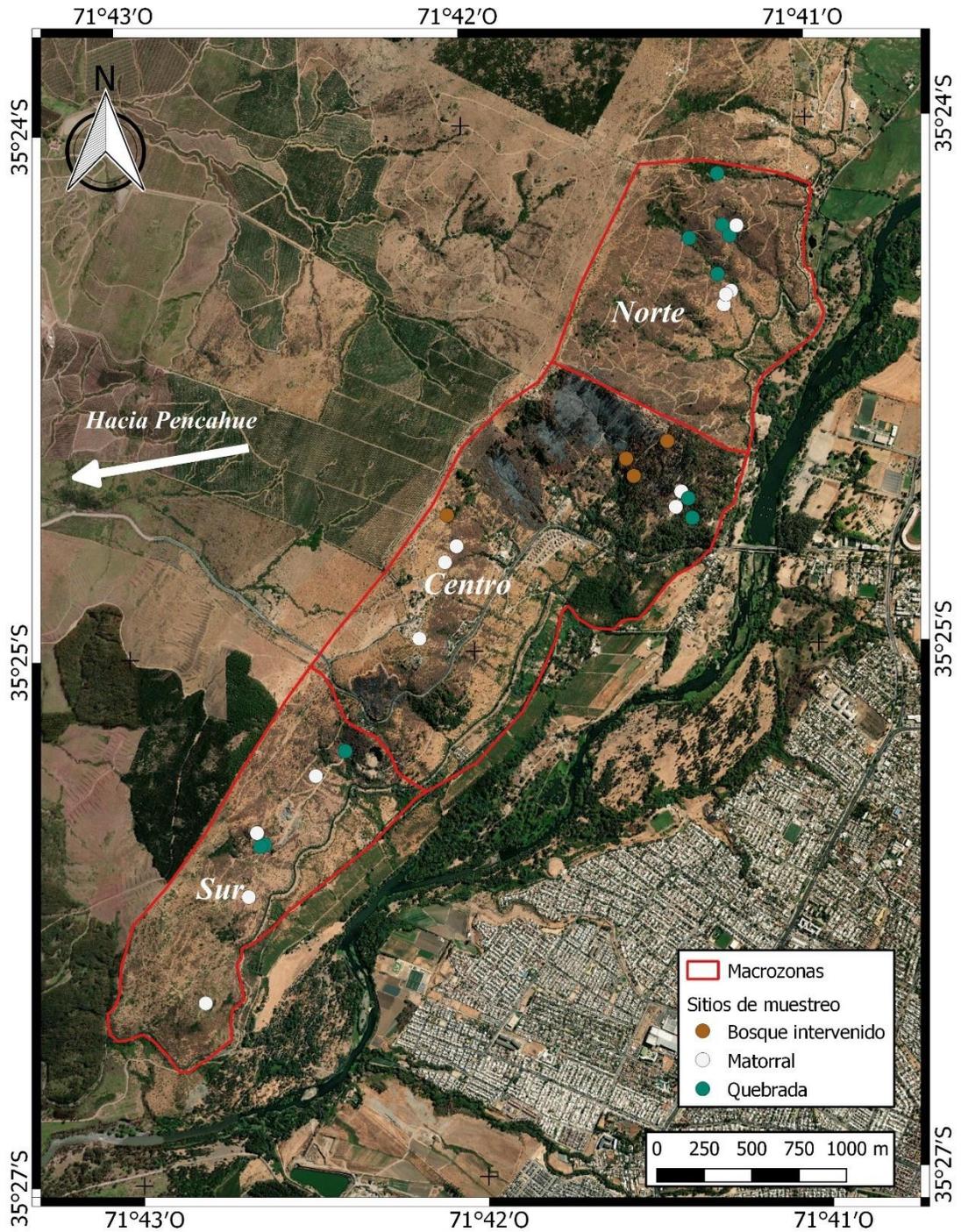


Fig. 2. División de las Macrozonas y visualización de los sectores muestreados dentro del área de estudio en el Cerro La Virgen.

3.2 Metodología

Basándose en el trabajo de Sanchez-Mejía *et al.* (2007), se llevó a cabo un inventario de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes en la zona, excluyendo a aquellas especies briófitas (como musgos y líquenes), por medio de la confección de un herbario donde se determinó visualmente y comparativamente con los Herbarios de la Universidad de Talca y Universidad de Concepción y a su vez, basándose en el trabajo de Rodríguez *et al.* (2018), “Catálogo de las plantas vasculares de Chile”.

Se determinó la densidad (D), cobertura (C), frecuencia (F) para estimar el valor de importancia relativo (%) de cada especie ($VIR = (D_{relativa} + F_{relativa} + C_{relativa}) * 100 / 3$) (López, 1991; Brower *et al.*, 1997). Se calculó, haciendo uso del software EstimateS (Version 9, R. K. Colwell, <http://purl.oclc.org/estimates>) y STATISTICA (StatSoft, 2021) el Índice de diversidad de Simpson (D_s), el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados de una muestra al azar sean la misma especie (Simpson, 1949).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Donde N es la cobertura en porcentaje o el número total de individuos, n_i es el porcentaje de cobertura de una especie o el número de individuos de una especie i y S es el número de especies. El índice de Shannon (H'), que expresa uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, fue calculado a partir de (Krebs, 1989). Para el caso del cálculo del índice de Simpson por medio de EstimateS, el cálculo se basa en el trabajo de Magurran (2004), donde Simpson se interpreta como Simpson invertido o $1/D$, donde el valor se inicia desde el 1 en aumento a medida que se presenta un mayor número de especies.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^s \frac{1}{S} \ln \frac{1}{S} = \ln S$$

$$H_{equitatividad} = H' / H_{max}$$

Donde, p_i es la proporción del número de individuos de la especie i respecto al total (n_i/N_i). Este índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Finalmente, se determinó la similitud entre cuadrantes y transectos con el Índice de similitud de Sørensen (S) entre dos muestras:

$$S = \frac{2C}{A + B}$$

Donde, A es el número de especies en la muestra A , B es el número de especies en la muestra B y C el número de especies comunes en ambas muestras, donde los valores circulan entre 0 y 1, donde entre más cercano al 0 es el valor, menor similitud presentan.

Se utilizaron técnicas exploratorias multivariadas (Cluster) para poder agrupar los cuadrantes con similitud en relación con ciertas propiedades biogeográficas, generando lo que se conoce como transectos, los que constaron de parcelas rectangulares de 25 metros de largo y 2 metros de ancho, proyectando una visualización en sentido derecha e izquierda, , donde previo a realizar las visitas a terreno, se generó una previsualización estimada de las parcelaciones mediante la utilización de imágenes satelitales, generando un mapeo previo utilizando el software QGIS.

La verificación del esfuerzo de muestreo se basó en el trabajo de Jiménez-Valverde y Hortal (2003), en el cual se expone el método de las curvas de acumulación de especies, curvas que buscan estandarizar la estimación de riqueza que se obtengan de un trabajo de inventariado, como a su vez otorgarle fiabilidad a análisis y comparaciones posteriores que puedan surgir. La incorporación de nuevas especies al inventario se anexa al esfuerzo de muestreo, en este caso en base a los transectos y cuadrantes empleados. Dichos gráficos presentan en el eje X las unidades de muestreo, y en el eje Y a las especies observadas, donde las especies que surjan de forma inicial poseen una tendencia a ser las especies de carácter común, lo que genera una elevada pendiente, seguido de las especies que se vayan anexando ya progresado el esfuerzo, que tienden a ser aquellas especies de carácter más raro, por lo que a medida que el esfuerzo continua, la pendiente tiende a descender hasta que en un momento teórico, ésta desciende a cero que es donde se espera incluir la totalidad de especies posibles en el sector (figura 3).

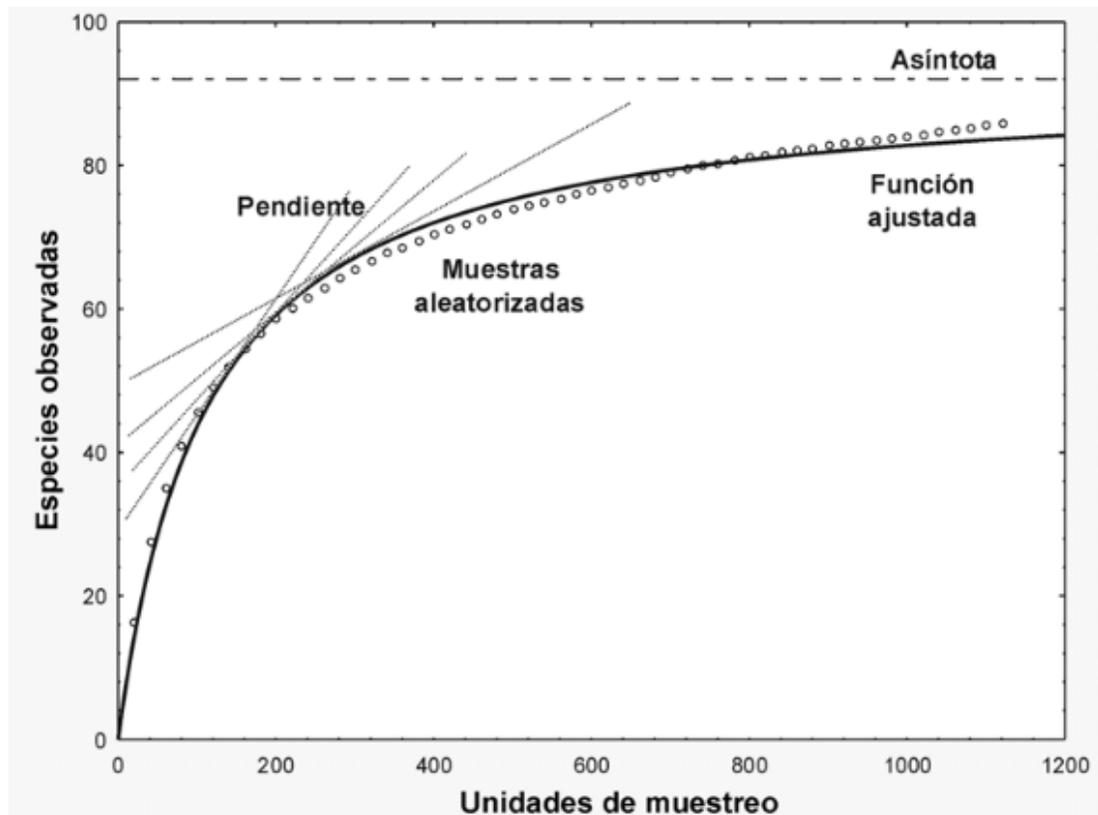


Fig. 3. Ejemplo de gráfico esperado para curva de acumulación de especies (Valverde y Hortal, 2003).

Para la construcción de las curvas de acumulación de especies, se hizo uso de tablas dinámicas en Excel, para la representación de aparición o ausencia de cada especie por cada transecto o cuadrante en base a 1 para aparición y 0 para ausencia, donde los datos una vez estructurados, se cambiaron a formato Texto para que pudiesen ser interpretados por el software EstimateS (Colwell, 2022), donde se hace el cálculo de diversidad para los datos y se trasladaron nuevamente a un formato Excel, para luego ser interpretados por el software estadístico Statistica6 (Statsoft, 2022), donde una vez ingresados los datos se incorpora la siguiente fórmula, donde un valor de R^2 cercano a uno indica un buen ajuste del modelo a los datos.

$$v2 = (a * v1) / (1 + (b * v1))$$

IV. RESULTADOS

Tabla 1: Listado de especies ordenadas alfabéticamente por el nombre científico, familia botánica, hábito de crecimiento, origen y su distribución (presencia) en las macrozonas y tipos de comunidad vegetal definidos en el estudio. Los nombres científicos, familia, hábito de crecimiento y origen se extrajeron de Rodríguez *et al.* (2018).

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹							
				MZN		MZC			MZS		
				Tipo de comunidad vegetal ²							
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat	
<i>Acacia caven</i> Molina.	Fabaceae	A	N	X	X		X	X	X	X	
<i>Acacia dealbata</i> Link	Fabaceae	A	I			X	X				
<i>Acaena pinnatifida</i> Ruiz & Pav.	Rosaceae	HP	N							X	
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i> Kaulf.	Pteridaceae	HP	N		X				X	X	
<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>hirsutum</i> Hook. Et Grev.	Pteridaceae	HP	N						X		
<i>Adiantum excisum</i> Kunze.	Pteridaceae	HP	E						X		
<i>Aira caryophyllea</i> L.	Poaceae	HA	I		X		X	X	X	X	
<i>Alstroemeria ligtu</i> ssp. <i>Ligtu</i> L.	Alstroemeriaceae	G	E						X	X	
<i>Anemone decapetala</i> Ard.	Ranunculaceae	G	N							X	
<i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb.	Apiaceae	HA	I	X		X			X		
<i>Aristolelia chilensis</i> Molina	Elaeocarpaceae	A/AR	N	X	X	X	X				
Asteraceae 1	Asteraceae	HA	I						X		
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Poaceae	HA	I					X			
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	HA	I				X	X	X	X	
<i>Baccharis linearis</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	AR	N					X			

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Berberis chilensis</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Berberidaceae	AR	E	X	X	X	X	X	X	
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> Hook. & Arn.	Myrtaceae	A	E	X						
Brassicaceae 1	Brassicaceae	HA	I		X					
<i>Briza máxima</i> L.	Poaceae	HA	I				X	X		X
<i>Briza minor</i> L.	Poaceae	HA	I				X	X	X	X
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Poaceae	HA	I		X		X	X	X	X
<i>Calceolaria corymbosa</i> Ruiz & Pavon	Scrophulariaceae	HP	E		X					
<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	HP	E	X		X			X	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	Brassicaceae	HA	I		X					
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Brassicaceae	HA	I	X	X	X	X		X	X
<i>Cardamine</i> sp.	Brassicaceae	HA	I		X					
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	HA	I				X		X	X
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	Cyperaceae	HP	I	X		X				
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Caryophyllaceae	HA	I		X				X	X
<i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	Solanaceae	AR	N	X		X				
<i>Chaetanthera</i> sp.	Asteraceae	HA	E		X					
<i>Cirsium vulgare</i> Savi	Asteraceae	HB	I				X			
<i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	Vitaceae	T	N	X						
<i>Clarkia tenella</i> (Cav.) F.H. Lewis & M.E.	Onagraceae	HA	N		X				X	X
<i>Conanthera bifolia</i> Ruiz & Pav.	Tecophilaeaceae	G	E				X			

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Conanthera campanulata</i> Lindl.	Tecophilaeaceae	G	E		X					
<i>Conanthera trimaculata</i> (D. Don) F. Meigen	Tecophilaeaceae	G	E							X
<i>Conium maculatum</i> L.	Apiaceae	HA	I	X	X	X			X	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	HP	I					X		
<i>Crassula closiana</i> (Gay) Reiche	Crassulaceae	HA	N		X			X		X
<i>Crinodendron patagua</i> Molina	Elaeocarpaceae	A	E	X					X	
<i>Cryptantha</i> sp.	Boraginaceae	HP	I		X			X	X	X
<i>Cryptocarya alba</i> Molina	Lauraceae	A	E	X					X	
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Pinaceae	A	I				X			
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Poaceae	HA	I				X			
<i>Dichondra</i> sp.	Convolvulaceae	HP	N		X					X
<i>Dioscorea humifusa</i> Poepp.	Dioscoreaceae	G	E	X	X	X	X		X	X
<i>Dioscorea humillis</i> Bertero ex Colla	Dioscoreaceae	G	E		X				X	X
<i>Dioscorea parviflora</i> Phil.	Dioscoreaceae	G	E						X	
<i>Echinopsis chiloensis</i> (Colla)	Cactaceae	C	E							X
<i>Erodium cicutarium</i> L.	Geraniaceae	HA	I		X				X	X
<i>Erodium malacoides</i> L.	Geraniaceae	HA	I	X	X	X			X	X
<i>Erodium moschatum</i> LHer.	Geraniaceae	HA	I		X				X	X
<i>Escallonia pulverulenta</i> Ruiz & Pav.	Escalloniaceae	A/AR	E	X					X	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Myrtaceae	A	I			X				
<i>Eupatorium glechonophyllum</i> Less.	Asteraceae	AR	N	X						
<i>Euphorbia peplus</i> L.	Euphorbiaceae	HA	I	X	X	X	X	X	X	X

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Fumaria capreolata</i> L.	Papaveraceae	HA	I				X	X	X	
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	HA	I	X		X			X	X
<i>Geranium core-core</i> Steud.	Geraniaceae	HP	N		X					X
<i>Geranium robertianum</i> L.	Geraniaceae	HA	I	X	X	X	X		X	X
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	HA	I				X	X	X	
<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Asteraceae	HA	I	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae	HP	I		X		X	X	X	X
<i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz & Pav.	Rosaceae	A	E	X	X	X				
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	HB	I						X	
<i>Lardizabala biternata</i> Ruiz & Pav.	Lardizabalaceae	T	E	X						
<i>Leontodon taraxacoides</i> Vill.	Asteraceae	HP	I	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leucocoryne alliacea</i> Miers ex Lindl.	Liliaceae	G	E		X					X
<i>Lithraea caustica</i> Molina	Anacardiaceae	A	E	X	X	X			X	
<i>Loasa placei</i> Lindl.	Loasaceae	HA	E		X					X
<i>Loasa triloba</i> Dombey Ex Juss.	Loasaceae	HA	E	X		X			X	X
<i>Lolium perenne</i> L.	Poaceae	HA	I				X	X	X	X
<i>Maytenus boaria</i> Molina	Celastraceae	A	N	X			X	X		
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae	HA	I		X				X	
<i>Melica violácea</i> Cav.	Poaceae	HP	E							X
<i>Micropsis nana</i> DC.	Asteraceae	HA	E							X
<i>Miersia minor</i> Kunth	Amaryllidaceae	HA	E		X				X	
<i>Moscharia pinnatifida</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	HA	E							X

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M. Johnst.	Polygalaceae	T	N				X			
<i>Nothoscordum bivalve</i> L.	Amaryllidaceae	G	N		X					
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	A	I		X			X		
<i>Olsynium junceum</i> E. Mey. ex C. Presl	Iridaceae	G	N							X
Onagraceae 1	Onagraceae	HA	N				X			
<i>Oxalis arenaria</i> Bertero ex Colla	Oxalidaceae	G	E	X	X	X			X	X
<i>Oxalis micrantha</i> Bertero ex Colla	Oxalidaceae	HA	N	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oxalis perdicaria</i> Molina	Oxalidaceae	HA	N		X		X			
<i>Oxalis rosea</i> Jacq.	Oxalidaceae	HA	E	X		X			X	
<i>Pasithea caerulea</i> Ruiz & Pav.	Asphodelaceae	G	N	X		X	X			X
<i>Persea lingue</i> Nees	Lauraceae	A	N	X						
<i>Petrorhagia dubia</i> (Raf.) G. López & Romo	Caryophyllaceae	HA	I							X
<i>Peumus boldus</i> Molina	Monimiaceae	A	E	X		X	X		X	
<i>Pinus radiata</i> D. Don	Pinaceae	A	I			X	X			
<i>Plagiobothrys procumbens</i> (Colla) A. Gray	Boraginaceae	HA	N		X					X
Poaceae 1	Poaceae	HA	I	X	X	X		X	X	X
<i>Proustia cuneifolia</i> D. Don	Asteraceae	AR	N		X		X			X
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Rosaceae	A	I	X		X			X	
<i>Puya coerulea</i> Lindl.	Bromeliaceae	HP	E	X						X
<i>Quillaja saponaria</i> Molina	Quillajaceae	A	E	X		X	X			

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Rosa rubiginosa</i> L.	Rosaceae	AR	I					X	X	
Rubiaceae sp.	Rubiaceae	HA								X
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	T	I	X		X	X		X	
<i>Salpiglossis sinuata</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	HP	N	X						
<i>Sanicula crassicaulis</i> Poepp. ex DC.	Apiaceae	HP	N	X	X	X	X	X	X	
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	Anacardiaceae	A	E	X	X		X	X	X	
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae	HA	I		X				X	X
<i>Silene gallica</i> L.	Caryophyllaceae	HA	I						X	
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	Brassicaceae	HA	I		X					
<i>Sisyrinchium graminifolium</i> Lindl.	Iridaceae	G	N							X
<i>Sisyrinchium junceum</i> E.Mey. ex C.Presl	Iridaceae	G	E		X					
<i>Solenomelus pedunculatus</i> (Gillies ex Hook.) Hochr.	Iridaceae	G	E		X					
<i>Soliva sessilis</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	HA	N		X				X	
<i>Sonchus asper</i> L.	Asteraceae	HA	I				X			
<i>Stellaria chilensis</i> Pedersen	Caryophyllaceae	HP	E						X	X
<i>Stipa</i> sp.	Poaceae	HP	N					X		
<i>Talguenea quinquinervia</i> Gillies & Hook.	Rhamnaceae	A	E	X	X		X	X	X	X
<i>Tarasa umbellata</i> Krapov.	Malvaceae	AR	E	X						
<i>Tetilla hydrocotylifolia</i> DC.	Francoaceae	HP	E	X	X	X			X	X
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Fabaceae	HA	I							X
<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae	HP	I		X					

Especie	Familia	Hábito de crecimiento ³	Origen ⁴	Macrozonas ¹						
				MZN		MZC			MZS	
				Tipo de comunidad vegetal ²						
				Qbda	Mat	Qbda	BI	Mat	Qbda	Mat
<i>Tristerix corymbosus</i> (L.) Kuijt	Loranthaceae	HE	N					X		
<i>Tropaeolum brachyceras</i> Hook. & Arn.	Tropaeolaceae	G	E		X					X
<i>Tropaeolum leptophyllum</i> G.Don	Tropaeolaceae	G	E							X
<i>Valeriana</i> sp.	Valerianaceae	HP	N							X

¹ Macrozonas: MZN = Macrozona Norte, MZC = Macrozona Centro, MZS = Macrozona Sur; para más detalles ver figura 2.

² Tipo de comunidad vegetal: Qbda = Quebrada, Mat = Matorral, BI = Bosque Intervenido.

³ Hábito de crecimiento: HA = Herbácea anual, HB = Herbácea bianual, HP = Herbácea perenne, G = Geófito A = Arbórea, AR = Arbustiva, A/AR = Arbórea/Arbustiva, T = Trepadora, C = Cactácea, HE = Hemiparásita.

⁴ Origen: E = Endémica, N = Nativa, I = Introducida

4.1 Especies leñosas

Los resultados obtenidos a partir del trazado de los transectos, de los cuales se obtuvo un total de muestreo de 903 individuos para la superficie total del cordón cerro La Virgen, como se muestra en la figura 7, se observó la presencia de 22 familias, dentro de las cuales las más representativas fueron: Rhamnaceae con un 26%, Fabaceae con un 13%, Lauraceae con un 9% y Monimiaceae con un 8% (figura 4).

Las especies más representativas dentro del total de estas son *Talguenea quinquinervia* con un 31%, *Acacia caven* con un 9%, *Cryptocarya alba* con un 7%, *Proustia cuneifolia* con un 6% y *Peumus boldus* con un 6%.

Con respecto al origen de las especies, se aprecia que el 55% del total registradas corresponden a especies endémicas, un 33% corresponden a especies nativas y un 12% son especies introducidas.

En cuanto al hábito de crecimiento, un 69% corresponde a especies de tipo arbórea, un 16% a especies arbustivas, 9 % a especies trepadoras, un 5% a especies de tipo Arbórea/arbustiva, 0,7% a especies tipo Hemiparásitas y un 0,4% a especies tipo Cactáceas.

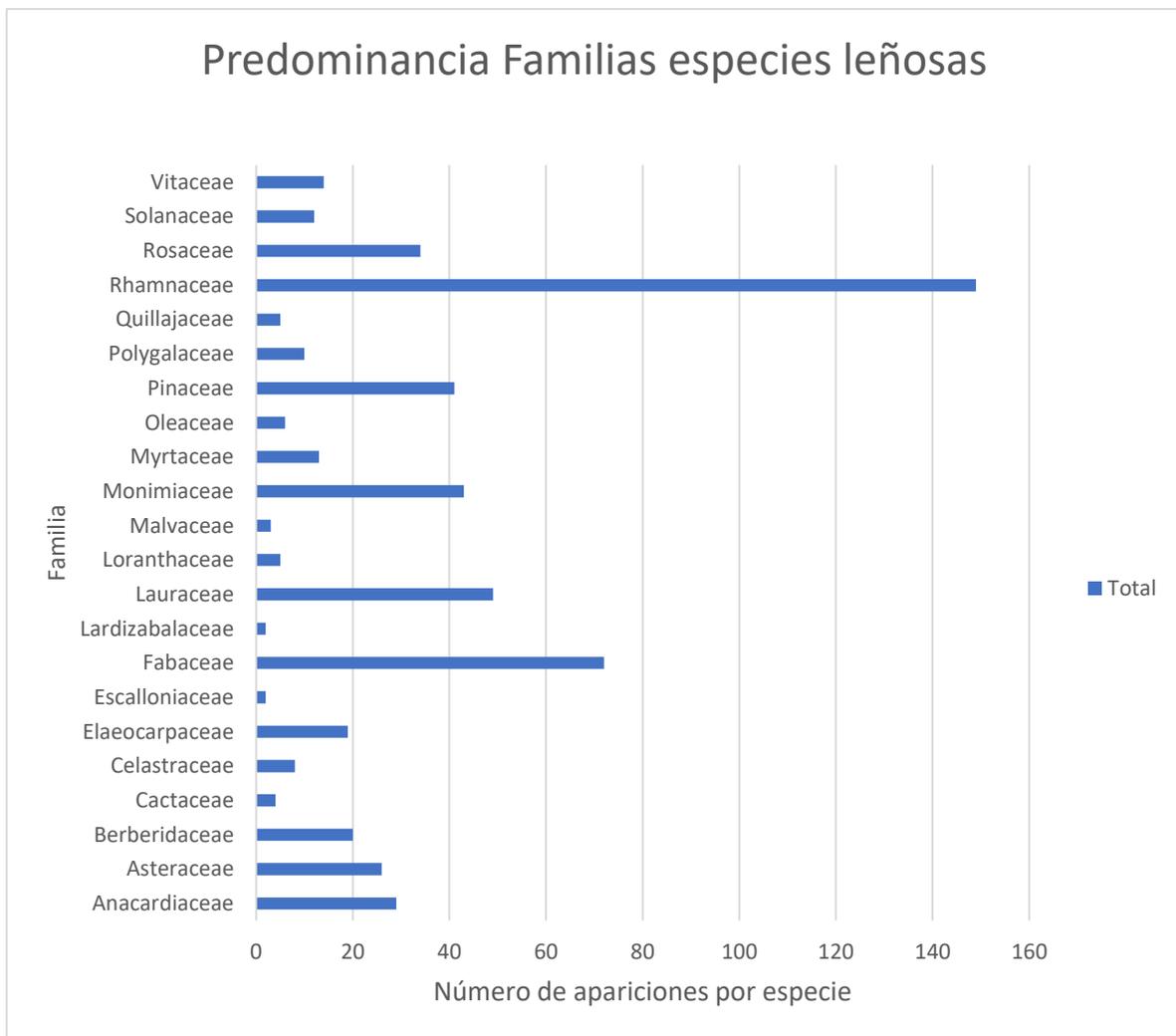


Fig. 4. Predominancia de las familias de especies leñosas

4.2 Especies herbáceas

Los resultados tras la realización de un total de 147 cuadrantes en 21 subzonas compartidas con los transectos analizados, se observa, en términos generales de la superficie total del área analizada, la presencia de 31 familias diferentes (figura 5) y con una predominancia dentro de éstas correspondientes a Poaceae (27%), Asteraceae (12%), Geraniaceae (9%), Oxalidaceae (6%) y Dioscoraceae (5%).

Dentro de las especies analizadas en los diferentes sectores de estudio, si bien el hábito de crecimiento se condicionó a la fisiología esperada de las especies de tipo herbáceo, dentro de estas mismas se contempló e incluyó a las plántulas de especies leñosas como parte del

grupo estudiado de especies herbáceas, las que dentro de estas se les considera cómo parte de regeneración de las especies acorde a dicha categoría.

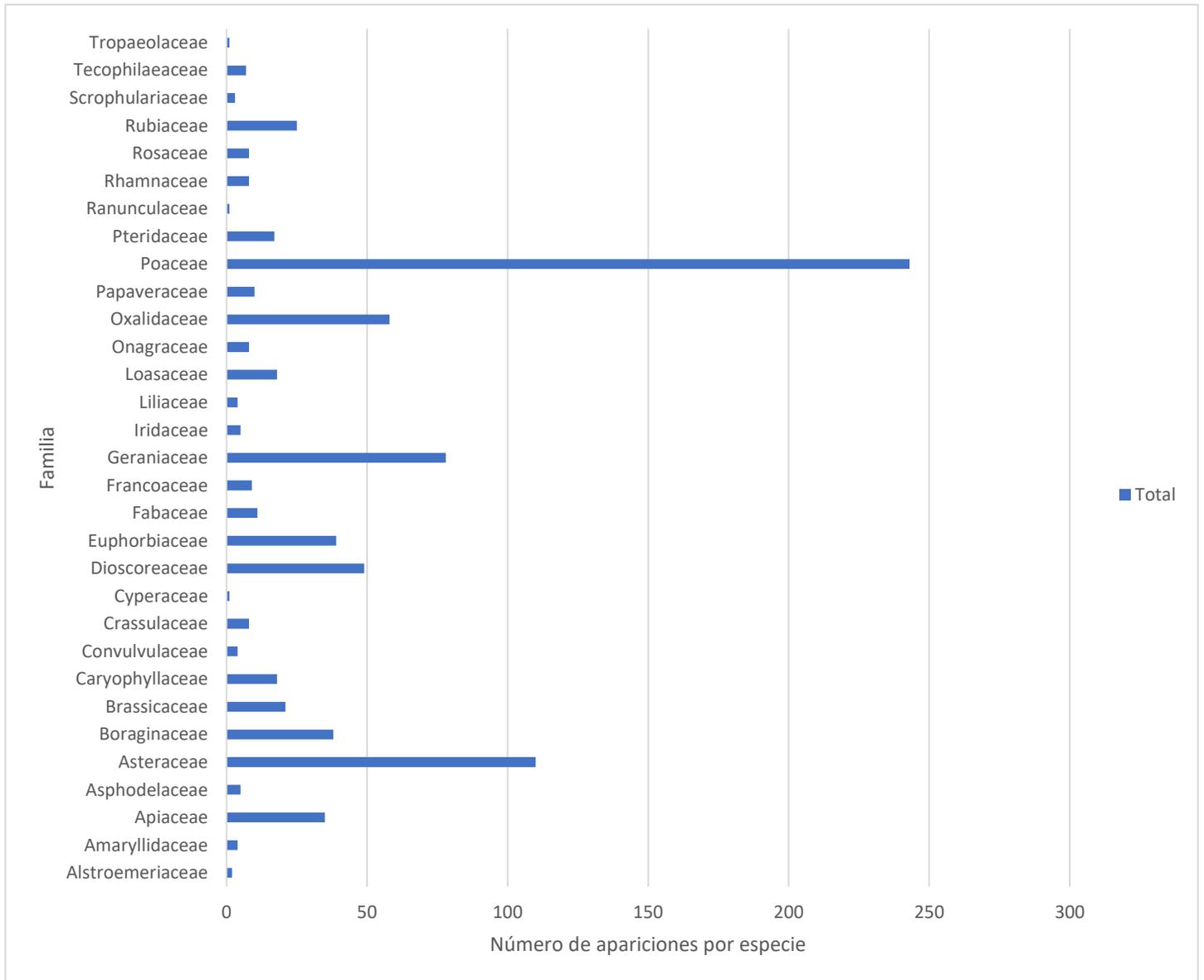


Fig. 5. Predominancia de familias de especies herbáceas.

Las especies que más predominaron fueron *Bromus hordeaceus* (7%), *Dioscorea humifusa* (4%), Poaceae no identificadas (4%) y *Hypochoeris glabra* (4%). En relación con el hábito de crecimiento, se observó una predominancia de las herbáceas anuales (67%), seguido por las especies herbáceas de naturaleza perenne (18%) y las herbáceas de carácter geófito (10%). Dentro del origen de las especies herbáceas, se presenció una predominancia de las especies de origen introducido (68%) seguido de las especies de origen endémico con un 18% y las especies de origen nativo (14%).

Si bien las tres macrozonas presentan una aparente composición similar, se observó la existencia de un patrón desigual en la distribución y número de las especies a lo largo de éstas, por lo que a continuación se presentarán los resultados de forma detallada por cada macrozona.

4.3 Macrozona Norte

La Macrozona Norte, con un área que consta de 145,20 ha y un perímetro de 4.813,81 metros, con una división Sur en paralelo a la zona categorizada como municipal por la parte ancha y las instalaciones de las antenas de multi-banda por la parte alta, donde se observa una diferencia biogeográfica contrastante en dirección a esta Macrozona, donde se aprecia una red de antiguos caminos usados hasta el día de hoy por arrieros y criadores de ganado especialmente de vacuno.

Al tiempo de esta investigación, la Macrozona Norte se encuentra dividida en múltiples parcelas de propiedad privada sin inicio de faenas de construcción.

Esta Macrozona se caracteriza por una importante presencia de quebradas que recorren desde la parte alta del cordón hasta la parte colindante con el camino de la ruta K-520, con ciertas continuaciones hasta la desembocadura del río Claro que, para el caso de esta investigación, se limitó hasta la parte baja de lo que contempla el plano municipal. Sumado a los sectores de topografía tipo quebrada, de forma colindante se categorizó a la vegetación como tipo matorral esclerófilo.

4.3.1 Quebradas sector Norte

En las quebradas de la Macrozona Norte, se pudo observar, para el caso de las especies mayores, una conformación vegetal compuesta por 23 especies leñosas (70% de las especies leñosas analizadas). Como se aprecia en la figura 6, existió una predominancia de las especies primarias como *Cryptocarya alba* (27%), *Peumus boldus* (7%) y *Aristotelia chilensis* (4%). Dentro de las especies acompañantes predominantes se encuentra *Rubus ulmifolius* y *Cissus striata* (11% y 10% respectivamente) y *Berberis chilensis* con un 4%. Por lo que se pudo observar una predominancia importante de *Cryptocarya alba* sobre el resto de las especies arbóreas, donde en varias ocasiones ésta conformaba agrupaciones monotípicas en las quebradas donde se observó menos intervención.

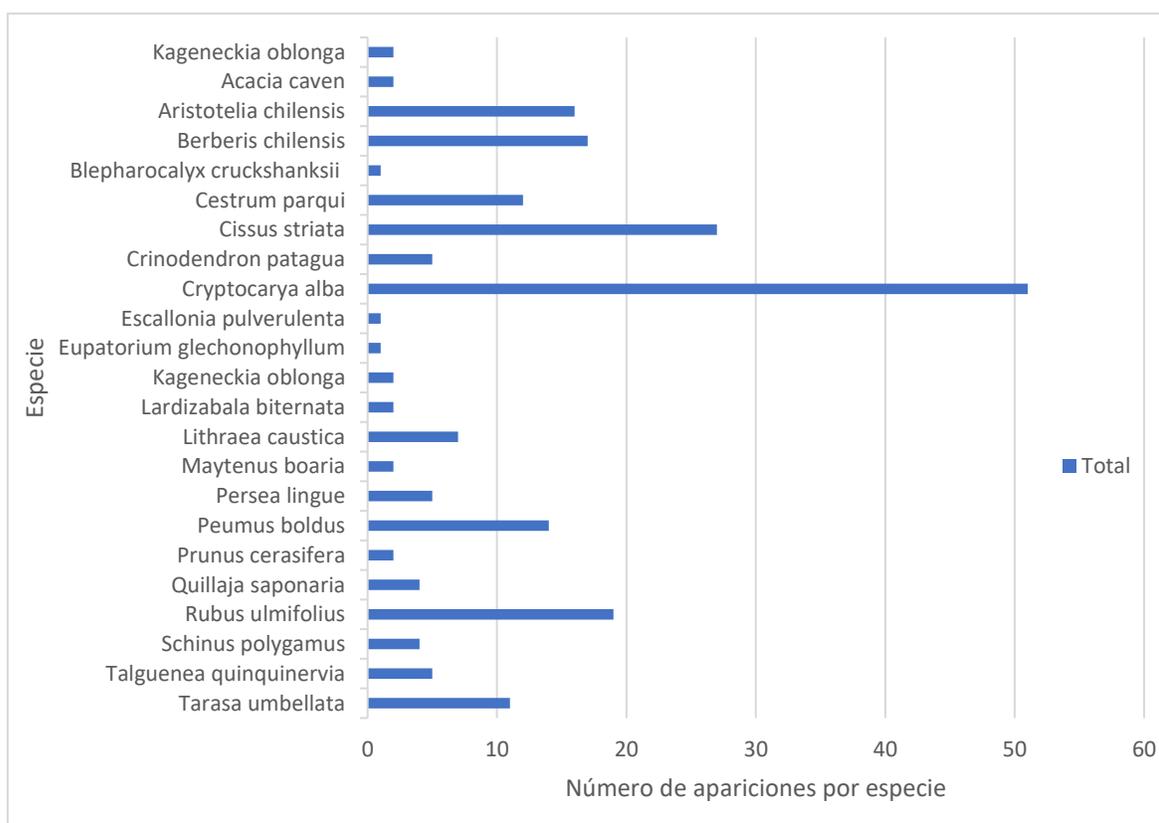


Fig. 6. Predominancia de especies leñosas en Quebradas Macrozona Norte.

Cabe destacar la presencia de una posible población importante de la especie *Tarasa umbellata* (figura 42) presente únicamente en solo una de las quebradas del sector norte (y la única población en la totalidad del cordón del cerro La Virgen), encontrándose creciendo a lo largo de la quebrada bajo las coordenadas 35°24.442 latitud Sur 71°41.118 longitud Oeste.

Dicha población cuenta con individuos adultos y renuevos juveniles, protegidas de los animales de ganado de forma involuntaria por *Rubus ulmifolius*.

Otro aspecto para mencionar es el de la presencia de un selecto grupo de especies que son más propiamente de sectores con mayor disponibilidad hídrica y escasas en las zonas del valle central, se encontraron poblaciones aisladas de *Persea lingue* (figura 7) y un único individuo sobreviviente de *Blepharocalyx cruckshanksii*.

Sumado a lo anterior, cabe mencionar que, de las quebradas analizadas en la Macrozona Norte, sólo una contaba con ejemplares de *Crinodendron patagua*, siendo esta población la más grande presente en todo el cerro (figura 7), incluyendo a unos pocos ejemplares en una quebrada de la Macrozona Sur. Como detalle, los individuos presentes en esta población poseen un fruto de color amarillo, en contraste a la coloración rojiza típica de la especie.

Dentro de la capa herbácea, se observó una mayor ausencia de esta en comparación al resto de los sectores analizados, usualmente limitada a los sectores con presencia de pendiente en ambas caras de la quebrada. Dentro de ésta capa herbácea se observó la predominancia de *Euphorbia peplus* (14%), *Erodium malacoides* (10%), *Dioscorea humifusa* (9%) y *Leontodon taraxacoides* (8%). Dentro de las mismas, existe una predominancia de las especies de hábito de crecimiento anual con un 52% de las especies analizadas.

Si bien existe una predominancia de especies de origen endémico en las especies arbóreas (predominancia de un 63%), en la misma conformación vegetacional se ve el caso contrario para la capa herbácea, con una predominancia de las especies de origen alóctona de un 52%.

Pese a que en gran parte del Cerro La Virgen se observa una predominancia de la familia Poaceae, para el caso de las quebradas de la Macrozona Norte, las familias Geraniaceae y Euphorbiaceae son las que presentan mayor dominio por sobre el resto de las familias.



Fig. 7. Panorámica general de las quebradas de la Macrozona Norte. A) Quebrada del extremo norte del Cerro La Virgen. B) Quebrada con presencia de *Persea lingue*. C) Quebrada con predominancia de *Crinodendron patagua*.

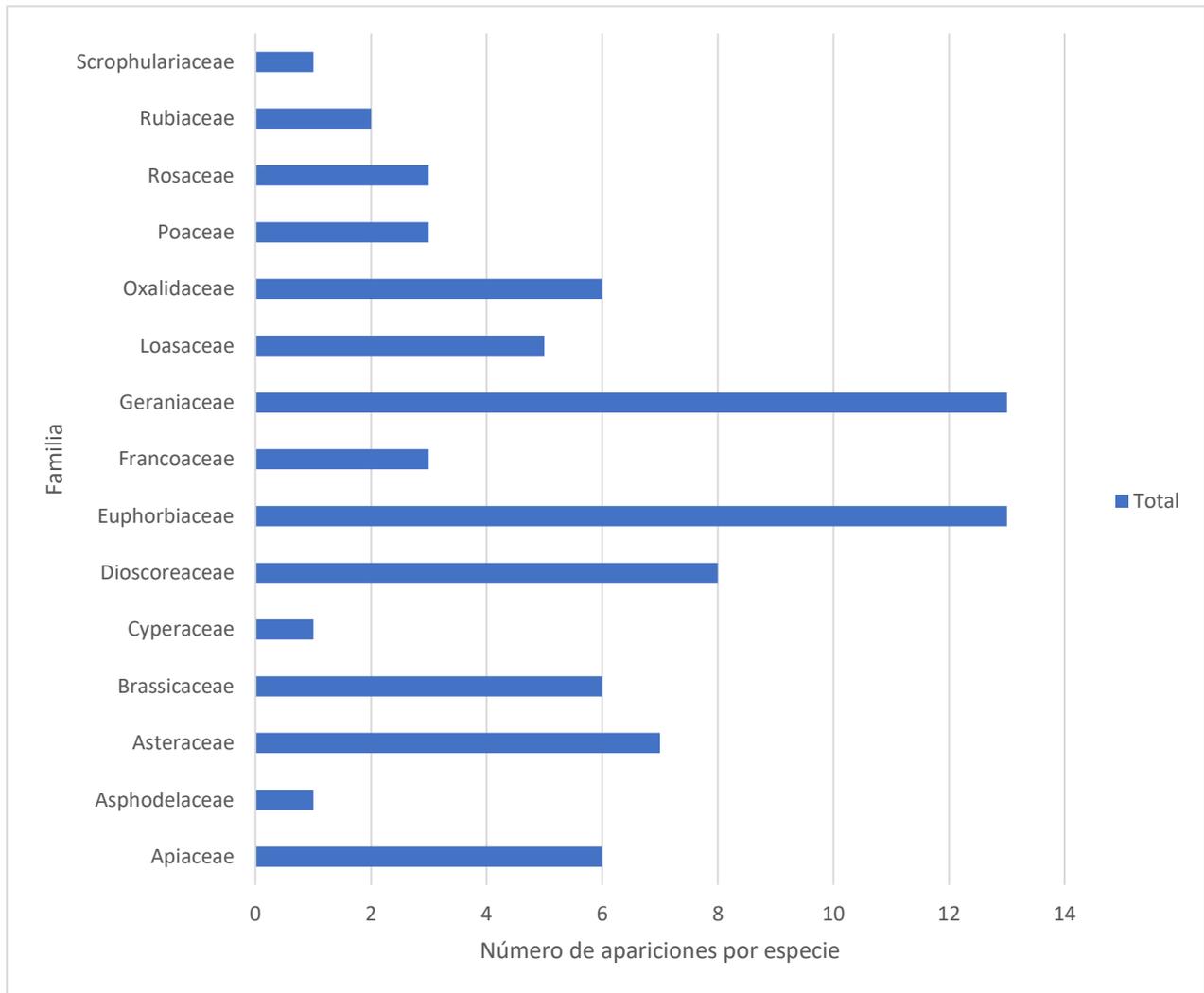


Fig. 8. Predominancia de familias de especies herbáceas para quebradas Macrozona Norte

Tabla 2. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas de las quebradas de la Macrozona Norte

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q01	<i>Aristotelia chilensis</i>	1	0.02	0.06	10
Q01	<i>Cryptocarya alba</i>	9	0.18	0.53	33
Q01	<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	1	0.02	0.06	5
Q01	<i>Kageneckia oblonga</i>	2	0.04	0.12	35
Q01	<i>Lithraea caustica</i>	1	0.02	0.06	30
Q01	<i>Maytenus boaria</i>	1	0.02	0.06	10
Q01	<i>Quillaja saponaria</i>	1	0.02	0.06	40
Q01	<i>Talguenea quinquinervia</i>	1	0.02	0.06	5
Q02	<i>Acacia caven</i>	2	0.04	0.02	50
Q02	<i>Aristotelia chilensis</i>	14	0.28	0.12	9
Q02	<i>Berberis chilensis</i>	15	0.30	0.12	7
Q02	<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	1	0.02	0.01	10
Q02	<i>Cestrum parqui</i>	5	0.10	0.04	4
Q02	<i>Cissus striata</i>	24	0.48	0.20	13
Q02	<i>Crinodendron patagua</i>	1	0.02	0.01	90
Q02	<i>Cryptocarya alba</i>	11	0.22	0.09	31
Q02	<i>Lardizabala biternata</i>	2	0.04	0.02	30
Q02	<i>Lithraea caustica</i>	2	0.04	0.02	40
Q02	<i>Peumus boldus</i>	11	0.22	0.09	40
Q02	<i>Rubus ulmifolius</i>	15	0.30	0.12	36
Q02	<i>Schinus polygamus</i>	4	0.08	0.03	63
Q02	<i>Talguenea quinquinervia</i>	3	0.06	0.02	25
Q02	<i>Tarasa umbellata</i>	11	0.22	0.09	7
Q03	<i>Cissus striata</i>	3	0.06	0.11	22
Q03	<i>Crinodendron patagua</i>	4	0.08	0.15	41
Q03	<i>Cryptocarya alba</i>	11	0.22	0.41	5
Q03	<i>Lithraea caustica</i>	2	0.04	0.07	5
Q03	<i>Persea lingue</i>	5	0.10	0.19	40
Q03	<i>Rubus ulmifolius</i>	2	0.04	0.07	28
Q04	<i>Cryptocarya alba</i>	9	0.18	0.90	71
Q04	<i>Lithraea caustica</i>	1	0.02	0.10	100
Q05	<i>Kageneckia oblonga</i>	2	0.04	0.05	45
Q05	<i>Aristotelia chilensis</i>	1	0.02	0.03	1
Q05	<i>Berberis chilensis</i>	2	0.04	0.05	10
Q05	<i>Cestrum parqui</i>	7	0.14	0.19	12
Q05	<i>Cryptocarya alba</i>	11	0.22	0.30	32

Q05	<i>Escallonia pulverulenta</i>	1	0.02	0.03	10
Q05	<i>Lithraea caustica</i>	1	0.02	0.03	40
Q05	<i>Maytenus boaria</i>	1	0.02	0.03	2
Q05	<i>Peumus boldus</i>	3	0.06	0.08	37
Q05	<i>Prunus cerasifera</i>	2	0.04	0.05	50
Q05	<i>Quillaja saponaria</i>	3	0.06	0.08	73
Q05	<i>Rubus ulmifolius</i>	2	0.04	0.05	65
Q05	<i>Talguenea quinquinervia</i>	1	0.02	0.03	40

Cómo se aprecia en la tabla 2, dentro de las especies leñosas, complementando lo ya mencionado, se aprecia que la especie *Cryptocarya alba* presenta una alta frecuencia relativa predominante en la mayoría de las quebradas analizadas, exceptuando sólo una de estas donde *Crinodendron patagua* presentó una mayor presencia. En general se apreció una cobertura de 31% en promedio, lo que se observó en una cubierta por los doseles superiores relativamente tupida, pero con grandes aperturas en las zonas afectadas por talas.

Tabla 3. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas de las quebradas de la Macrozona Norte.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m2)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q01	<i>Cardamine hirsuta</i>	42	0.840	0.264	6
Q01	<i>Conium maculatum</i>	1	0.020	0.006	1
Q01	<i>Dioscorea humifusa</i>	18	0.360	0.113	5
Q01	<i>Euphorbia peplus</i>	21	0.420	0.132	11
Q01	<i>Galium aparine</i>	1	0.020	0.006	3
Q01	<i>Geranium robertianum</i>	20	0.400	0.126	12
Q01	<i>Leontodon taraxacoides</i>	5	0.100	0.031	10
Q01	<i>Loasa triloba</i>	29	0.580	0.182	24
Q01	<i>Oxalis arenaria</i>	1	0.020	0.006	10
Q01	<i>Oxalis micrantha</i>	11	0.220	0.069	4
Q01	<i>Pasithea caerulea</i>	4	0.080	0.025	10
Q01	Poaceae 1	2	0.040	0.013	1
Q01	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	3	0.060	0.019	1
Q05	<i>Anthriscus caucalis</i>	5	0.100	0.010	4
Q05	<i>Carex pseudocyperus</i>	2	0.040	0.004	20
Q05	<i>Calceloaria sp.</i>	1	0.020	0.002	4
Q05	<i>Cardamine hirsuta</i>	17	0.340	0.033	10
Q05	<i>Dioscorea humifusa</i>	15	0.300	0.029	10
Q05	<i>Erodium malacoides</i>	147	2.940	0.289	39
Q05	<i>Euphorbia peplus</i>	148	2.960	0.291	24
Q05	<i>Galium aparine</i>	1	0.020	0.002	1
Q05	<i>Geranium robertianum</i>	8	0.160	0.016	30
Q05	<i>Hypochaeris glabra</i>	14	0.280	0.028	40
Q05	<i>Leontodon taraxacoides</i>	42	0.840	0.083	17
Q05	<i>Loasa triloba</i>	4	0.080	0.008	30
Q05	<i>Oxalis arenaria</i>	1	0.020	0.002	5
Q05	<i>Oxalis rosea</i>	1	0.020	0.002	1
Q05	Poaceae 1	48	0.960	0.094	80
Q05	<i>Sanicula crassicaulis</i>	4	0.080	0.008	13
Q05	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	6	0.120	0.012	30

Cabe mencionar, que se observó la presencia de *Salpiglossis sinuata* y *Puya coerulea* fuera del área de los cuadrantes, en la quebrada del límite norte de la zona, pero sólo se apreciaron tres individuos.

4.3.2 Matorral sector Norte

Para el caso de los sectores de vegetación tipo Matorral esclerófilo, el cual vendría siendo la vegetación con mayor cobertura dentro de lo que es el paisaje aparente del sector norte, se presentaron un total de 9 especies (27% de las especies analizadas) como se observa en la figura 9, que, a pesar de poseer mayor extensión en ha, presenta una considerable menor variedad de especies en relación con las quebradas. En dicha conformación vegetacional se puede apreciar una conformación casi monotípica en casi la totalidad del área de ladera o con pendiente aproximada de 45° por la especie *Talguenea quinquinervia* pero si se analiza en la totalidad del área escrutada (contemplando áreas de planicie), la especie *Talguenea quinquinervia* posee una predominancia de un 45%, mientras que la especie *Acacia caven*, presenta una predominancia total de 21%, siendo esta especie más dominante y presente en los sectores de los faldeos del cerro. De las especies mayores acompañantes, la especie que más se presentó, pero, por lo general limitada a individuos solitarios bajo la copa de alguna especie arbórea fue *Berberis chilensis* con un 13% de presencia y en las zonas más áridas o con exposición norte, existía una mayor predominancia de *Proustia cuneifolia* con un 4% de presencia general.

Si bien existe una mayor depredación por parte del ganado presente, sumado a una compactación constante del suelo en el tiempo del suelo, se presenta una alta hegemonía de especies de origen endémico y nativo (69% y 26% respectivamente), por lo que la presencia de especies introducidas en cuanto especies mayores es relativamente baja (5%), siendo la especie *Olea europaea*, la más presente dentro de este segmento.

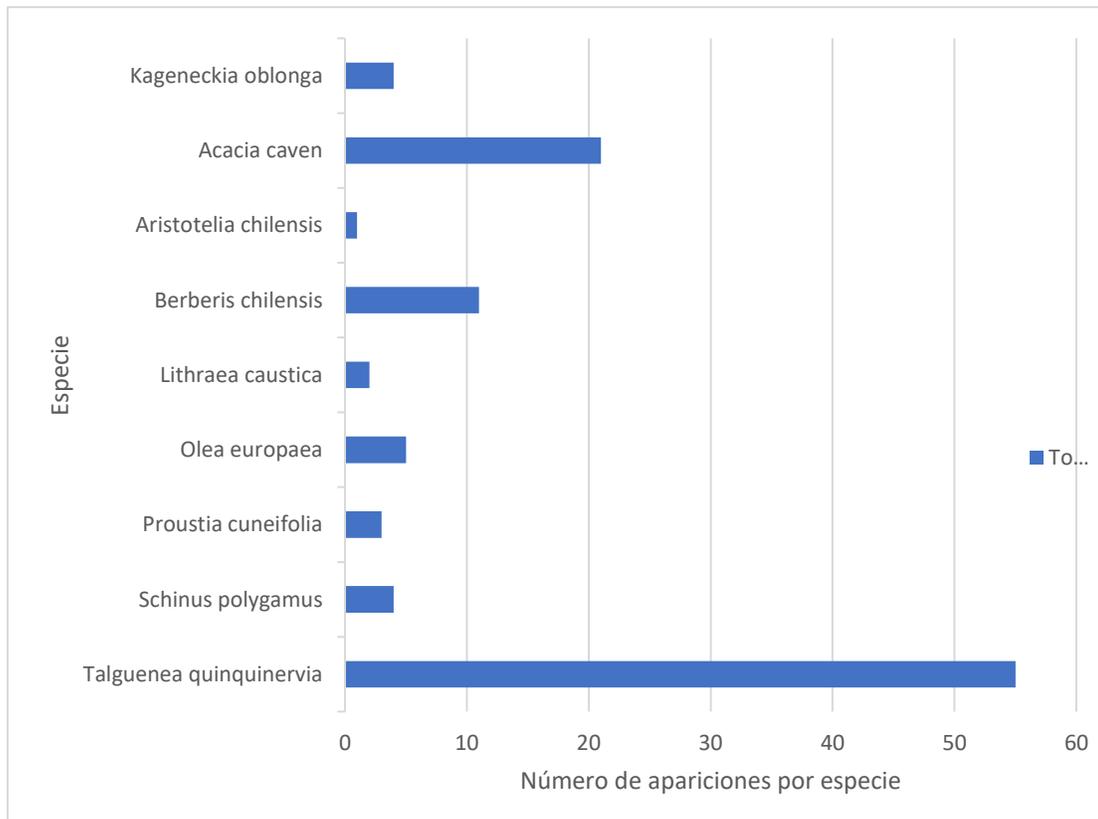


Fig. 9. Predominancia de las especies leñosas en matorral de la Macrozona Norte.

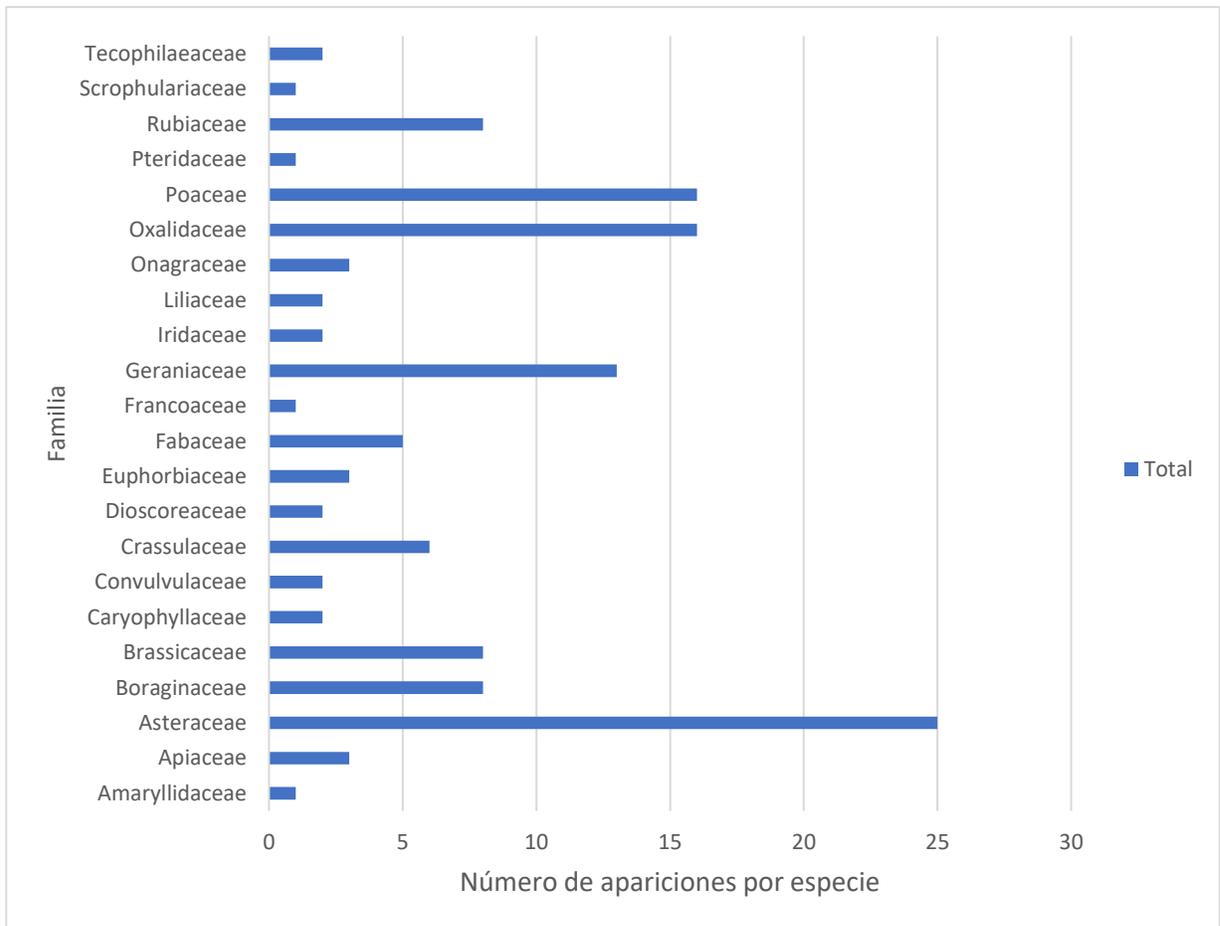


Fig. 10. Predominancia de las familias presentes en matorral de la Macrozona Norte.

En relación con el origen de las especies, se presenta el caso contrario para las especies menores o herbáceas, con una predominancia de las especies alóctonas de un 67%, dónde dominan las especies como *Bromus hordeaceus* (7%), *Hypochaeris glabra* (7%), *Sherardia arvensis* (6%), *Cryptantha* sp. (5%) y *Leontodon taraxacoides* (5%).

Las familias con mayor predominio (figura 10), correspondieron a Asteraceae (17%), Poaceae (12%), Oxalidaceae (12%) y Geraniaceae (10%).

Fuera del área analizada en los cuadrantes, se observó la presencia de *Tropaeolum brachyceras*, especie que suele crecer en sectores tupidos por especies leñosas, por lo que su presencia consta en base a lo presenciado.

Tabla 4. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en matorral de la Macrozona Norte.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m2)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M01	<i>Kageneckia oblonga</i>	3	0.12	0.05	28
M01	<i>Aristotelia chilensis</i>	1	0.04	0.02	10
M01	<i>Berberis chilensis</i>	8	0.32	0.15	26
M01	<i>Lithraea caustica</i>	2	0.08	0.04	28
M01	<i>Olea europaea</i>	2	0.08	0.04	55
M01	<i>Proustia cuneifolia</i>	2	0.08	0.04	45
M01	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.04	0.02	20
M01	<i>Talguenea quinquinervia</i>	34	1.36	0.62	60
M01	<i>Acacia caven</i>	2	0.08	0.04	55
M02	<i>Berberis chilensis</i>	2	0.08	0.09	23
M02	<i>Olea europaea</i>	2	0.08	0.09	28
M02	<i>Schinus polygamus</i>	3	0.12	0.13	55
M02	<i>Talguenea quinquinervia</i>	9	0.36	0.39	61
M02	<i>Acacia caven</i>	7	0.28	0.30	17
M03	<i>Talguenea quinquinervia</i>	12	0.48	0.67	34
M03	<i>Acacia caven</i>	6	0.24	0.33	16
M04	<i>Kageneckia oblonga</i>	1	0.04	0.10	50
M04	<i>Berberis chilensis</i>	1	0.04	0.10	20
M04	<i>Olea europaea</i>	1	0.04	0.10	5
M04	<i>Proustia cuneifolia</i>	1	0.04	0.10	20
M04	<i>Acacia caven</i>	6	0.24	0.60	23

Tabla 5. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en matorral de la Macrozona Norte.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M01	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	2	0.040	0.003	5
M01	<i>Bromus hordeaceus</i>	55	1.100	0.095	20
M01	<i>Calceoloaria corymbosa</i>	1	0.020	0.002	5
M01	<i>Cardamine</i> sp.	14	0.280	0.024	4
M01	<i>Chaetanthera</i> sp.	3	0.060	0.005	5
M01	<i>Clarkia tenella</i>	13	0.260	0.022	5
M01	<i>Dichondra</i> sp.	10	0.200	0.017	7
M01	<i>Dioscorea humifusa</i>	5	0.100	0.009	5
M01	<i>Dioscorea humillis</i>	8	0.160	0.014	15
M01	<i>Euphorbia peplus</i>	10	0.200	0.017	2
M01	<i>Geranium core-core</i>	2	0.040	0.003	8
M01	<i>Geranium robertianum</i>	12	0.240	0.021	5
M01	<i>Hypochaeris glabra</i>	56	1.120	0.097	16
M01	<i>Hypochaeris radicata</i>	6	0.120	0.010	30
M01	<i>Leucocoryne alliacea</i>	3	0.060	0.005	1
M01	<i>Oxalis arenaria</i>	11	0.220	0.019	4
M01	<i>Oxalis micrantha</i>	7	0.140	0.012	10
M01	<i>Oxalis perdicaria</i>	3	0.060	0.005	5
M01	<i>Plagiobothrys procumbens</i>	5	0.100	0.009	5
M01	Poaceae 1	242	4.840	0.417	57
M01	<i>Sanicula crassicaulis</i>	2	0.040	0.003	5
M01	<i>Sherardia arvensis</i>	2	0.040	0.003	1
M01	<i>Sisyrinchium junceum</i>	3	0.060	0.005	1
M01	<i>Solenomelus pedunculatus</i>	11	0.220	0.019	40
M01	<i>Soliva sessilis</i>	78	1.560	0.134	10
M01	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	4	0.080	0.007	3
M01	<i>Trifolium pratense</i>	9	0.180	0.016	5
M02	<i>Aira caryophyllea</i>	52	1.040	0.036	30
M02	Brassicaceae 1	3	0.060	0.002	1
M02	<i>Bromus hordeaceus</i>	362	7.240	0.248	47
M02	<i>Cardamine hirsuta</i>	18	0.360	0.012	6
M02	<i>Cerastium glomeratum</i>	15	0.300	0.010	6
M02	<i>Conanthera campanulata</i>	10	0.200	0.007	6
M02	<i>Conium maculatum</i>	4	0.080	0.003	2
M02	<i>Crassula closiana</i>	16	0.320	0.011	1
M02	<i>Cryptantha</i> sp.	151	3.020	0.103	15

M02	<i>Erodium malacoides</i>	12	0.240	0.008	4
M02	<i>Erodium moschatum</i>	29	0.580	0.020	10
M02	<i>Hypochaeris glabra</i>	177	3.540	0.121	35
M02	<i>Hypochaeris radicata</i>	41	0.820	0.028	60
M02	<i>Leontodon taraxacoides</i>	10	0.200	0.007	12
M02	<i>Leucocoryne alliacea</i>	5	0.100	0.003	1
M02	<i>Medicago polymorpha</i>	9	0.180	0.006	3
M02	<i>Nothoscordum bivalve</i>	11	0.220	0.008	10
M02	<i>Oxalis micrantha</i>	30	0.600	0.021	3
M02	<i>Oxalis perdicaria</i>	66	1.320	0.045	4
M02	Poaceae 1	199	3.980	0.136	83
M02	<i>Sherardia arvensis</i>	161	3.220	0.110	18
M02	<i>Sisymbrium officinale</i>	3	0.060	0.002	2
M02	<i>Soliva sessilis</i>	4	0.080	0.003	1
M04	<i>Bromus hordeaceus</i>	92	1.840	0.161	20
M04	<i>Clarkia tenella</i>	29	0.580	0.051	3
M04	<i>Crassula closiana</i>	34	0.680	0.060	1
M04	<i>Cryptantha sp.</i>	25	0.500	0.044	10
M04	<i>Erodium cicutarium</i>	37	0.740	0.065	20
M04	<i>Hypochaeris glabra</i>	7	0.140	0.012	7
M04	<i>Hypochaeris radicata</i>	67	1.340	0.117	33
M04	<i>Medicago polymorpha</i>	11	0.220	0.019	10
M04	<i>Sherardia arvensis</i>	41	0.820	0.072	6
M04	<i>Soliva sessilis</i>	206	4.120	0.361	35

Loasa placei conformaba agrupaciones en sectores no perturbados por animales de ganado, por lo general en sectores con agrupaciones de ramas o en cercanías de especies arbustivas o en sectores con alta presencia rocosa.

4.4 Macrozona Centro

Respecto a la Macrozona Centro, se caracteriza por ser la zona con mayor intervención humana dentro de las tres Macrozonas, con una superficie de 251,64 ha y un perímetro de 6.966,58 metros. Si bien la Macrozona Centro se considera bajo el conocimiento popular cómo la única área que compone el Cerro de la Virgen, esta posee la menor superficie total de las tres, destacando dentro de esta la mayor variedad en cuanto al uso de suelo con fines especialmente dedicados a lo recreativo, religioso, hogar y ganado.

De las tres Macrozonas delimitadas para esta investigación, la Macrozona centro es la que posee el mayor nivel de degradación, ya sea desde el alto nivel de degradación del sur por el límite norte de esta, cómo un alto nivel de degradación de la biodiversidad por causas que se tratarán en el segmento de discusión.

Dentro de la misma Macrozona, se puede apreciar la separación entre los espacios de carácter privado y la superficie correspondiente al terreno municipal, donde este último existe una plantación tipo forestal que predomina gran parte de la zona limítrofe norte con un alto nivel de compactación y degradales en la biodiversidad.

4.4.1 Quebradas sector Centro

A diferencia de las Macrozonas Norte y Sur, la Macrozona Centro presenta una baja presencia de quebradas tras las múltiples intervenciones que ha sufrido, donde las quebradas analizadas muestran un alto nivel de deterioro en cuanto al predominio de especies alóctonas y un mal estado general de las especies nativas y endémicas resilientes en el sector, sumado a un notorio cúmulo de microbasurales repartidos a lo largo de las diferentes quebradas.

Dentro de las especies predominantes en el sector podemos observar que *Eucalyptus globulus* posee una clara presencia superior al resto (31%), mientras que especies como *Pinus radiata* y *Peumus boldus* cuentan con un 6% de presencia. Dado la predominancia especies cómo *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, es que se aprecia un 59% de presencia de especies de origen alóctono, lo cual es una información destacable dado que las quebradas de la Macrozona Centro son las únicas quebradas de las tres Macrozonas en donde las especies

endémicas y nativas son de inferior presencia que las alóctonas cómo se aprecia en la figura 11.

Con respecto a las especies herbáceas, en el caso de las quebradas de la Macrozona centro, se puede apreciar la misma prevalencia de especies alóctonas como sucede con las especies leñosas, pero de forma más pronunciada que con respecto al resto de las quebradas, existiendo una combinación de un bajo número de especies en general, pero en especial, una baja variedad y número de individuos de especies nativas y/o endémicas. Dentro de las especies predominantes podemos apreciar a *Briza maxima* con un 15%, *Geranium robertianum* con un 10% y *Hordeum murinum* y *Bromus hordeaceus* ambos con un 8%.

Otro detalle que destacar, es que, a diferencia del resto de las quebradas distribuidas en las Macrozonas Norte y Sur, es la predominancia de la familia Poaceae por sobre el resto de las familias, igual al 47%, siendo así casi la mitad de la composición de la estrata herbácea, apreciable en la figura 12, caso que se observó más en sectores de Matorral abierto.

Dentro de las especies herbáceas presentes en la Macrozona centro y en este tipo de formación vegetacional, se aprecia la baja o mínima presencia de especies de carácter geófito, siendo las especies de fisiología anual las más predominantes por sobre el resto (figura 13).

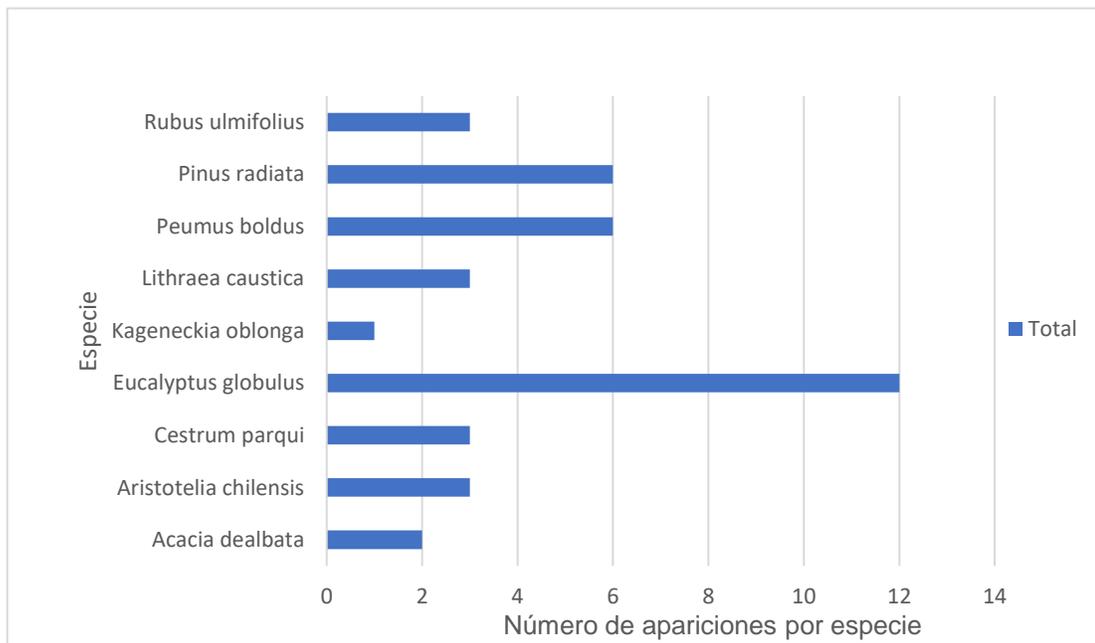


Fig. 11. Predominancia de las especies leñosas en quebradas de la Macrozona Centro.

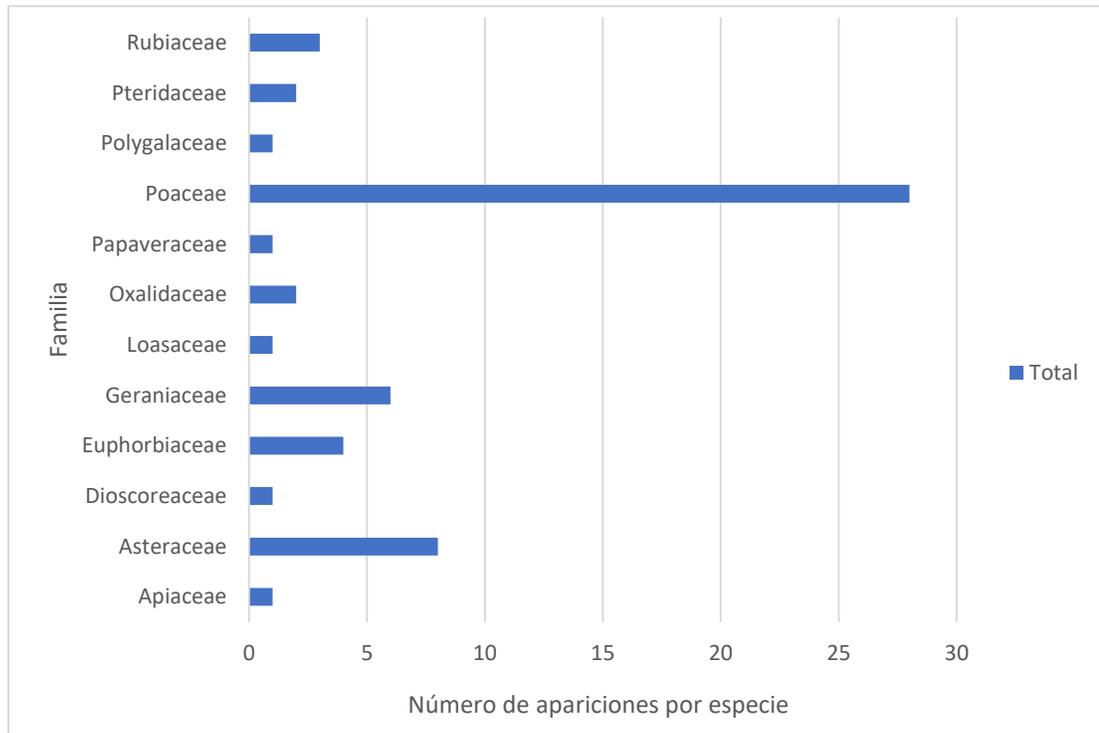


Fig. 12. Predominancia de las familias en especies herbáceas de las quebradas de la Macrozona Centro.

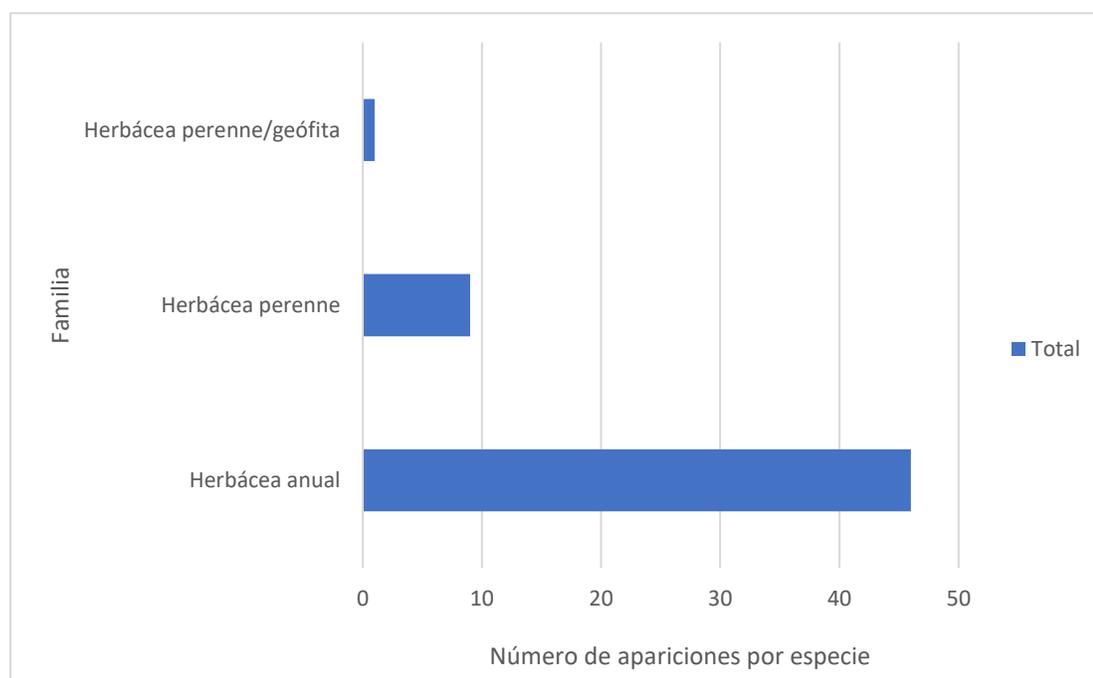


Fig. 13. Predominancia del hábito de origen de las especies herbáceas de las quebradas de la Macrozona Centro.

Tabla 7. Número de individuos, densidad (m^2), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en quebradas de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m^2)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q06	<i>Eucalyptus globulus</i>	4	0.16	0.36	34
Q06	<i>Kageneckia oblonga</i>	1	0.04	0.09	5
Q06	<i>Lithraea caustica</i>	1	0.04	0.09	5
Q06	<i>Pinus radiata</i>	5	0.20	0.45	45
Q07	<i>Acacia dealbata</i>	2	0.08	0.06	5
Q07	<i>Aristotelia chilensis</i>	3	0.12	0.08	4
Q07	<i>Cestrum parqui</i>	8	0.32	0.22	3
Q07	<i>Eucalyptus globulus</i>	9	0.36	0.25	24
Q07	<i>Lithraea caustica</i>	2	0.08	0.06	30
Q07	<i>Peumus boldus</i>	6	0.24	0.17	31
Q07	<i>Pinus radiata</i>	3	0.12	0.08	23
Q07	<i>Rubus ulmifolius</i>	3	0.12	0.08	7

Tabla 6 Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en quebradas de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q06	<i>Avena fatua</i>	6	0.12	0.01	2
Q06	<i>Briza maxima</i>	79	1.58	0.20	9
Q06	<i>Bromus hordeaceus</i>	182	3.64	0.45	20
Q06	<i>Euphorbia peplus</i>	34	0.68	0.08	10
Q06	<i>Geranium robertianum</i>	1	0.02	0.00	3
Q06	<i>Hordeum murinum</i>	57	1.14	0.14	9
Q06	<i>Hypochaeris glabra</i>	23	0.46	0.06	10
Q06	<i>Hypochaeris radicata</i>	4	0.08	0.01	8
Q06	<i>Lolium perenne</i>	9	0.18	0.02	3
Q06	<i>Stipa</i> sp.	8	0.16	0.02	22
Q07	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	5	0.10	0.04	1
Q07	<i>Adiantum excisum</i>	1	0.02	0.01	2
Q07	Asteraceae 1	5	0.10	0.04	13
Q07	<i>Briza maxima</i>	38	0.76	0.27	8
Q07	<i>Dioscorea humifusa</i>	2	0.04	0.01	5
Q07	<i>Euphorbia peplus</i>	3	0.06	0.02	2
Q07	<i>Fumaria capreolata</i>	3	0.06	0.02	15
Q07	<i>Galium aparine</i>	5	0.10	0.04	6
Q07	<i>Geranium robertianum</i>	63	1.26	0.45	33
Q07	<i>Loasa triloba</i>	4	0.08	0.03	15
Q07	<i>Oxalis micrantha</i>	1	0.02	0.01	1
Q07	<i>Oxalis</i> sp.	4	0.08	0.03	40
Q07	Poaceae 1	1	0.02	0.01	1
Q07	<i>Sanicula crassicaulis</i>	1	0.02	0.01	10
Q07	<i>Sonchus asper</i>	1	0.02	0.01	3
Q07	<i>Taraxacum officinale</i>	1	0.02	0.01	15

4.4.2 Matorrales Sector Centro

Los sectores de Matorral de la Macrozona centro, se presentan como la formación vegetal dominante, en especial, de las laderas en pendiente que son las constituyentes principales de la superficie total que embarca a dicha zona, cómo de igual forma se presenta en la Macrozona Norte.

Esta formación vegetal se encuentra distribuida entre lo que compromete el sector reconocido cómo Mirador Cerro La Virgen, el cual presenta el mayor tránsito de personas de todo el cordón montañoso, siendo el atractivo principal el monumento en honor a la imagen religiosa de la Virgen, atractivo que provee el nombre al Cordón montañoso en sí.

En relación con la complejidad vegetal de las especies leñosas de dicha formación, para la Macrozona Centro, se presenta un empobrecimiento generalizado apreciable por el bajo número de especies que lo conforman (9 en total), sumado a una baja cobertura foliar y dominancia de carácter monotípica de la especie *Talguenea quinquinervia*, la cual presenta una predominancia importante, al igual que el resto de los sectores que presentan vegetación tipo matorral esclerófilo, siguiendo la tendencia de una pendiente predominante presente, presentando una predominancia de un 54% del total de las especies, donde especies cómo *Acacia caven*, se presenta de forma más primaria en los sectores de planicie, presentes en la parte alta como baja del cordón, sumando una presencia general de un 24%. A diferencia del resto de los sectores de tipo matorral, la especie acompañante que más se hace presente corresponde a *Baccharis linearis* (fig 15).

Dentro de las especies alóctonas, se presentan *Olea europaea* y *Rosa rubiginosa*, que si bien esta última es considerada como una especie de carácter invasivo en el área de estudio de la Macrozona Centro no se presentó de forma considerable cómo es usual encontrarla (figuras 14 y 15).

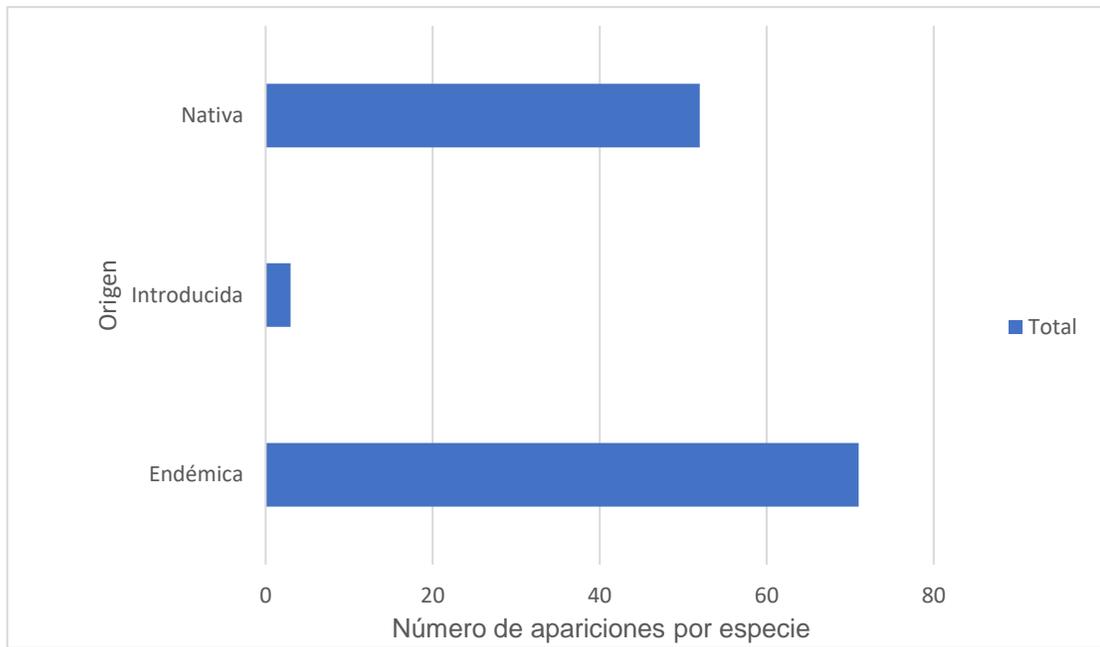


Fig. 14. Predominancia del origen de las especies leñosas en matorral de la Macrozona Centro

Dentro de las especies presentes o analizadas dentro de los transectos, el sector de Matorral esclerófilo de la Macrozona Centro fue el único sector en donde se observó la presencia de la especie hemiparásita *Tristerix corymbosus* sobre *Talguenea quinquinervia*, de esta forma aportando a la riqueza biológica del sector.

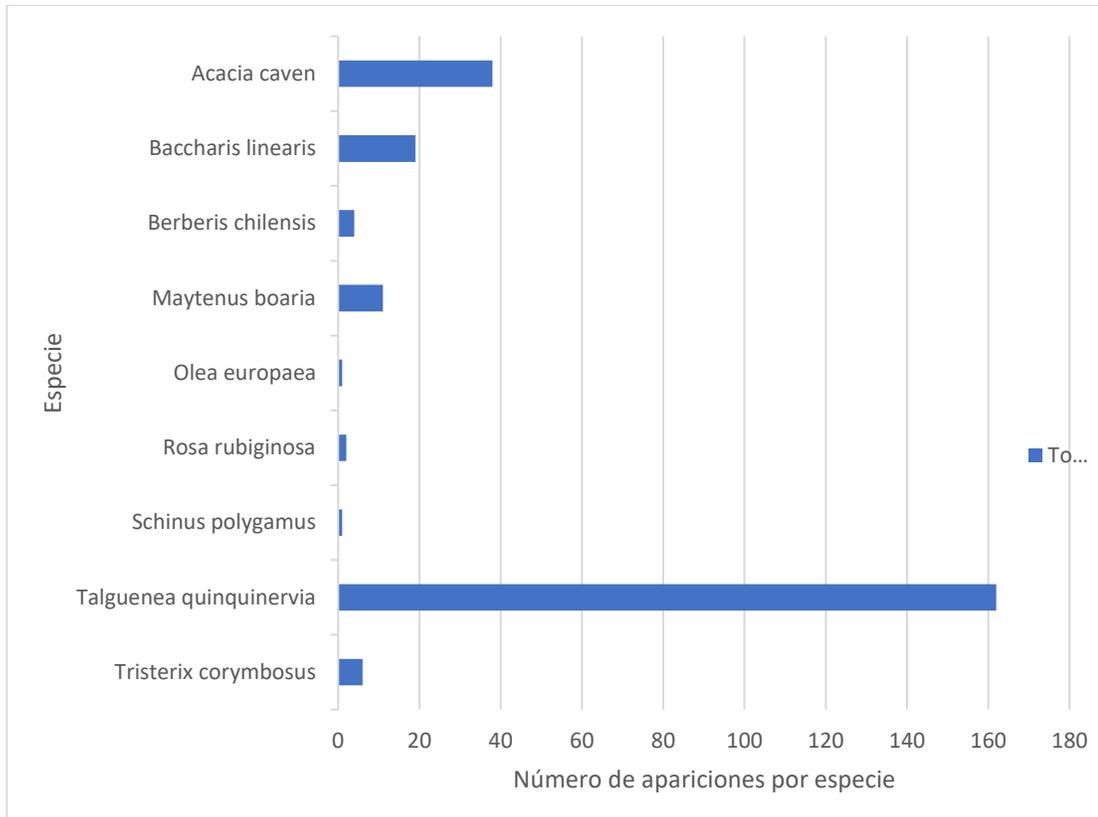


Fig. 15. Predominancia de las especies leñosas en matorral de la Macrozona Centro

Un aspecto que destacar es la alta prevalencia de las especies nativas y/o endémicas en dicha formación vegetal, donde las especies de origen alóctono sólo presentan un 2% de presencia con respecto al resto, cómo es apreciable en la figura 14.

Dentro de las especies herbáceas, se aprecia una alta prevalencia de la familia Poaceae apreciable en la figura 16, con un 72% de predominancia sobre el resto de las familias, donde gran parte del resto de las especies herbáceas de las familias presentes en menor proporción, se encuentran en su mayoría bajo la cobertura vegetal de las especies poaceas, en donde se presentan especies cómo *Cryptantha* sp., *Hypochaeris radicata* y *Sanicula crassicaulis* (figura 18).

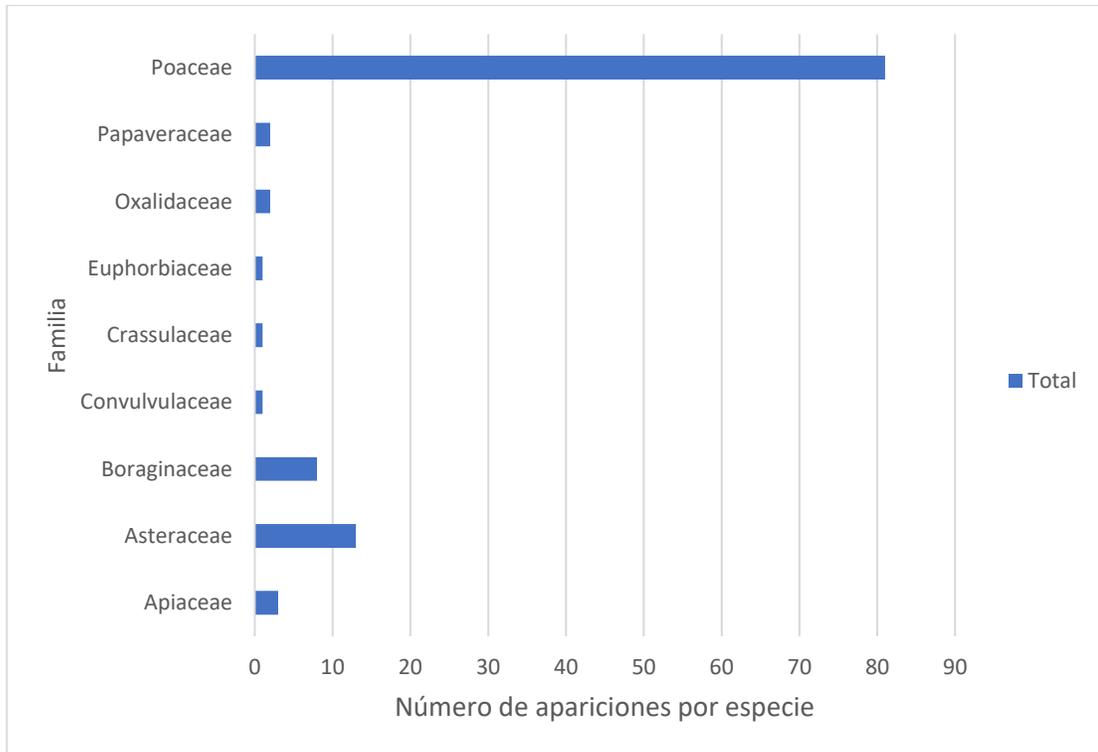


Fig. 16. Predominancia de las familias de las especies herbáceas en matorral de la Macrozona Centro

Si bien existe una alta predominancia de las especies endémicas/nativas en el caso de las especies leñosas, para el caso de las especies herbáceas, se aprecia una mínima presencia de estas, donde las especies de origen alóctonas son las que dominan gran parte del paisaje, con más de un 93%, limitando así a las especies de origen endémico/nativo, en su mayoría a sectores de roquerío o pendiente extrema y no a los suelos predominantes en los sectores de matorral, de esa forma reflejando los resultados expuestos en la figura 17.

Dentro de la regeneración de especies leñosas observada, se apreció la presencia de plántulas de *Talguenea quinquinervia*.

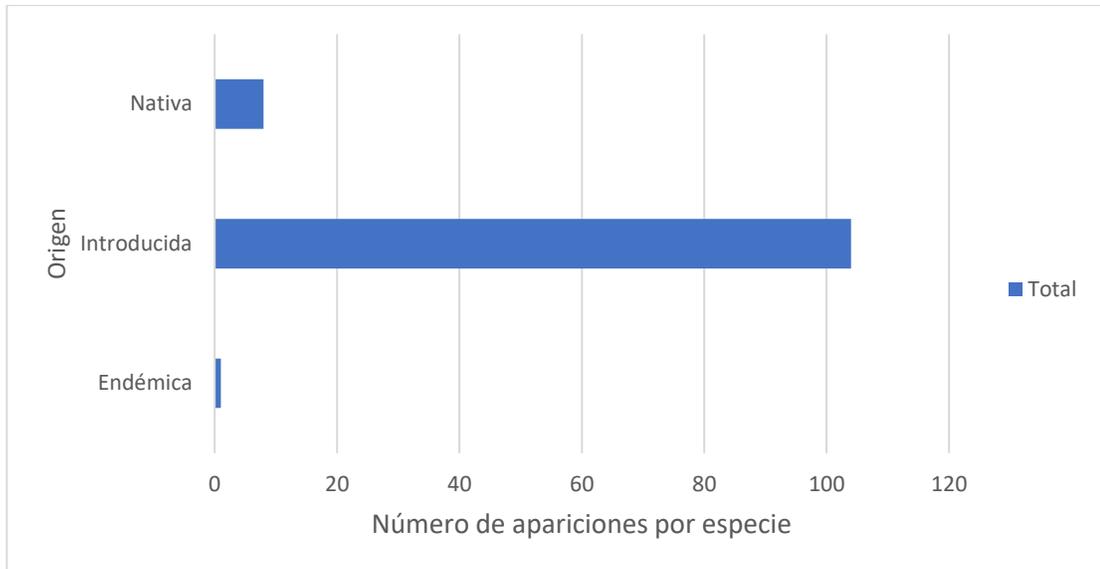


Fig. 17. Predominancia del origen de las especies herbáceas en matorral de la Macrozona Centro.

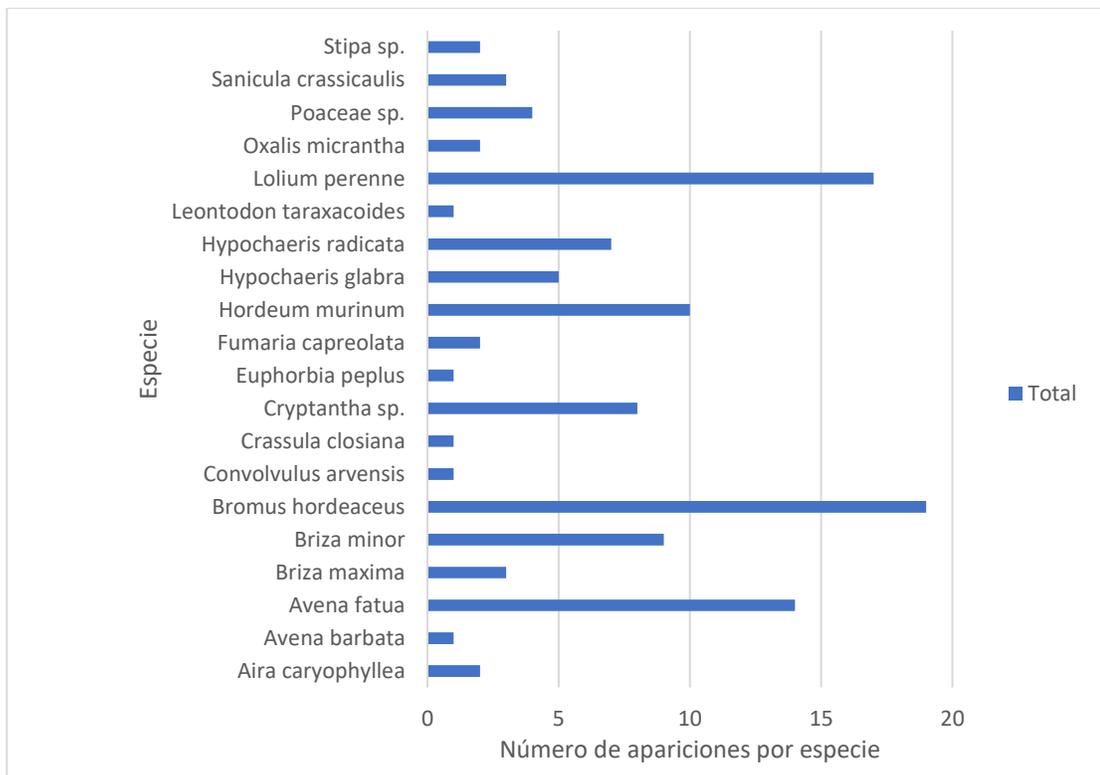


Fig. 18. Predominancia de las especies herbáceas en matorral de la Macrozona Centro



Fig. 19. Vista general del tipo vegetacional Matorral de la Macrozona Centro con vista de las plantaciones de *Pinus radiata* en la lejanía.

Tabla 7. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en matorral de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M05	<i>Maytenus boaria</i>	1	0.04	0.02	35
M05	<i>Talguenea quinquinervia</i>	58	2.32	0.89	55
M05	<i>Tristerix corymbosus</i>	1	0.04	0.02	5
M05	<i>Acacia caven</i>	5	0.20	0.08	24
M06	<i>Baccharis linearis</i>	18	0.72	0.33	17
M06	<i>Berberis chilensis</i>	4	0.16	0.07	13
M06	<i>Maytenus boaria</i>	10	0.40	0.19	12
M06	<i>Olea europaea</i>	1	0.04	0.02	5
M06	<i>Rosa rubiginosa</i>	2	0.08	0.04	5
M06	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.04	0.02	5
M06	<i>Talguenea quinquinervia</i>	6	0.24	0.11	35
M06	<i>Acacia caven</i>	12	0.48	0.22	13
M07	<i>Baccharis linearis</i>	1	0.04	0.03	13
M07	<i>Talguenea quinquinervia</i>	26	1.04	0.84	33
M07	<i>Tristerix corymbosus</i>	1	0.04	0.03	5
M07	<i>Acacia caven</i>	3	0.12	0.10	18
M08	<i>Talguenea quinquinervia</i>	69	2.76	0.95	24
M08	<i>Tristerix corymbosus</i>	4	0.16	0.05	7

Tabla 8. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en matorral de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M06	<i>Aira caryophylla</i>	8	0.160	0.014	2
M06	<i>Avena barbata</i>	1	0.020	0.002	3
M06	<i>Avena fatua</i>	47	0.940	0.082	8
M06	<i>Briza maxima</i>	26	0.520	0.045	7
M06	<i>Briza minor</i>	13	0.260	0.023	2
M06	<i>Bromus hordeaceus</i>	205	4.100	0.357	33
M06	<i>Convolvulus arvensis</i>	1	0.020	0.002	5
M06	<i>Cryptantha sp.</i>	15	0.300	0.026	15
M06	<i>Fumaria capreolata</i>	7	0.140	0.012	9
M06	<i>Hordeum murinum</i>	26	0.520	0.045	14
M06	<i>Hypochaeris radicata</i>	48	0.960	0.084	25
M06	<i>Lolium perenne</i>	61	1.220	0.106	25
M06	<i>Oxalis micrantha</i>	13	0.260	0.023	5
M06	Poaceae 1	70	1.400	0.122	47
M06	<i>Sanicula crassicaulis</i>	12	0.240	0.021	18
M06	<i>Stipa sp.</i>	21	0.420	0.037	50
M07	<i>Avena fatua</i>	9	0.180	0.014	2
M07	<i>Bromus hordeaceus</i>	251	5.020	0.399	22
M07	<i>Crassula closiana</i>	6	0.120	0.010	3
M07	<i>Cryptantha sp.</i>	7	0.140	0.011	4
M07	<i>Euphorbia peplus</i>	1	0.020	0.002	1
M07	<i>Hordeum murinum</i>	1	0.020	0.002	1
M07	<i>Hypochaeris glabra</i>	67	1.340	0.107	18
M07	<i>Hypochaeris radicata</i>	15	0.300	0.024	5
M07	<i>Lolium perenne</i>	201	4.020	0.320	23
M07	Poaceae 1	70	1.400	0.111	45
M08	<i>Avena fatua</i>	8	0.160	0.013	3
M08	<i>Briza minor</i>	19	0.380	0.031	2
M08	<i>Bromus hordeaceus</i>	332	6.640	0.539	35
M08	<i>Hordeum murinum</i>	177	3.540	0.287	16
M08	<i>Hypochaeris radicata</i>	1	0.020	0.002	5
M08	<i>Leontodon taraxacoides</i>	1	0.020	0.002	5
M08	<i>Lolium perenne</i>	70	1.400	0.114	7
M08	<i>Oxalis micrantha</i>	6	0.120	0.010	3
M09	<i>Avena fatua</i>	16	0.320	0.054	5
M09	<i>Briza minor</i>	8	0.160	0.027	3
M09	<i>Bromus hordeaceus</i>	120	2.400	0.408	33
M09	<i>Cryptantha sp.</i>	9	0.180	0.031	4

M09	<i>Hypochaeris glabra</i>	140	2.800	0.476	37
M09	<i>Lolium perenne</i>	1	0.020	0.003	1

4.4.3 Bosque Intervenido Sector centro

El tipo vegetacional definido como Bosque Intervenido, se definió como el resultado de la intervención humana en el reemplazo intencionado de la vegetación presente para la plantación de especies alóctonas de carácter forestal con posterior expansión autónoma por parte de diferentes especies leñosas.

El tipo vegetacional Bosque intervenido coincide con la superficie clasificada como terreno municipal, el cual cuenta con una disposición de ingreso tipo de acceso libre, en donde en su usual uso se facilita el espacio para diferentes actividades recreacionales, en donde la mayoría de dichas actividades son de carácter deportivo.

La condición del suelo en general de dicho tipo vegetacional, es de una degradación de consideración, presentando el nivel aparente de compactación más agudos del resto de los sectores, esto sumado a un deterioro y baja calidad salubre de los ejemplares de especies leñosas presentes en el lugar. Sumado a lo anterior, casi la totalidad del sector bajo esta categoría de tipo vegetacional, sufrió de un incendio considerable el año 2019, por lo que en gran parte del área municipal cuenta hasta el momento de la realización de este estudio, con ejemplares carbonizados en pie, como a su vez, una regeneración progresiva en la estrata baja con ejemplares de pequeña a mediana estatura.

Para las especies leñosas, se aprecia una alta presencia de la especie *Pinus radiata*, con una predominancia de un 40%, porcentaje reflejado en los ejemplares plantados de forma intencional cómo ejemplares de renuevo intencional. Bajo la cobertura de las copas de *Pinus radiata*, se presentaron ejemplares de *Acacia caven*, *Muehlenbeckia hastulata*, entre otras presentadas en la figura 20.

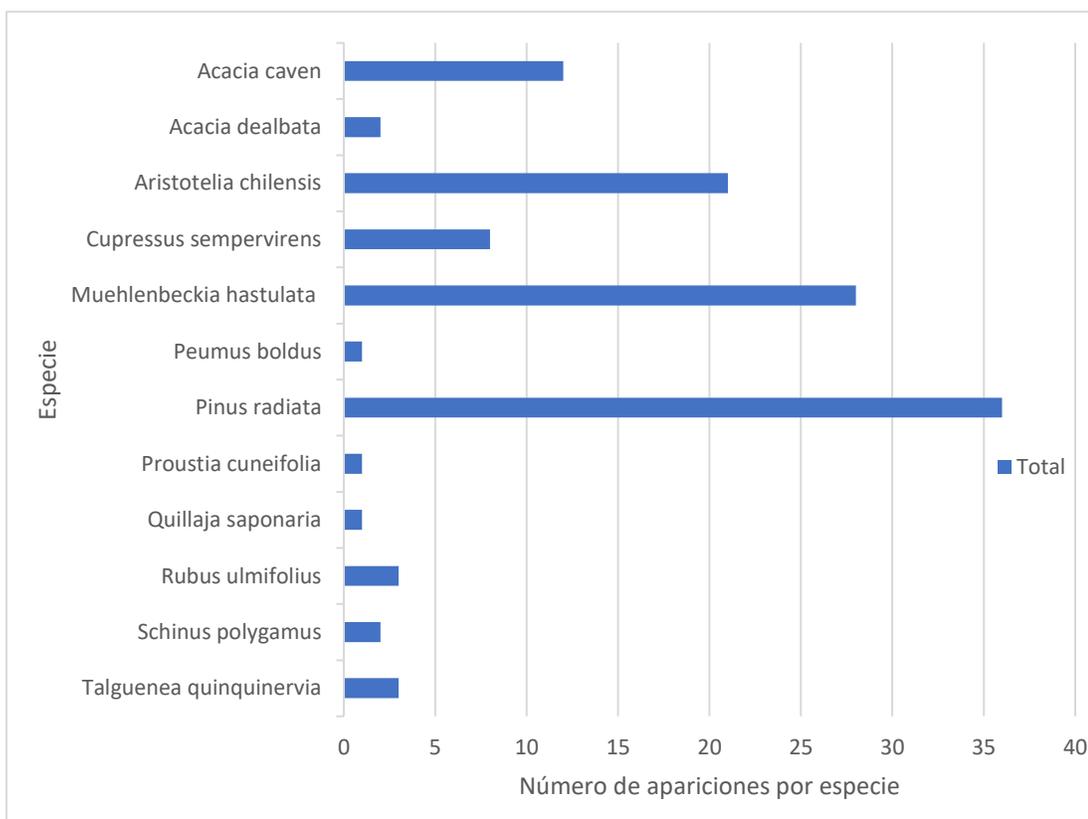


Fig. 20. Predominancia de las especies leñosas en bosque intervenido de la Macrozona Centro.

Al observar los porcentajes de predominancia en cuanto al origen de las especies, reflejada en la figura 21, se aprecia una predominancia no muy aguda de las especies de origen alóctono en comparación a las especies de origen nativo, donde cabe destacar a su vez, la baja presencia de especies de origen endémico, con tan solo una predominancia del 8%. Si bien la brecha de las especies de origen nativo no es muy alta en comparación con las especies de origen introducido, cabe destacar que el paisaje de las copas superiores es dominado por la especie *Pinus radiata*, y es en la parte inferior o zonas con ingreso lumínico, por lo general a orilla de bosque, es que se concentran las especies de origen nativo.

Cercanías a la ruta principal que cruza este sector del cerro, se encuentra una población artificial de *Cupressus sempervirens* (figura 24), donde la mayoría de los individuos se encuentran muertos en pie por el incendio del 2020.

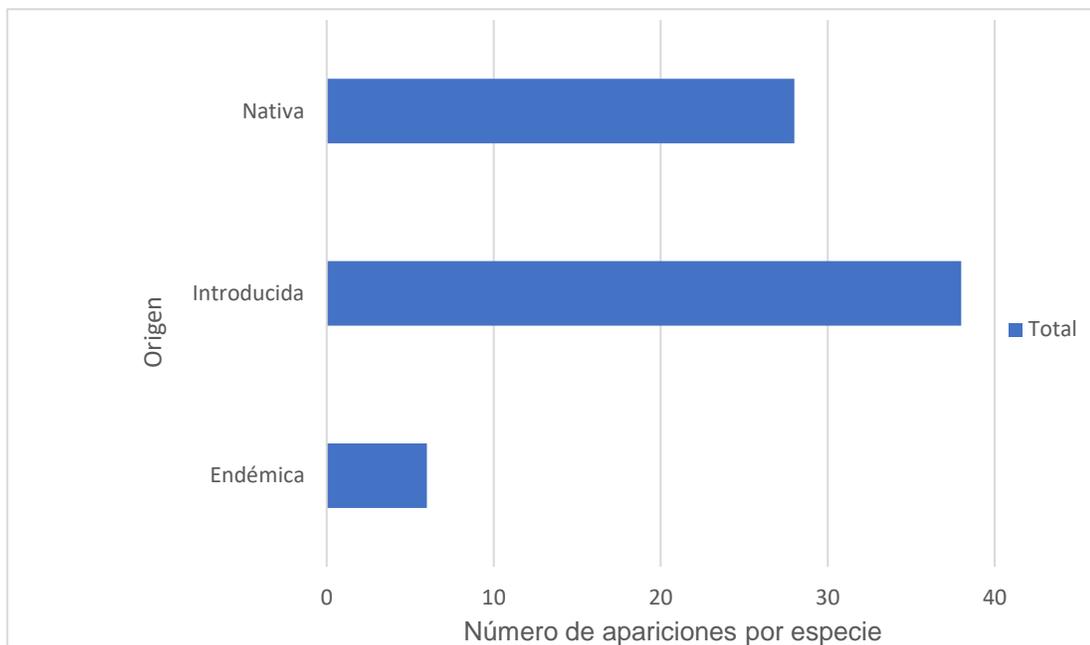


Fig. 21. Predominancia del origen de las especies de las especies leñosas en bosque intervenido de la Macrozona Centro.

En cuanto a las especies herbáceas, se pudo observar una alta prevalencia de la familia Poaceae, con más de un 42% de predominancia, como se aprecia en la figura 23, donde destacan especies como *Briza Maxima*, *Bromus hordeaceus* y *Cynosurus echinatus* (figura 22).

Dentro de la regeneración de especies leñosas, se observó la presencia de plántulas de las especies de *Schinus polygamus*, *Pinus radiata*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Maytenus boaria*, *Aristolelia chilensis* y *Acacia dealbata*.

Un detalle para destacar sobre los resultados arrojados por los cuadrantes distribuidos en este tipo vegetacional, es la recurrencia de oportunidades en donde no apareció ningún ejemplar vegetal en el cuadrante, principalmente en los sectores analizados que se encontraban bajo la cobertura y sombreado de la especie *Pinus radiata*, lo que hace de este sector, el único de las tres Macrozonas en donde se apreciaron zonas de suelo sin cobertura vegetal alguna.

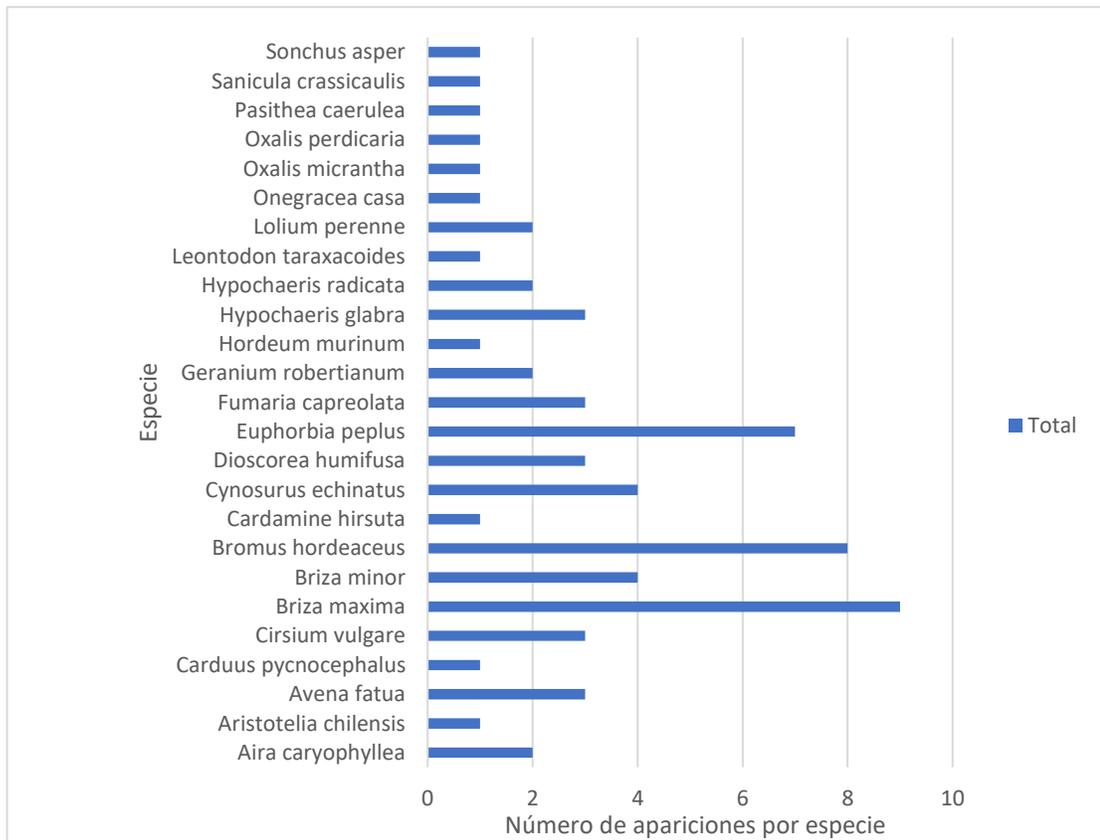


Fig. 22. Predominancia de las especies herbáceas en bosque intervenido de la Macrozona Centro

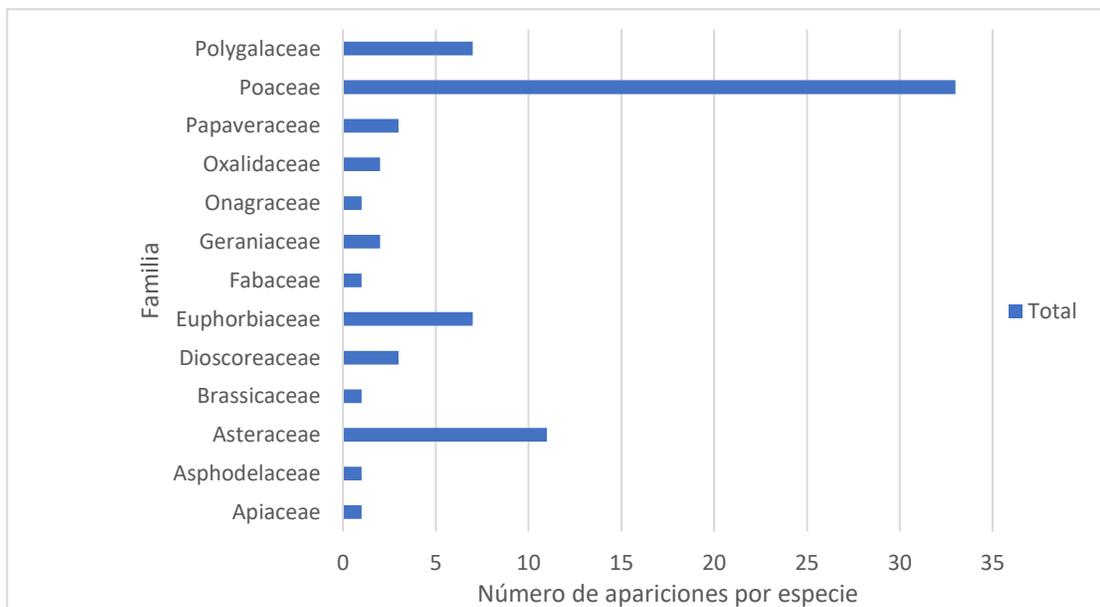


Fig. 23. Predominancia de las familias de especies herbáceas en bosque intervenido de la Macrozona Centro.



Fig. 24. Visualización del tipo vegetacional Bosque Intervenido. A) Vista general del sector afectado por el incendio del año 2020. B) Plantación presente de *Cupressus sempervirens*.

Tabla 9. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en bosque intervenido de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
B11	<i>Acacia dealbata</i>	1	0.04	0.07	1
B11	<i>Aristotelia chilensis</i>	1	0.04	0.07	5
B11	<i>Pinus radiata</i>	5	0.20	0.36	58
B11	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.04	0.07	3
B11	<i>Talguenea quinquinervia</i>	1	0.04	0.07	30
B11	<i>Acacia caven</i>	5	0.20	0.36	6
B12	<i>Acacia dealbata</i>	1	0.04	0.03	1
B12	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	4	0.16	0.13	3
B12	<i>Pinus radiata</i>	23	0.92	0.77	48
B12	<i>Acacia caven</i>	2	0.08	0.07	23
B13	<i>Aristotelia chilensis</i>	20	0.80	0.33	18
B13	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	24	0.96	0.39	30
B13	<i>Pinus radiata</i>	8	0.32	0.13	40
B13	<i>Rubus ulmifolius</i>	3	0.12	0.05	20
B13	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.04	0.02	20
B13	<i>Talguenea quinquinervia</i>	2	0.08	0.03	5
B13	<i>Acacia caven</i>	3	0.12	0.05	12
B14	<i>Cupressus sempervirens</i>	8	0.32	0.62	27
B14	<i>Peumus boldus</i>	1	0.04	0.08	15
B14	<i>Proustia cuneifolia</i>	1	0.04	0.08	5
B14	<i>Quillaja saponaria</i>	1	0.04	0.08	15
B14	<i>Acacia caven</i>	2	0.08	0.15	25

Tabla 10. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en bosque intervenido de la Macrozona Centro.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
BI1	<i>Avena fatua</i>	1	0.020	0.005	1
BI1	<i>Briza maxima</i>	81	1.620	0.375	7
BI1	<i>Bromus hordeaceus</i>	93	1.860	0.431	11
BI1	<i>Cynosurus echinatus</i>	13	0.260	0.060	5
BI1	<i>Dioscorea humifusa</i>	5	0.100	0.023	2
BI1	<i>Euphorbia peplus</i>	10	0.200	0.046	2
BI1	<i>Hypochaeris glabra</i>	2	0.040	0.009	3
BI1	<i>Lolium perenne</i>	2	0.040	0.009	1
BI1	<i>Oxalis perdicaria</i>	6	0.120	0.028	3
BI1	<i>Sanicula crassicaulis</i>	1	0.020	0.005	3
BI2	<i>Aira caryophyllea</i>	170	3.400	0.501	43
BI2	<i>Avena fatua</i>	1	0.020	0.003	1
BI2	<i>Briza maxima</i>	13	0.260	0.038	3
BI2	<i>Bromus hordeaceus</i>	118	2.360	0.348	15
BI2	<i>Cynosurus echinatus</i>	23	0.460	0.068	4
BI2	<i>Euphorbia peplus</i>	4	0.080	0.012	3
BI2	<i>Leontodon taraxacoides</i>	6	0.120	0.018	5
BI2	<i>Pasithea caerulea</i>	2	0.040	0.006	3
BI3	<i>Avena fatua</i>	2	0.040	0.022	2
BI3	<i>Briza maxima</i>	5	0.100	0.056	3
BI3	<i>Briza minor</i>	23	0.460	0.256	3
BI3	<i>Bromus hordeaceus</i>	1	0.020	0.011	3
BI3	<i>Cardamine hirsuta</i>	2	0.040	0.022	1
BI3	<i>Carduus pycnocephalus</i>	1	0.020	0.011	10
BI3	<i>Cirsium vulgare</i>	5	0.100	0.056	18
BI3	<i>Cynosurus echinatus</i>	2	0.040	0.022	2
BI3	<i>Euphorbia peplus</i>	12	0.240	0.133	2
BI3	<i>Fumaria capreolata</i>	6	0.120	0.067	4
BI3	<i>Geranium robertianum</i>	3	0.060	0.033	5
BI3	<i>Hordeum murinum</i>	4	0.080	0.044	5
BI3	<i>Hypochaeris glabra</i>	4	0.080	0.044	3
BI3	<i>Hypochaeris radicata</i>	2	0.040	0.022	10
BI3	<i>Lolium perenne</i>	3	0.060	0.033	3
BI3	<i>Onegracea casa</i>	2	0.040	0.022	5
BI3	<i>Oxalis micrantha</i>	1	0.020	0.011	1
BI3	<i>Sonchus asper</i>	1	0.020	0.011	5

En el sector limítrofe entre el tipo vegetacional matorral de la Macrozona Centro y Bosque intervenido, se observó una población aislada de *Conanthera bifolia* fuera del rango de los cuadrantes lanzados, por lo que fue incorporada en la tabla 1.

4.5 Macrozona Sur

La Macrozona Sur cuenta con una superficie aproximada de 138,14 ha y un perímetro de 5.820,11 metros, siendo así la Macrozona con menor extensión superficial. Dicha zona cuenta con una topografía similar al resto de las Macrozonas, donde se aprecia una predominancia de suelos con pendientes de alrededor de 45° y una parte baja que conecta con la división puesta por el cuerpo de agua del canal Pencahue.

Similar a la Macrozona Norte, este sector posee un uso principalmente de ganado, en este caso con crianza de corderos. Esta zona se diferencia de la Macrozona Norte con la existencia de antiguas extracciones de roca que se reflejan con aperturas en el cerro por los antiguos trabajos de extracción, como a su vez, por la reciente actividad de instalación de un proyecto fotovoltaico localizado en la cima sur de este sector del cordón.

Similar a la Macrozona Norte, este sector dispone de un número de quebradas con un cierto grado de conservación, pero con una cantidad más limitada

4.5.1 Quebradas Sector sur

A diferencia de las quebradas presentes en la Macrozona Norte, las quebradas presentes en la Macrozona Sur presentan un diámetro general bastante más acotado, donde rara vez superaban los 60 metros de largo, pero a pesar de esta limitante topográfica, en general los individuos presentes en dichas quebradas resultaban ser ejemplares de una edad avanzada sin señales de alguna poda previa, por lo que el estado fitosanitario de los ejemplares longevos es en general mejor.

Las quebradas analizadas presentaron un alto valor de endemismo en relación con las especies leñosas, siendo más del 91% de las especies analizadas de origen endémico, un 7% de origen alóctono y un 2% de origen nativo, como se refleja en la figura 25.

Mientras que en gran parte de las quebradas con predominancia nativa y/o endémica, haciendo referencia a las quebradas de la Macrozona norte, poseían una predominancia considerable de la especie *Cryptocarya alba* para el caso de las especies leñosas, en las

quebradas presentes en la Macrozona Sur, se presentó la alta presencia de la especie *Peumus boldus*, con más de un 50% predominancia, donde la especie *Cryptocarya alba* se presentó como la especie leñosa de categoría secundaria más abundante, con un 20% de predominancia, apreciable en la Figura 26.

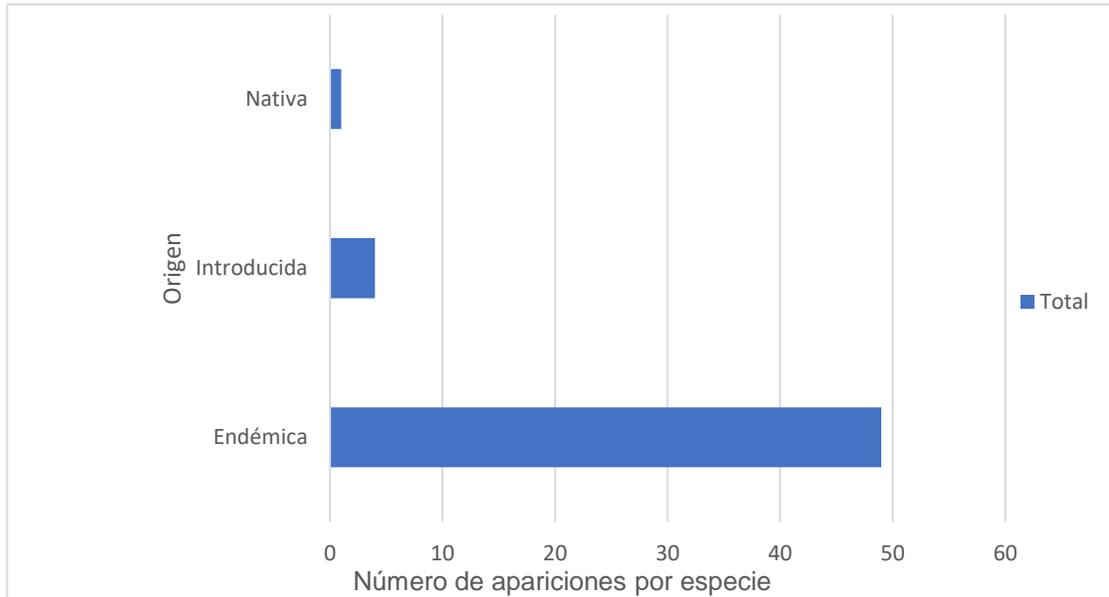


Fig. 25. Predominancia del origen de las especies leñosas en quebradas de la Macrozona Sur.

En cuanto a las especies leñosas de origen alóctono, se encontró la presencia de *Rubus ulmifolius*, *Rosa rubiginosa* y Ciruelo, en porcentajes poblacionales relativamente bajos, concentrándose en las partes bajas de las quebradas con menor valor de pendiente y alocadas a los sectores de borde de estas.

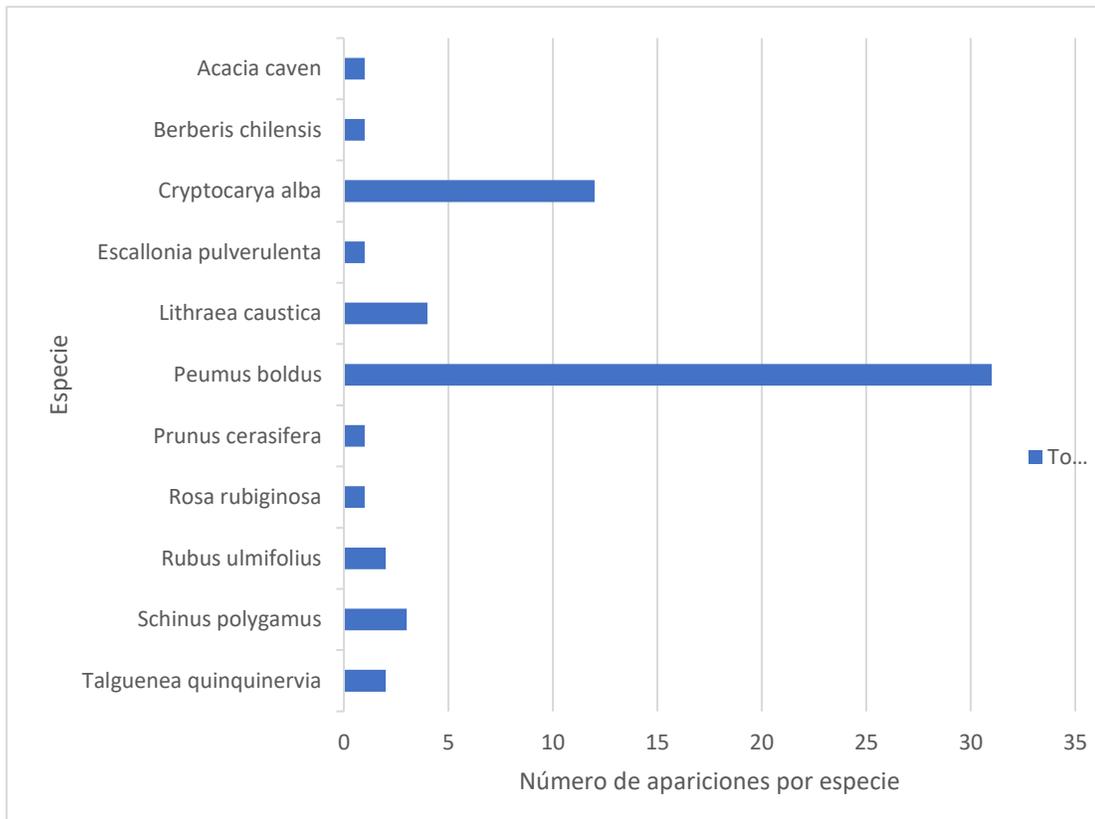


Fig. 26. Predominancia de las especies leñosas en quebradas de la Macrozona Sur.

En relación con las especies herbáceas, dentro de las familias presentes, la familia Poaceae es la de mayor presencia, con un 16%, seguido de Dioscoraceae y Asteraceae con un 10% de predominancia respectivamente, reflejado en la figura 27.

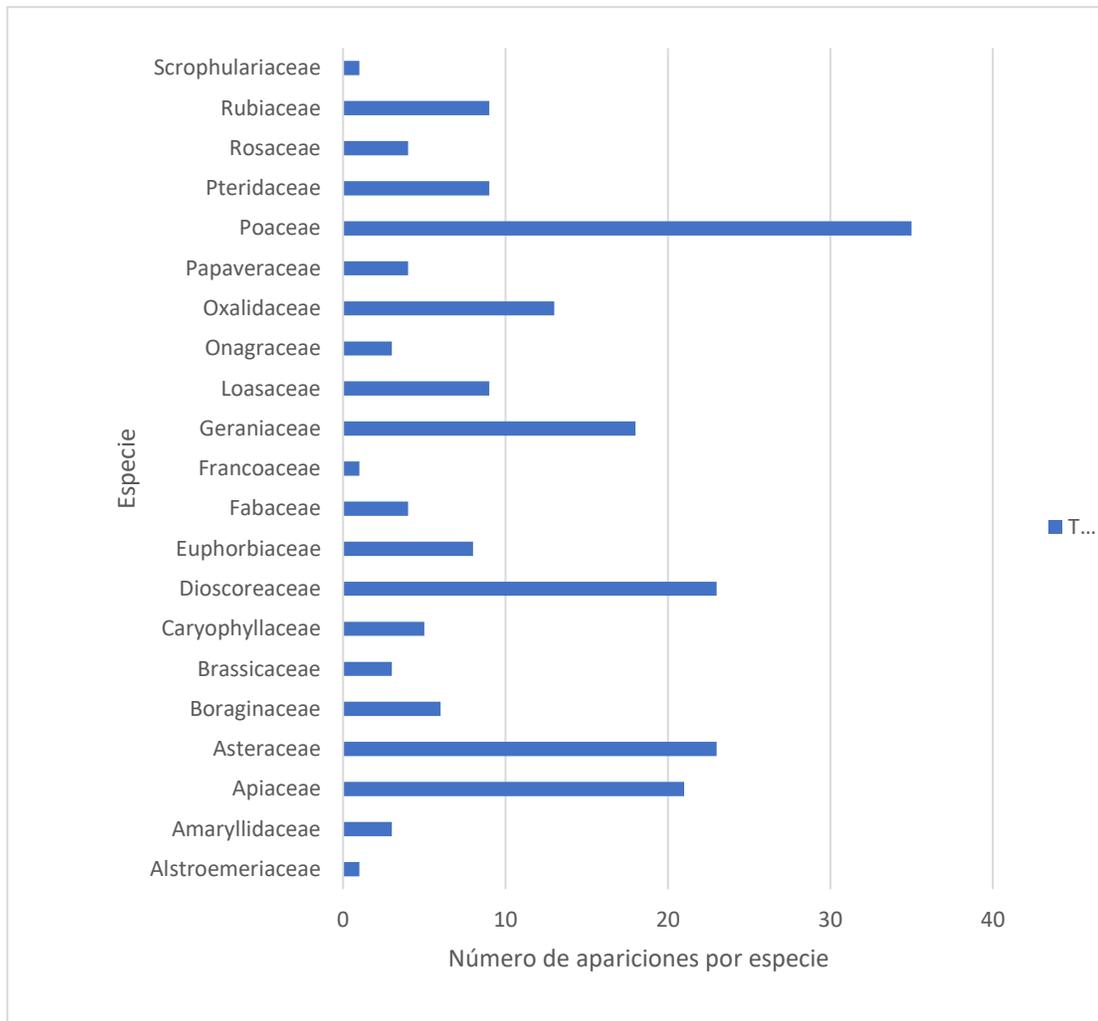


Fig. 27. Gráfico de predominancia de las familias de las especies herbáceas en quebradas de la Macrozona Sur.

Dentro de las especies herbáceas de mayor representatividad encontramos a *Dioscorea humifusa*, *Sanicula crassicaulis*, *Poaceae* 1, *Hypochaeris glabra*, entre otras, dispuestas en la figura 29. Similar al patrón observado en el resto de las quebradas en relación con la predominancia en cuanto al origen de las especies presentes, se observó de igual manera una mayor presencia de especies de origen alóctono que de especies endémico y/o nativo, siendo la presencia general de estas de un 59% del total de las especies analizadas (figura 28).

Dentro de los renuevos de especies leñosas encontrados en la estrata baja, se observó la presencia de plántulas de *Berberis chilensis*, *Prunus cerasifera*, *Lithraea caustica*, *Peumus boldus*, *Schinus polygamus* y *Talguenea quinquinervia*, siendo *Peumus boldus* la con mayor presencia dentro de las plántulas observadas.

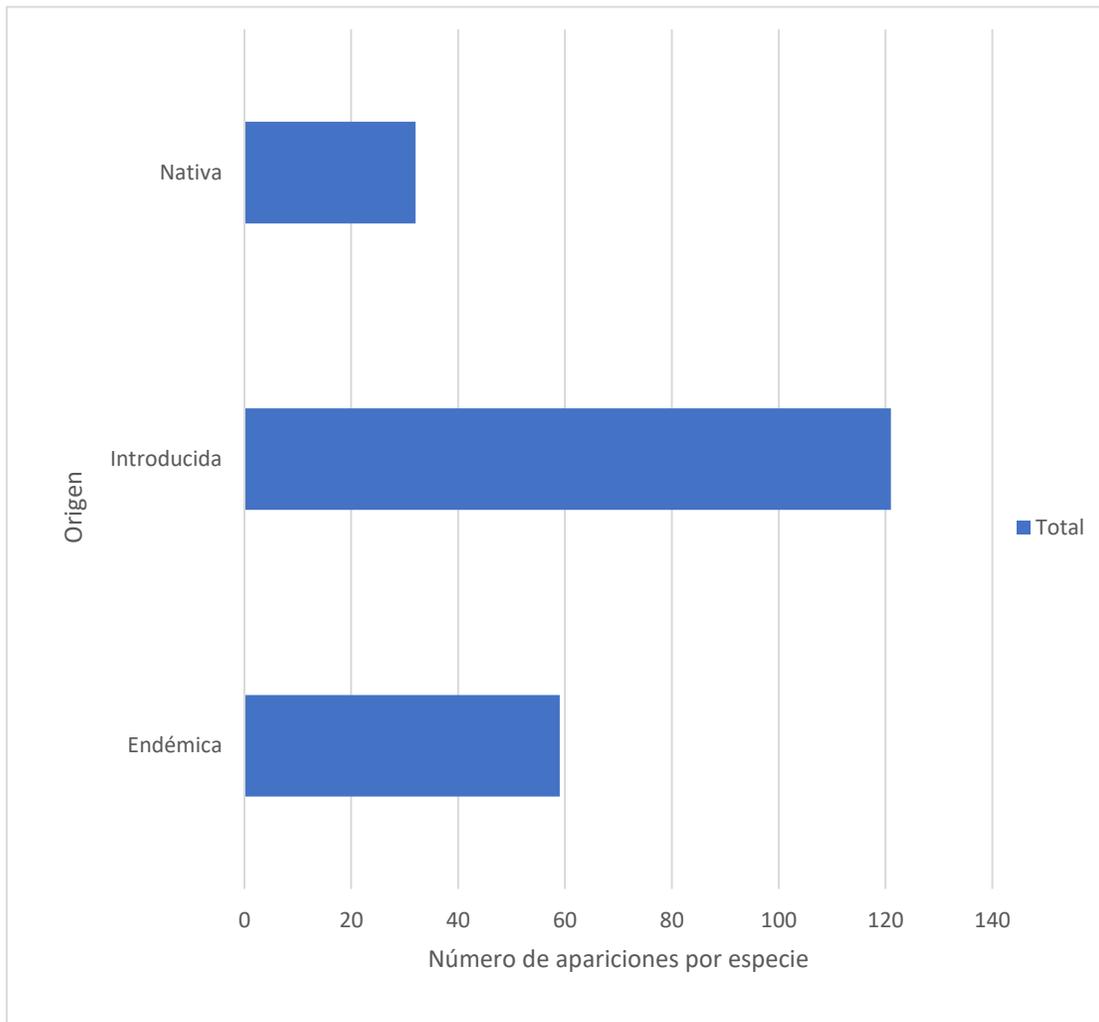


Fig. 28. Predominancia del origen de las especies herbáceas en quebradas de la Macrozona Sur

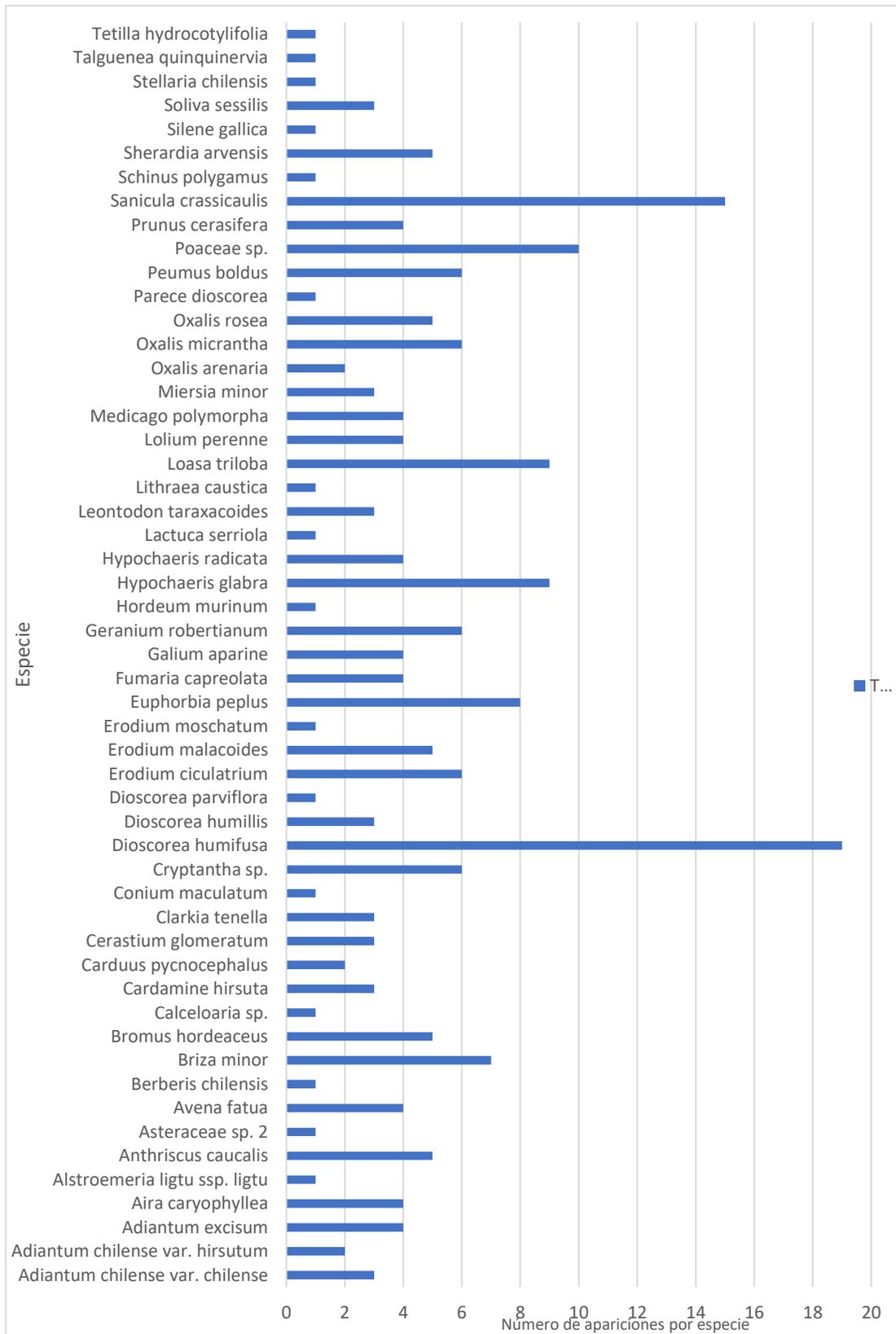


Fig. 29. Predominancia de las especies herbáceas en quebradas de la Macrozona Sur

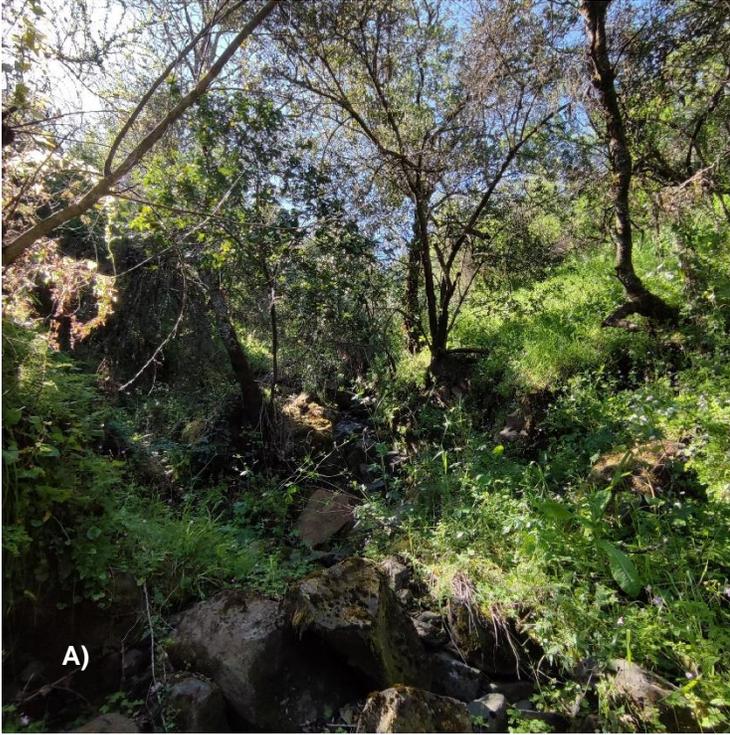


Fig. 30. Visualización de las quebradas de la Macrozona Sur. A) Quebrada con apertura del dosel con alta presencia de especies herbáceas. B) Ejemplo de ejemplar longevo de *Lithraea caustica*. C) Vista general de quebradas con predominancia de *Peumus boldus*.

Tabla 11. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en quebradas de la Macrozona Sur.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q08	<i>Cryptocarya alba</i>	1	0.04	0.06	70
Q08	<i>Escallonia pulverulenta</i>	1	0.04	0.06	30
Q08	<i>Lithraea caustica</i>	3	0.12	0.19	63
Q08	<i>Peumus boldus</i>	9	0.36	0.56	44
Q08	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.04	0.06	70
Q08	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.04	0.06	50
Q09	<i>Berberis chilensis</i>	1	0.04	0.04	10
Q09	<i>Cryptocarya alba</i>	7	0.28	0.27	17
Q09	<i>Lithraea caustica</i>	1	0.04	0.04	90
Q09	<i>Peumus boldus</i>	15	0.60	0.58	26
Q09	<i>Prunus cerasifera</i>	1	0.04	0.04	50
Q09	<i>Talguenea quinquinervia</i>	1	0.04	0.04	50
Q10	<i>Cryptocarya alba</i>	4	0.16	0.24	50
Q10	<i>Peumus boldus</i>	7	0.28	0.41	24
Q10	<i>Rosa rubiginosa</i>	1	0.04	0.06	20
Q10	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.04	0.06	30
Q10	<i>Schinus polygamus</i>	2	0.08	0.12	43
Q10	<i>Talguenea quinquinervia</i>	1	0.04	0.06	30
Q10	<i>Acacia caven</i>	1	0.04	0.06	30

Tabla 12. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en quebradas de la Macrozona Sur.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
Q08	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	2	0.140	0.063	15
Q08	<i>Berberis chilensis</i>	1	0.020	0.009	1
Q08	<i>Conium maculatum</i>	1	0.680	0.304	5
Q08	<i>Dioscorea humifusa</i>	6	0.020	0.009	27
Q08	<i>Erodium malacooides</i>	1	0.040	0.018	5
Q08	<i>Euphorbia peplus</i>	2	0.120	0.054	3
Q08	<i>Fumaria capreolata</i>	2	0.220	0.098	20
Q08	<i>Geranium robertianum</i>	2	0.100	0.045	8
Q08	<i>Loasa triloba</i>	2	0.080	0.036	8
Q08	<i>Sanicula crassicaulis</i>	5	0.040	0.018	30
Q08	<i>Sherardia arvensis</i>	1	0.060	0.002	5
Q09	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	1	3.180	0.096	20
Q09	<i>Aira caryophyllea</i>	4	0.020	0.001	18
Q09	Asteraceae 1	1	0.700	0.021	1
Q09	<i>Avena fatua</i>	4	5.700	0.173	14
Q09	<i>Briza minor</i>	7	8.180	0.248	22
Q09	<i>Bromus hordeaceus</i>	5	0.020	0.001	49
Q09	<i>Calceolaria</i> sp.	1	0.360	0.011	1
Q09	<i>Cerastium glomeratum</i>	3	0.380	0.012	3
Q09	<i>Clarkia tenella</i>	3	0.760	0.023	3
Q09	<i>Cryptantha</i> sp.	6	0.760	0.023	8
Q09	<i>Dioscorea humifusa</i>	6	0.500	0.015	20
Q09	<i>Erodium cicutarium</i>	6	0.480	0.015	4
Q09	<i>Erodium malacooides</i>	4	0.120	0.004	11
Q09	<i>Erodium moschatum</i>	1	0.240	0.007	15
Q09	<i>Euphorbia peplus</i>	4	0.040	0.001	2
Q09	<i>Geranium robertianum</i>	1	0.020	0.001	1
Q09	<i>Hordeum murinum</i>	1	2.860	0.087	1
Q09	<i>Hypochaeris glabra</i>	7	0.480	0.015	14
Q09	<i>Hypochaeris radicata</i>	4	0.180	0.005	8
Q09	<i>Leontodon taraxacoides</i>	3	0.040	0.001	4
Q09	<i>Loasa triloba</i>	2	0.720	0.022	3
Q09	<i>Lolium perenne</i>	4	0.360	0.011	6
Q09	<i>Medicago polymorpha</i>	4	0.840	0.025	5
Q09	<i>Oxalis micrantha</i>	6	1.120	0.034	4
Q09	Poaceae 1	3	0.240	0.007	23
Q09	<i>Sanicula crassicaulis</i>	3	0.540	0.016	25

Q09	<i>Sherardia arvensis</i>	4	0.020	0.001	8
Q09	<i>Silene gallica</i>	1	0.700	0.021	1
Q09	<i>Soliva sessilis</i>	3	0.420	0.013	3
Q09	<i>Stellaria chilensis</i>	1	0.120	0.010	50
Q10	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>hirsutum</i>	2	0.580	0.046	3
Q10	<i>Adiantum excisum</i>	4	0.500	0.040	18
Q10	<i>Alstroemeria ligtu</i> ssp. <i>ligtu</i>	1	0.840	0.067	70
Q10	<i>Anthriscus caucalis</i>	5	0.320	0.026	10
Q10	<i>Cardamine hirsuta</i>	3	0.040	0.003	2
Q10	<i>Carduus</i> <i>pycncephalus</i>	2	1.020	0.081	4
Q10	<i>Dioscorea humifusa</i>	7	0.120	0.010	16
Q10	<i>Dioscorea humillis</i>	3	0.040	0.003	4
Q10	<i>Dioscorea parviflora</i>	1	0.120	0.010	10
Q10	<i>Euphorbia peplus</i>	2	0.220	0.018	1
Q10	<i>Fumaria capreolata</i>	2	0.720	0.057	20
Q10	<i>Galium aparine</i>	4	0.160	0.013	17
Q10	<i>Geranium robertianum</i>	3	0.040	0.003	7
Q10	<i>Hypochaeris glabra</i>	2	0.020	0.002	1
Q10	<i>Lactuca serriola</i>	1	0.860	0.069	5
Q10	<i>Loasa triloba</i>	5	0.620	0.049	12
Q10	<i>Miersia minor</i>	3	0.040	0.003	24
Q10	<i>Oxalis arenaria</i>	2	0.440	0.035	1
Q10	<i>Oxalis rosea</i>	5	4.980	0.397	6
Q10	Poaceae 1	7	0.620	0.049	31
Q10	<i>Sanicula crassicaulis</i>	7	0.020	0.002	14
Q10	<i>Schinus polygamus</i>	1	0.020	0.002	1

4.5.2 Matorral Sector Sur

El tipo vegetacional matorral esclerófilo, similar a la Macrozona Norte, corresponde al tipo de mayor presencia en la Macrozona Sur, donde presenta un patrón vegetacional casi monotípico por el área norte dentro de las limitaciones de esta Macrozona, encontrándose un mayor grado de complejidad por la parte central y terminando con una mayor apertura lumínica por parte de una menor cobertura arbórea por la parte sur.

Si bien existen pequeñas zonas con presencia de *Pinus radiata* las cuales entrarían dentro del tipo vegetacional “Bosque intervenido”, éstas se encuentran bajo parcelas de categoría privada, por lo que quedan fuera del área de este estudio.

Dentro de las principales actividades, ya sean económicas o recreacionales, se encuentra la crianza de cabezas de cordero, los cuales han generado un daño considerable en la estrata herbácea, principalmente en la parte baja del faldón. Otra actividad, pero de muy baja recurrencia es la del ciclismo en rutas establecidas, que, si bien se aprecia una compactación, esta sólo se circunscribe a las rutas ya delimitadas. Finalmente, la actividad de mayor impacto en la zona sería la faena para la instalación de un sistema fotovoltaico en la parte alta del cerro, donde la presencia de torres de alta tensión y la obligatoriedad de la formación de corta fuegos en la parte baja, constituye un deterioro considerable de las formaciones vegetacionales anexas a ésta, esto por la eliminación de ejemplares adultos, creación de caminos, paso de maquinaria pesadas, entre otras.

Dentro de las especies leñosas, se observó una biodiversidad relativamente baja, donde se aprecia una alta presencia de la especie *Talguenea quinquinervia* con una predominancia general de un 64% (figura 31), formando aglomeraciones monotípicas en gran parte de esta Macrozona, principalmente en la zona con presencia de pendiente, donde en la parte baja se aprecian formaciones monotípicas de *Acacia caven*. Dentro de las formaciones de *Talguenea quinquinervia*, principalmente en las zonas de tipo roquerío, se observó la presencia de ejemplares adultos de *Echinopsis chiloensis*, con poca o nula presencia de ejemplares juveniles de la misma especie. En el sector extremo sur de esta Macrozona, se observó una alta predominancia de *Proustia cuneifolia* ssp. *cuneifolia*, pasando a ser la especie primaria en dicho sector.

Dentro de los transectos analizados, no se observó la presencia de especies de origen alóctono, pero como bien se dijo anteriormente, las zonas que si presentaban la presencia de *Pinus radiata* quedaron fuera del área de estudio. Sumado a lo anterior, se aprecia una predominancia de especies de origen endémico con un 72%.

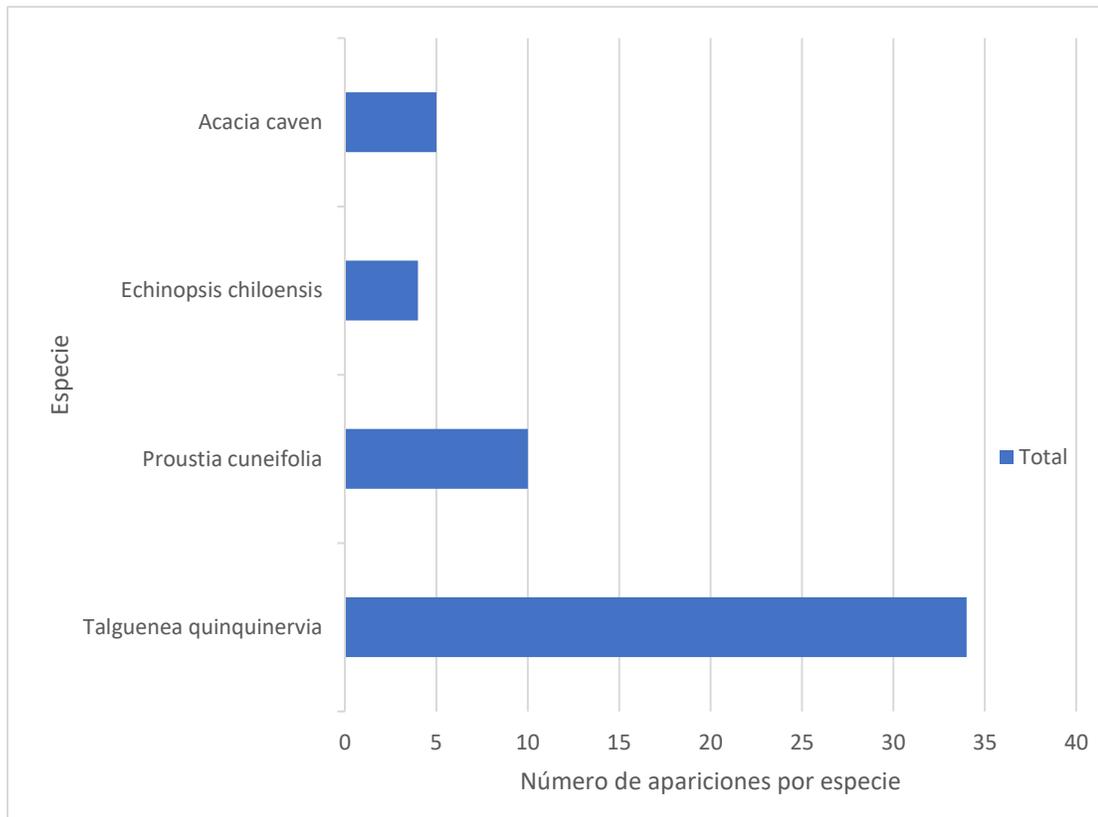


Fig. 31. Predominancia de las especies leñosas en matorral de la Macrozona Sur

Si bien en las especies leñosas se apreció una biodiversidad relativamente pobre, en relación con las especies herbáceas se observó una alta variedad en esta, donde dentro de dichas especies, se apreció una predominancia de las familias Poaceae con un 24%, seguido por la familia 14% y la familia Asteraceae con un 11%.

Dentro de las especies herbáceas predominantes se observó que la especie Poaceae (1) predomina con un 8%, seguido de *Cryptantha* sp. con un 7% y con un 6%, como se aprecia en la figura 32.

Con respecto al origen de las especies, similar al resto de las zonas estudiadas, en la estrata baja existe un predominio de las especies de origen alóctono, donde en esta área en particular se presentó un predominio de un 66% de dichas especies. Para las especies endémicas y nativas, se presentó una presencia de un 19% y 15% respectivamente.

Si bien, en relación con el hábito de crecimiento, existe una predominancia de las especies de fisiología anual (62% respectivamente), al igual que el resto de los sectores analizados, se

aprecia un número importante de especies de carácter geófito, siendo la presencia general de estas de un 17%, lo cual se presenta como la mayor presencialidad de este tipo de herbáceas en todo lo que comprende el Cerro La Virgen (figura 33).

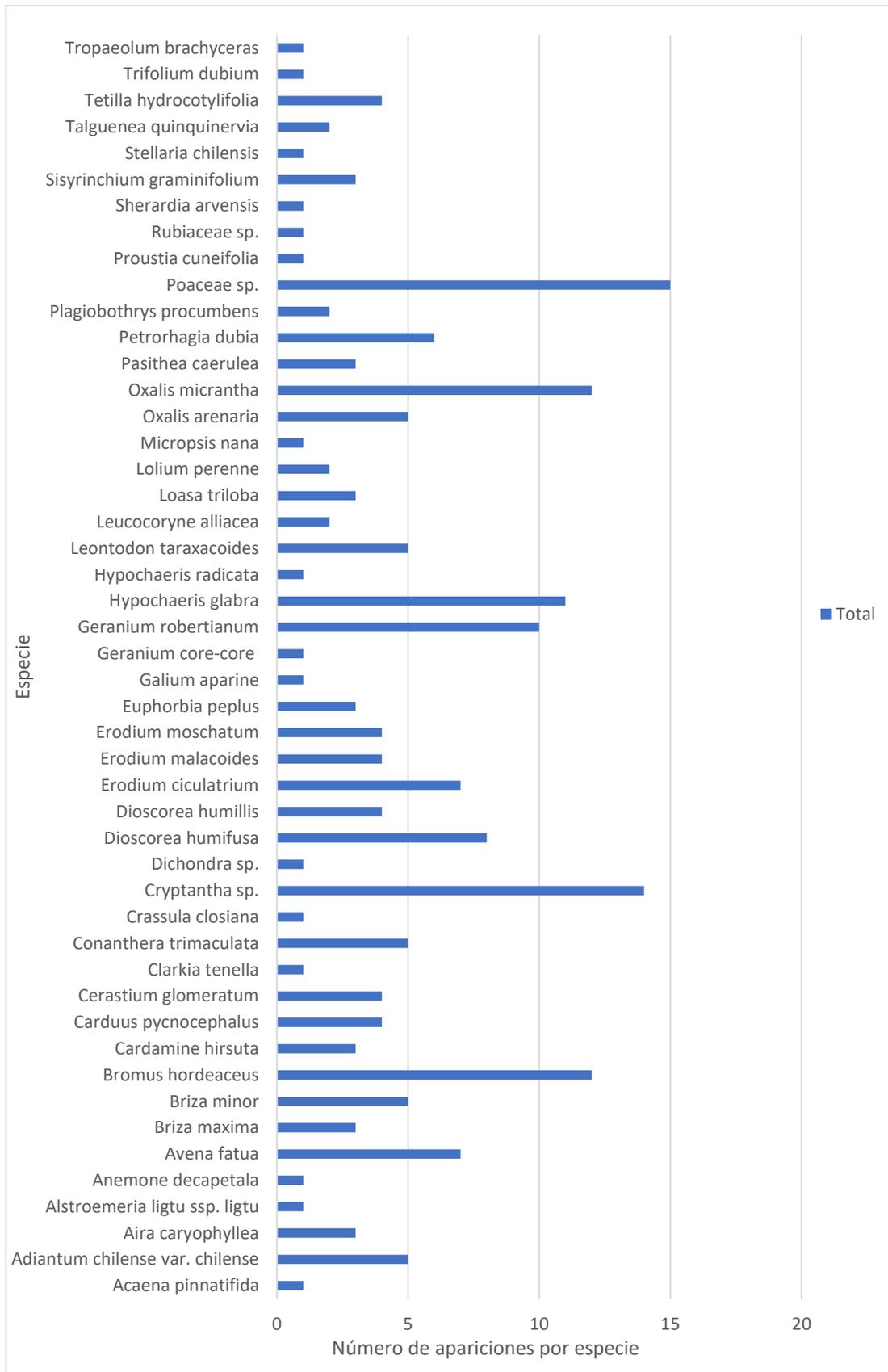


Fig. 32. Predominancia de las especies herbáceas en matorral de la Macrozona Sur

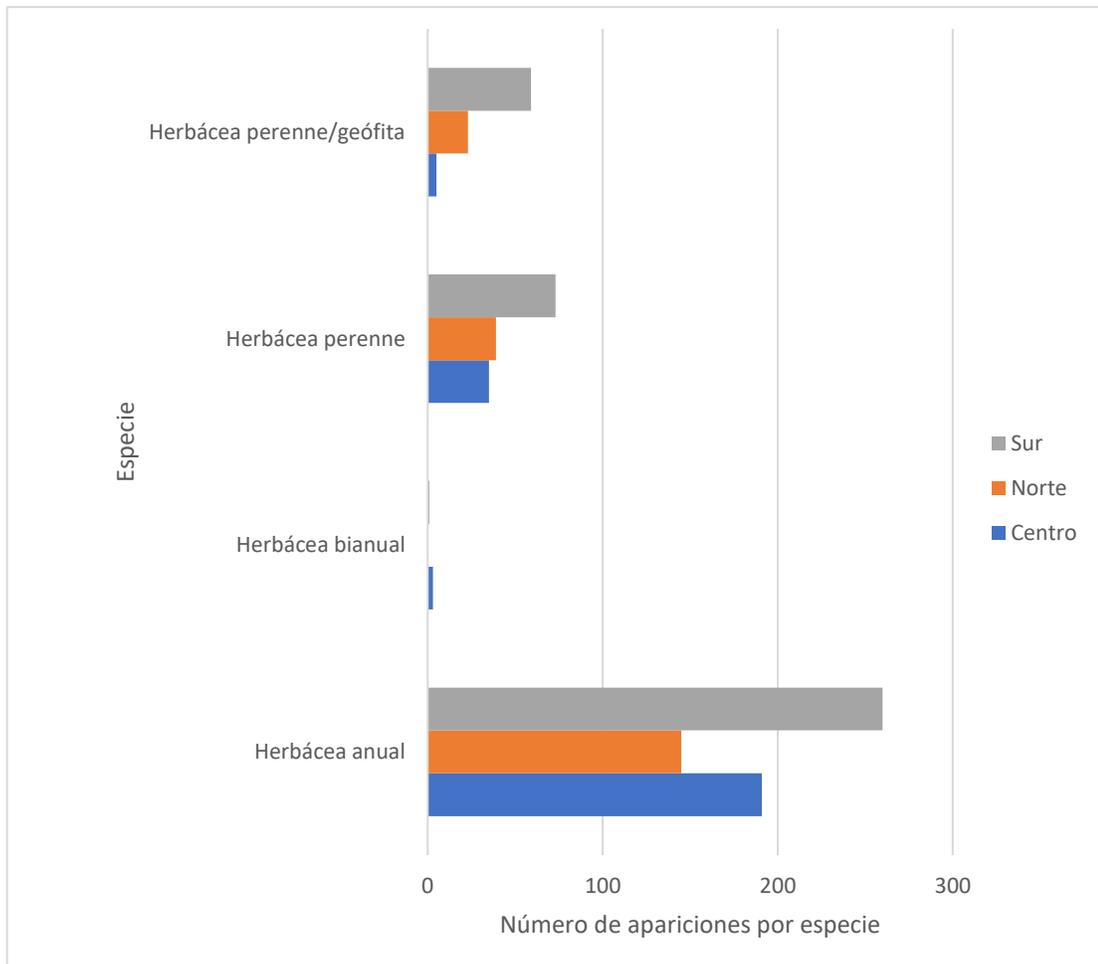


Fig. 33. Predominancia del hábito de crecimiento en totalidad del área en estudio en especies herbáceas

Un detalle para destacar, en relación con las especies de origen endémico y/o nativo, en especial aquellas especies de hábito tipo geófito, es que éstas se encontraban delimitadas a espacios de roquerío sobresalientes con pendientes bruscas, donde su concentración presentaba una disminución a medida que se abría a una estrata de carácter más abierto.

Dentro de la regeneración de especies leñosas, se observó la presencia de plántulas de las especies *Proustia cuneifolia* y *Talguenea quinquinervia*

Dentro de las especies fuera de rango de los cuadrantes observados en lugares particulares, se observó la presencia de *Tropaeolum leptophyllum*.



Fig. 34. Visualización del tipo vegetacional Matorral en la Macrozona Sur. A) Vista de aperturas en suelos con alta presencia de rocas visibles. B) Visualización general de especies leñosas. C) Vista general desde el extremo sur del Cerro La Virgen.

Tabla 13. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies leñosas en matorral de la Macrozona Sur.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M09	<i>Talguenea quinquinervia</i>	3	0.12	0.14	27
M09	<i>Acacia caven</i>	18	0.72	0.86	9
M10	<i>Echinopsis chiloensis</i>	2	0.08	0.06	13
M10	<i>Proustia cuneifolia</i>	5	0.20	0.14	15
M10	<i>Talguenea quinquinervia</i>	29	1.16	0.81	42
M11	<i>Echinopsis chiloensis</i>	1	0.04	0.05	20
M11	<i>Proustia cuneifolia</i>	1	0.04	0.05	15
M11	<i>Talguenea quinquinervia</i>	14	0.56	0.70	16
M11	<i>Acacia caven</i>	4	0.16	0.20	13
M12	<i>Talguenea quinquinervia</i>	10	0.40	0.91	45
M12	<i>Acacia caven</i>	1	0.04	0.09	5
M13	<i>Echinopsis chiloensis</i>	1	0.04	0.02	30
M13	<i>Proustia cuneifolia</i>	48	1.92	0.96	22
M13	<i>Acacia caven</i>	1	0.04	0.02	45

Tabla 14. Número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%) para especies herbáceas en matorral de la Macrozona Sur.

Código nombre	Especie	Individuos (N°)	Densidad (m ²)	Frecuencia relativa (%)	Cobertura (%)
M10	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	4	0.1	0.003	5
M10	<i>Alstroemeria ligtu</i> ssp. <i>ligtu</i>	27	0.5	0.023	40
M10	<i>Anemone decapetala</i>	2	0.0	0.002	5
M10	<i>Briza minor</i>	7	0.1	0.006	5
M10	<i>Bromus hordeaceus</i>	6	0.1	0.005	10
M10	<i>Cardamine hirsuta</i>	6	0.1	0.005	1
M10	<i>Carduus pycnocephalus</i>	9	0.2	0.008	3
M10	<i>Cerastium glomeratum</i>	1	0.0	0.001	1
M10	<i>Conanthera trimaculata</i>	2	0.0	0.002	5
M10	<i>Crassula closiana</i>	1	0.0	0.001	1
M10	<i>Cryptantha</i> sp.	52	1.0	0.044	6
M10	<i>Dioscorea humifusa</i>	5	0.1	0.004	5
M10	<i>Dioscorea humillis</i>	2	0.0	0.002	1
M10	<i>Erodium moschatum</i>	10	0.2	0.008	10
M10	<i>Euphorbia peplus</i>	3	0.1	0.003	1
M10	<i>Geranium robertianum</i>	82	1.6	0.069	10
M10	<i>Hypochaeris glabra</i>	31	0.6	0.026	12
M10	<i>Leontodon taraxacoides</i>	11	0.2	0.009	20
M10	<i>Leucocoryne alliacea</i>	17	0.3	0.014	40
M10	<i>Micropis nana</i>	38	0.8	0.032	3
M10	<i>Oxalis arenaria</i>	16	0.3	0.013	30
M10	<i>Oxalis micrantha</i>	32	0.6	0.027	5
M10	<i>Pasithea caerulea</i>	3	0.1	0.003	20
M10	Poaceae 1	786	15.7	0.658	73
M10	<i>Sisyrinchium graminifolium</i>	9	0.2	0.008	5
M10	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	30	0.6	0.025	10
M11	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	17	0.3	0.015	4
M11	<i>Avena fatua</i>	10	0.2	0.009	25
M11	<i>Briza maxima</i>	67	1.3	0.058	23
M11	<i>Bromus hordeaceus</i>	59	1.2	0.051	10
M11	<i>Cardamine hirsuta</i>	16	0.3	0.014	1
M11	<i>Carduus pycnocephalus</i>	4	0.1	0.003	6
M11	<i>Clarkia tenella</i>	41	0.8	0.035	15
M11	<i>Cryptantha</i> sp.	68	1.4	0.058	33
M11	<i>Dioscorea humifusa</i>	31	0.6	0.027	9
M11	<i>Dioscorea humillis</i>	10	0.2	0.009	5

M11	<i>Erodium moschatum</i>	3	0.1	0.003	3
M11	<i>Geranium core-core</i>	5	0.1	0.004	30
M11	<i>Geranium robertianum</i>	116	2.3	0.100	18
M11	<i>Hypochaeris glabra</i>	100	2.0	0.086	22
M11	<i>Leucocoryne alliacea</i>	3	0.1	0.003	5
M11	<i>Loasa triloba</i>	26	0.5	0.022	32
M11	<i>Oxalis arenaria</i>	20	0.4	0.017	3
M11	<i>Oxalis micrantha</i>	58	1.2	0.050	9
M11	<i>Pasithea caerulea</i>	7	0.1	0.006	18
M11	Poaceae 1	462	9.2	0.397	50
M11	Rubiaceae sp.	3	0.1	0.003	1
M11	<i>Sisyrinchium graminifolium</i>	2	0.0	0.002	10
M11	<i>Stellaria chilensis</i>	2	0.0	0.002	1
M11	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	27	0.5	0.023	1
M11	<i>Tropaeolum brachyceras</i>	5	0.1	0.004	5
M12	<i>Avena fatua</i>	22	0.4	0.024	4
M12	<i>Briza minor</i>	38	0.8	0.041	3
M12	<i>Bromus hordeaceus</i>	393	7.9	0.425	68
M12	<i>Conanthera trimaculata</i>	23	0.5	0.025	12
M12	<i>Cryptantha</i> sp.	54	1.1	0.058	14
M12	<i>Erodium malacoides</i>	51	1.0	0.055	13
M12	<i>Galium aparine</i>	2	0.0	0.002	1
M12	<i>Lolium perenne</i>	6	0.1	0.006	5
M12	<i>Oxalis micrantha</i>	6	0.1	0.006	3
M12	<i>Plagiobothrys procumbens</i>	31	0.6	0.034	6
M12	Poaceae 1	293	5.9	0.317	75
M12	<i>Sherardia arvensis</i>	6	0.1	0.006	5
M13	<i>Acaena pinnatifida</i>	29	0.6	0.017	5
M13	<i>Aira caryophylla</i>	85	1.7	0.050	13
M13	<i>Avena fatua</i>	41	0.8	0.024	14
M13	<i>Briza maxima</i>	2	0.0	0.001	10
M13	<i>Bromus hordeaceus</i>	404	8.1	0.237	28
M13	<i>Cerastium glomeratum</i>	578	11.6	0.339	26
M13	<i>Conanthera trimaculata</i>	9	0.2	0.005	4
M13	<i>Cryptantha</i> sp.	4	0.1	0.002	15
M13	<i>Dichondra</i> sp.	10	0.2	0.006	30
M13	<i>Erodium cicutarium</i>	29	0.6	0.017	5
M13	<i>Euphorbia peplus</i>	11	0.2	0.006	3
M13	<i>Hypochaeris glabra</i>	327	6.5	0.192	27
M13	<i>Hypochaeris radicata</i>	9	0.2	0.005	5
M13	<i>Leontodon taraxacoides</i>	6	0.1	0.004	5

M13	<i>Lolium perenne</i>	4	0.1	0.002	5
M13	<i>Oxalis micrantha</i>	7	0.1	0.004	4
M13	<i>Petrorhagia dubia</i>	143	2.9	0.084	11
M13	<i>Trifolium dubium</i>	2	0.0	0.001	3

Una población de *Moscharia pinnatifida* Ruiz & Pav. se observó de forma muy acotada en una caída de agua a orillas de camino, no encontrándose más individuos fuera de esta área en específico. Caso similar se apreció con la especie *Olsynium junceum* (E. Mey. ex C. Presl), donde un grupo acotado de ejemplares se observó en las fardas de un conjunto rocoso expuesto con pendiente aguda. *Melica violácea* Cav. también se observó en casos aislados en rocas de tamaño mediano. *Loasa placei* generaba agrupaciones dominantes en zonas no perturbadas, por lo general en sectores con presencia de acumulación de ramas o en cercanías a especies arbustivas.

4.5.3 Esfuerzo de muestreo

En relación con el Esfuerzo de muestreo, a continuación, se presentan los gráficos de acumulación de especies tanto para las especies leñosas así como para las especies herbáceas, segmentadas en el tipo vegetacional en las que se realizaron tanto los transectos como cuadrantes, observándose un alcance del resultado esperado, esto debido a que se aprecia la formación de una pendiente asíntota lograda para todos los casos, de mayor pronunciación para el caso de las especies herbáceas pero, con excepción para los transectos y cuadrantes del tipo vegetacional Bosque intervenido (figura 37), por lo que los resultados podrían requerir de un mayor esfuerzo de muestreo para futuros análisis, pero que en general puede decirse que fue suficiente para todos los tipos vegetacionales definidos en el estudio, sumado a que se obtuvo un R^2 cercano a 1, que era lo que se esperaba (figuras 35,36 y 37)

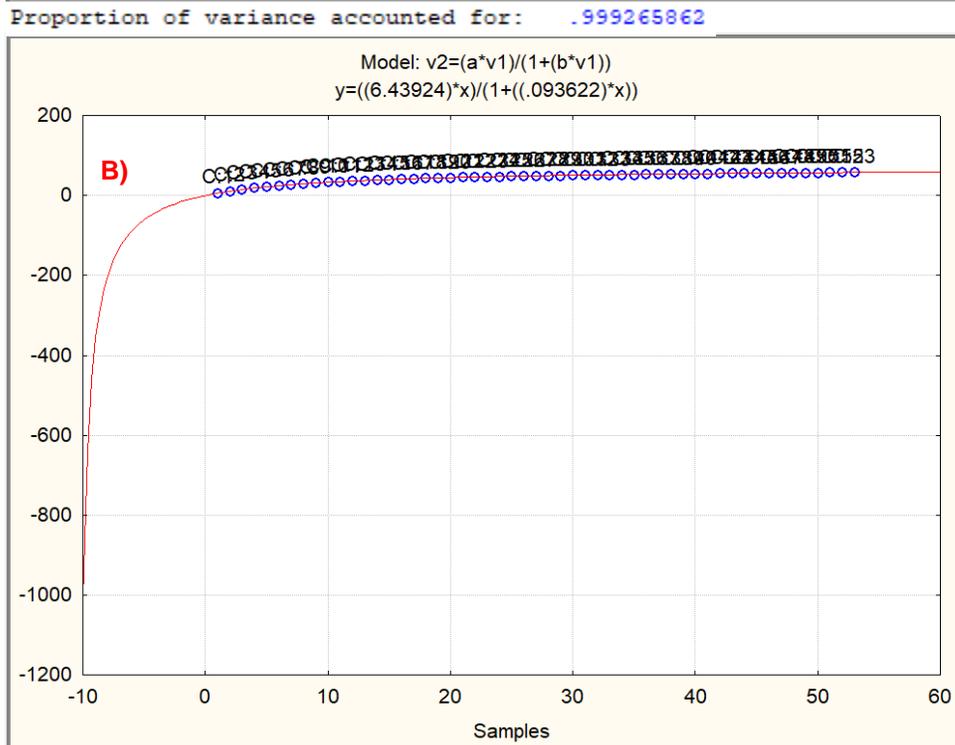
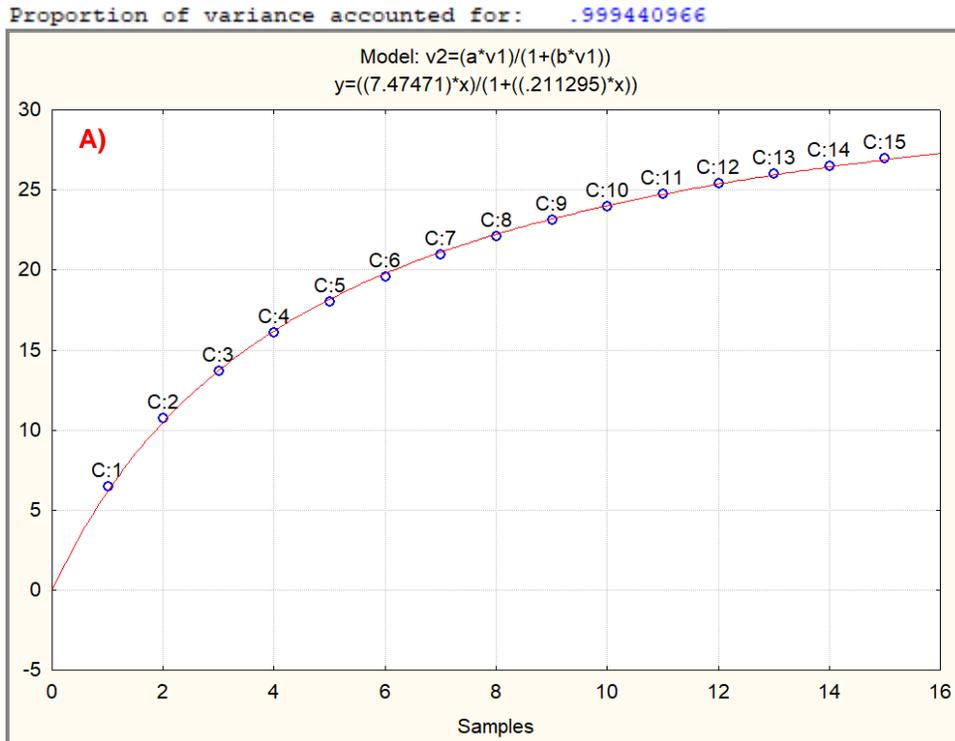
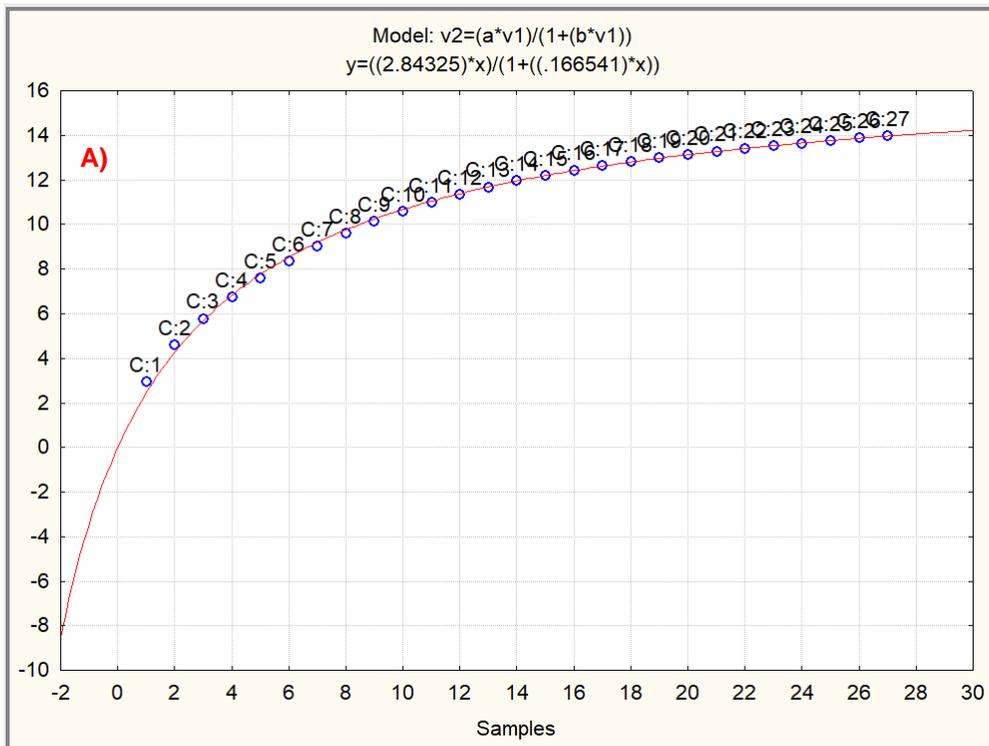


Fig. 35. Curva de acumulación de especies totalidad de Quebradas. A) Especies leñosas. B) Especies herbáceas.

Proportion of variance accounted for: .997872677



Proportion of variance accounted for: .996865514

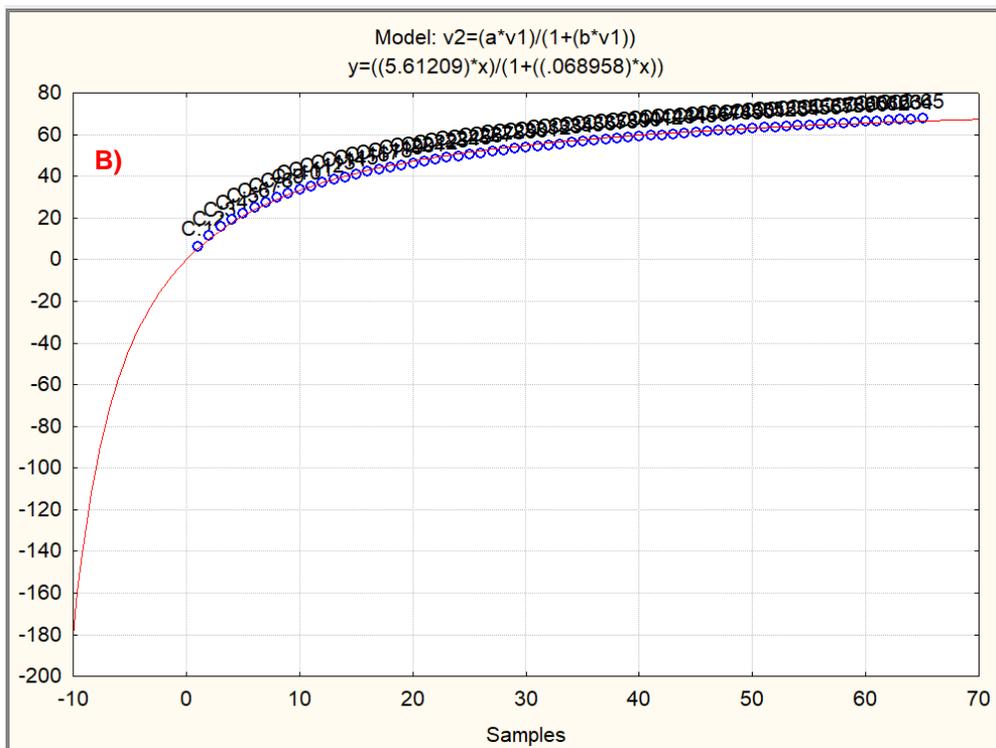


Fig. 36. Curva de acumulación de especies totalidad de Matorral. A) Especies leñosas. B) Especies herbáceas.

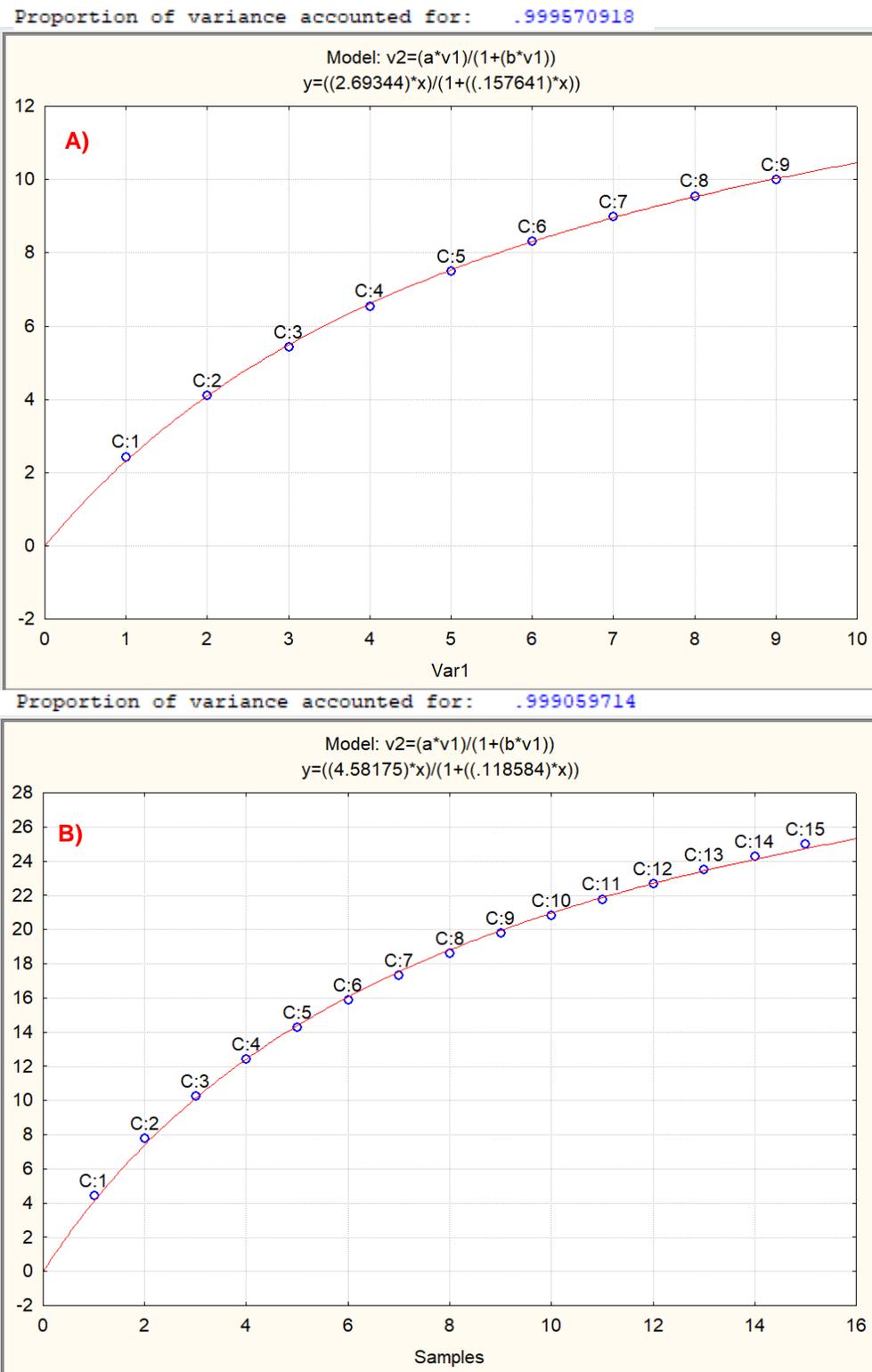


Fig. 37. Curva de acumulación de especies totalidad de Bosque intervenido. A) Especies leñosas. B) Especies herbáceas.

1.1 Resultados generales

En las tres macrozonas descritas, se analizó un total de 51 transectos y 147 cuadrantes, a lo largo del cordón del cerro La Virgen para las tres Macrozonas definidas para este estudio (Tabla 15).

Tabla 15. Número total de especies por tipo vegetacional y Macrozona correspondiente.

Tipo vegetacional/Macrozona	N° de especies totales
Quebradas Norte	43
Quebradas Centro	32
Quebradas Sur	56
Matorral Norte	52
Matorral Centro	28
Matorral Sur	59
Bosque Intervenido Centro	38

Cómo se aprecia en la tabla 15, de un total de 126 especies, las Quebradas y Matorral de la Macrozona Sur son las que acumularon el mayor número de especies dentro del Cerro La Virgen, siendo el Matorral de la Macrozona Centro el sector con menor número de especies.

Tabla 16. Índices de similitud entre muestras de Sørensen (S)

Muestras comparativas	N° de especies comunes	Índice de similitud (S)
Quebradas Norte/Quebradas Centro	29	0.77
Quebradas Norte/Quebradas Sur	29	0.59
Quebradas Centro/Quebradas Sur	23	0.52
Matorral Norte/Matorral Centro	16	0.41
Matorral Norte/Matorral Sur	30	0.58
Matorral Centro/Matorral Sur	16	0.39

Cómo se aprecia en la tabla 16, según el índice de similitud de muestras de Sørensen (S), para el caso de las quebradas, aquellas de la Macrozona Norte y Centro presentan la mayor similitud entre sí, mientras que las quebradas de la Macrozona Centro y Sur presentan la mayor disyunción. En el caso del matorral, aquellos de la Macrozona Norte y Sur presentan la mayor similitud mientras que aquellos de la Macrozona Centro y Sur presentan la mayor

disyunción. Cabe mencionar que las especies utilizadas en este índice corresponden a aquellas que aparecían dentro de los transectos y cuadrantes, no contando a aquellas observadas en ejemplares o poblaciones aislados.

Cómo se aprecia en la tabla 17, los índices de diversidad α , Shannon y Simpson invertido, se agruparon de forma inicial para los tres tipos vegetacionales tomando en cuenta los datos obtenidos a lo largo de las tres macrozonas analizadas, tanto para las especies leñosas como herbáceas, por lo que, a partir de dichos valores, se logra un máximo del rango de los valores esperados para los sectores individuales agrupados en la tabla 17.1.

Tabla 17. Índices de diversidad totalidad del Cerro La Virgen.

Clasificación vegetal	Sector	Diversidad α	Media índice de Shannon	Media Índice de Simpson invertida
Leñosas	Quebradas	12,4	3,02	16,59
Leñosas	Matorral	4,91	2,18	6,34
Leñosas	Bosque intervenido	6,97	2,2	7,01
Herbáceas	Quebradas	20,19	3,69	30,46
Herbáceas	Matorral	22,68	3,7	27,81
Herbáceas	Bosque intervenido	14,66	2,93	14,62

Para el caso de las especies leñosas, se obtiene el mayor valor para los tres índices de diversidad en las Quebradas, lo que indicaría una mayor diversidad relativa para dichos sectores, mientras que en el caso de las especies herbáceas tanto diversidad α como el índice de Shannon, demuestran un mayor valor en el caso de las zonas de Matorral, mientras que el mayor valor para el índice de Simpson invertida se aprecia para los sectores de Quebrada. El tipo vegetacional Bosque intervenido sólo se clasificó para la Macrozona centro y en comparativa, se encuentra en una zona de valores intermedios para los tres índices indicados.

Tabla 17.1. Índices de diversidad sectorizado por Macrozona y sector.

Tipo vegetacional	Sector	Diversidad α	Media índice de Shannon	Media Índice de Simpson invertida
Leñosas	Quebradas Norte	12,35	2,91	15,83
Leñosas	Quebradas Centro	7,75	2,09	7,41
Leñosas	Quebradas Sur	10,9	2,31	9,26
Leñosas	Matorral Norte	4,16	1,93	5,89
Leñosas	Matorral Centro	4,08	1,88	5,31
Leñosas	Matorral Sur	1,78	1,36	3,81
Leñosas	Bosque Intervenido	6,97	2,2	7,01
Herbáceas	Quebradas Norte	9,78	2,74	12,45
Herbáceas	Quebradas Centro	15,34	2,89	14,13
Herbáceas	Quebradas Sur	21,33	3,61	28,47
Herbáceas	Matorral Norte	23,7	3,49	32,88
Herbáceas	Matorral Centro	7.78	2.63	10.8
Herbáceas	Matorral Sur	19.85	3.51	26.22
Herbáceas	Bosque Intervenido	14.66	2.93	14.62

Según los datos reflejados en la tabla 17.1, dentro de las quebradas, los máximos valores de los índices de diversidad alcanzados, para las especies leñosas, tomando de referencia a los máximos posibles observados en la tabla 17, pertenecen a las quebradas de la Macrozona Norte, siendo los valores más bajos correspondientes a las quebradas de la Macrozona Centro y para las especies herbáceas, se aprecia un fenómeno inverso, siendo los valores más bajos para los tres índices en las quebradas de la Macrozona Norte pero, los valores mayores alcanzados corresponden a las quebradas de la Macrozona Sur. Para el caso de los tipos vegetacionales de Matorral, en el caso de las especies leñosas, los mayores valores se alcanzaron en la Macrozona Norte, mientras que los menores valores se aprecian para el caso de la Macrozona Sur y en las especies herbáceas, tanto diversidad α cómo índice de Simpson son mayores para los matorrales de la Macrozona Norte, mientras que el índice de Shannon lo es para la Macrozona sur pero, para todos los índices, los menores valores se observaron para el caso de los matorrales de la Macrozona centro.

II. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

2.1 DISCUSIÓN

El Cerro La Virgen puede servir de flujo genético inclusive en aquellos sectores donde se apreciaron árboles aislados (Lander *et al.*, 2009), esto debido a que la vegetación se fragmentó y aisló por la condición de expansión urbanística, a su vez la deforestación y cambio de uso de suelo por actividades agrícolas y forestales históricamente en el Cerro, ha generado que la vegetación de mayor complejidad remanente se limite a los sectores Norte y Sur, como a su vez, en pendientes suaves a pronunciadas (para el caso de quebradas), que si bien su uso es variado a lo largo del cordón del Cerro, no presenta un uso urbanístico de vivienda muy predominante en el área, con excepciones recientes de construcciones individuales no interconectadas que se ven manifestadas principalmente en el sector céntrico del cerro.

Siguiendo con el tema presentado de forma general, se postula la idea de la existencia de diferentes amenazas que se presentan tanto de forma permanente como de forma temporal o aleatoria en el tiempo que podrían generar una disminución tanto en la biodiversidad como en la estructura del paisaje del cordón Cerro La Virgen.

A continuación, se procederá a discutir por temática las principales amenazas tanto presentes como posibles dentro del área de estudio, ya sean de carácter u origen externo como interno.

2.1.1 Especies invasoras

Dentro de las amenazas presentes a lo largo de las tres Macrozonas, la más recurrente o presente es la presencia de especies de origen alóctono de naturaleza invasora dentro de un medio natural (PNUD, 2017), donde como se aprecia en los resultados, la presencia de éstos se hizo ver en las tres Macrozonas.

Dentro de las especies leñosas que se reconocen bajo estas características (figura 38), se encontraron a su vez especies que cumplían de forma parcial esta condición debido a la existencia de ejemplares adultos como juveniles y plántulas de regeneración en sectores aislados o sin intervención humana (Ej: quebradas), como es el caso del *Prunus cerasifera*. A continuación, se presenta una visualización de la predominancia dentro de las especies de origen alóctono que se encontraron a lo largo del cordón Cerro la Virgen.

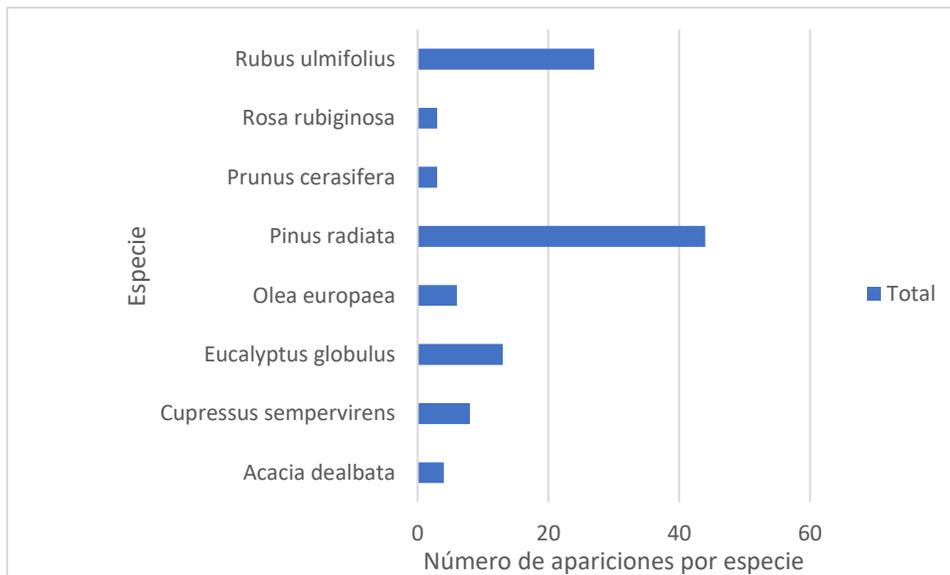


Fig. 38. Predominancia de especies leñosas alóctonas en totalidad del área.

La cara más visible sin duda de esta amenaza se hace ver en la Macrozona centro, específicamente el sector que comprende la zona municipal o fiscal se encuentra en una situación de cambio de uso de suelo donde el bosque nativo fue remplazado por plantaciones en su mayoría de la especie *Pinus radiata*, donde la presencia observada de individuos adultos, tanto en la Macrozona Centro como Sur, pueden servir como fuente de semillas y por ende, de su propagación (Gómez *et al.*, 2011) con sectores a su vez de *Eucalyptus globulus*. Si bien ambas especies son de carácter forestal, ambas presentan características tipo invasoras, donde pasaron a ser las especies dominantes, tanto en número como en

espacio físico aéreo ocupado, en las zonas en las que se encuentran. Dicho sector sufrió un incendio el año 2019, donde gran parte de la zona fiscal se vio afectada, incluyendo gran parte de los ejemplares adultos, en su mayoría de las dos especies alóctonas mencionadas, que, si bien existen ejemplares adultos resilientes, no se aprecia una regeneración considerable de éstas en la parte baja, pero que para el caso de las especies herbáceas presentes en la parte baja de ambas especies, el suceso incendiario pudo haber generado un enriquecimiento de las especies alóctonas en los sectores afectados por este, suceso apreciable en el estudio de González *et al.*, (2010), lo que se aprecia con la diferencia de riqueza en los sectores con ejemplares adultos de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, donde inclusive existieron parches en donde no se apreció la presencia de alguna especie herbácea. Dentro de la misma Macrozona Centro, existe una gran extensión colindante con ambas vías vehiculares que fluyen en paralelo al Cerro la Virgen que se encuentran a simple vista compuestas en su mayoría por especies alóctonas, donde dichos sectores quedaron fuera del área de estudio. Las razones que gran parte se encontraba en condición de pendiente extrema, lo que dificultó o impidió su análisis o que se encontraba dentro de predios privados.

Dichas especies de carácter invasor podrían presentar una mayor ventaja competitiva por sobre las especies nativas y generar una mayor abundancia por diferentes razones, ya sea quedando libre de patógenos o enemigos naturales que las mantienen en equilibrio (Callaway, 2000; Callaway, 2008), ventaja de integración de poblaciones clonales, para el caso de *Olea europea* (Wang *et al.*, 2017), una mejor adaptación al medio perturbado que las acompañantes nativas (Hierro *et al.*, 2006), capacidades competitivas que les permitan sobresalir ante un ataque similar de herbivoría que sus acompañantes nativos (Schultheis y MacGuigan, 2018), entre otras.

Cómo se relata en el trabajo de Bustamante y Simonetti, 2005, la especie *Pinus radiata*, dentro de su naturaleza invasora, se ha reportado que el área de invasión de esta especie se concentra en los sectores de orilla de bosque, lo cual se condice con lo observado en la Macrozona Centro, donde no se reportó presencia de ejemplares juveniles dentro de las formaciones monotípicas de *Talguenea quinquinervia*.

Para el caso de *Eucalyptus globulus*, las poblaciones presentes en su mayoría en la zona fiscal, se concentran en sectores de quebrada, que si bien la especie no presenta una invasión muy agresiva en cuanto al aumento poblacional de esta misma, si se ha observado en diferentes estudios cómo ésta especie, ya sea por medio de la liberación de componentes bioquímicos o adaptaciones competitivas, si generan una considerable reducción en la biodiversidad presente en el sotobosque, principalmente en la población herbácea, por medio de la reducción del crecimiento radicular (Becerra *et al.*, 2017) generando directamente o

indirectamente una predominancia de especies herbáceas, en su mayoría euroasiáticas, por sobre las especies nativas.

Para las especies herbáceas alóctonas de carácter invasor, se observó una predominancia de éstas por sobre las especies nativas en todos los tipos vegetacionales analizados. Como se menciona en el estudio de Funk *et al.* (2016), gran parte de estas especies invasoras son de un hábito de crecimiento anual para todo el cordón del Cerro La Virgen (figura 39), lo que se asimila a lo observado en diferentes regiones influenciadas por el clima mediterráneo analizadas en el estudio mencionado.

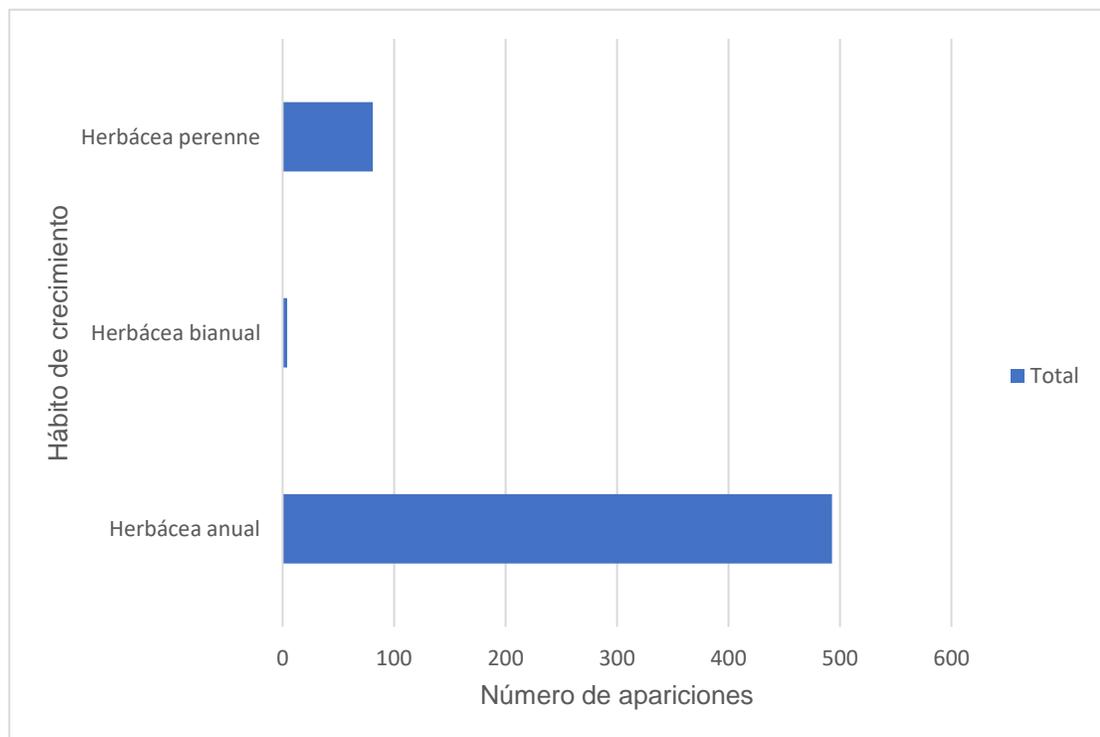


Fig. 39. Predominancia de hábito del crecimiento de las especies alóctonas herbáceas.

La presencia de algunas especies invasoras, con morfologías foliares de mayor tamaño o de una biomasa total mayor, pueden ser incidentes o aumentar las posibilidades del inicio o facilitador de expansión de incendios (Murray *et al.*, 2013).

La presencia de *Acacia dealbata* en el área representa un peligro de colonización agresiva y establecimiento de poblaciones en sectores de degradación (Langdon, 2019), que si se trata de una especie altamente establecida y en constante expansión a lo largo de centro-sur de Chile, en el área que comprende el Cerro La Virgen, las poblaciones analizadas se limitan a

los costados de los caminos recientemente establecidos para el paso de maquinaria o individuos aislados bajo las formaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, la posibilidad de establecimiento de una población mayoritariamente compuesta por *Acacia dealbata* podría significar un riesgo en la colonización por parte de especies nativas o la pérdida de bosquetes nativos (Fuentes-Ramírez *et al.*, 2011).

La presencia de especies como *Olea europea* y *Prunus cerasifera* en el marco de especies con aptitudes invasoras, donde ambas especies poseen un origen de tipo alimenticio, podría explayarse al uso del suelo en el ámbito de vivienda, lo que permitió el establecimiento de ejemplares cultivados que permitió la dispersión por medio de especies dispersoras, cómo es el caso de aves frugívoras, que permiten una mayor extensión de estas especies, caso similar a *Rubus ulmifolius* y *Rosa rubiginosa* donde ambas especies presentaron poblaciones densas, en especial *Rubus ulmifolius*, donde se apreció el sobre sombreado en sectores principalmente de quebrada. Junto a lo anterior, se reportó una indirecta relación entre *Tarasa umbellata* y *Rubus ulmifolius*, donde los individuos con menor depredación se apreciaron en sectores donde *Rubus ulmifolius* presentaba una jerarquía poblacional en la parte baja, donde posiblemente generó un beneficio en evitar la depredación por parte de herbívoros sobre *Tarasa umbellata* (figura 42).

2.1.2 Cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo es uno de los agentes que genera más impacto a nivel mundial en relación al deterioro del medio ambiente anexado a su vez al cambio climático, donde alteraciones sobre éste genera pérdidas significativas en los reservorios de carbono, materia orgánica y estabilidad nutricional, lo que a su vez se traduce en un deterioro en la fertilidad, composición y complejidad estructural biofísica de éstos (Prasad y Pietrzykowski, 2020), donde para el caso del Cerro La Virgen, es apreciable el cambio de uso de suelo en múltiples sectores a lo largo del cordón.

El principal cambio de suelo apreciable es el ya mencionado en el denominado sector fiscal que se encuentra en la Macrozona centro, donde lo que alguna vez fue bosque nativo fue reemplazado casi en su totalidad por plantaciones de las especies forestales *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, lo que conlleva a las problemáticas ya mencionadas, donde se les suman la problemática de ser un sector muy recurrentemente visitado con fines recreacionales, principalmente en el área de deportes con uso de vehículos motorizados,

generando la aparición de rutas no establecidas con presencia visible de una fuerte compactación, erosión y ausencia de vegetación por dichos lugares.

Tanto en la Macrozona Norte como Sur, se aprecian la presencia de sectores habilitados para el pastoreo, en la crianza de cabezas de vacuno para la Macrozona Norte y de corderos para la Macrozona Sur, donde las diferencias en las coberturas, principalmente en aquellas zonas intermedias a las zonas de quebradas, presentaron una baja cobertura relativa, principalmente aquellas compuestas por *Acacia caven*, lo que podría indicar una apertura intencional del dosel superior en las partes de planicies bajas donde se presenta en su mayoría la especie *Acacia caven*. Si bien *Talguenea quinquinervia* es el mayor representante del tipo vegetacional Matorral, zonas en donde como se mencionó, se aprecia la crianza de dichas especies ganaderas, éste no presenta una baja cobertura general en las formaciones vegetales que forma, poseyendo en general una cobertura superior al 50% en gran parte de su distribución (figura 41). La presencia de formaciones monotípicas de ambas especies representa en sí una sucesión del antiguo bosque (Armesto y Pickett, 1985), que si bien dicha sucesión pudo haber sido por causas ajenas a la actualmente discutida, se observó una baja biodiversidad en cuanto a las especies arbustivas junto a una baja regeneración de otras especies nativas esclerófilas fuera de la protección de dichas especies arbustivas, en conjunto a una visible erosión y compactación del suelo y a una fuerte disminución de la biomasa aérea de especies principalmente herbáceas, predominantemente en las zonas con presencia de crianza de cordero.



Fig. 40. Visualización de cabezas de ganado. A) Agrupación de corderos en la Macrozona Sur. B) Ejemplares de vacuno en la Macrozona Norte.

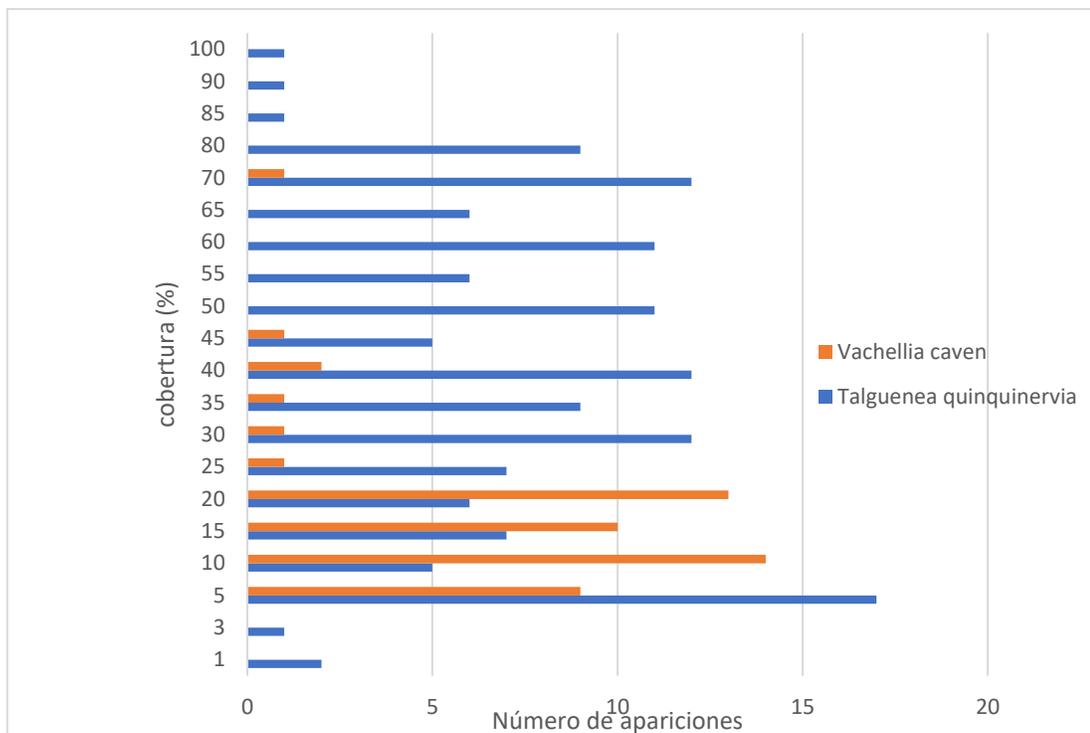


Fig. 41. Comparación de la cobertura entre *Acacia caven* y *Talguenea quinquinervia*.

Otro cambio de suelo importante y que en la actualidad pareciera tener una mayor presencia en el sector, es el del avance de las parcelaciones con intención de edificación para vivienda, donde si bien en la Macrozona Centro ya se aprecian proyectos inmobiliarios en pie, principalmente a orillas de la ruta k-60, tanto en la Macrozona Sur como Norte se puede apreciar un gran número de parcelaciones visibles en el mapa de predios del servicio de impuestos internos de Chile (SII, 2022), con inicio de faenas en la Macrozona Sur, donde se reportó la formación de caminos y tala de ejemplares adultos de diferentes especies arbóreas para un posible inicio de construcciones, afectando así la estructuración vegetal presente en el área, donde a su vez, si de concretarse un inicio de parcelaciones junto a construcciones habitacionales, principalmente en la Macrozona Norte, esto podría significar un riesgo mayor para la flora y fauna presente en el sector, con una mayor vulnerabilidad en el caso de la vegetación presente en las quebradas, que podrían presentar cambios irreversibles, en especial si es que se hace eliminación de los ejemplares adultos resilientes en el lugar.

Sumado a los cambios de uso de suelo reportados en la Macrozona Sur, se suma la de mayor importancia o impacto, que es para el momento de este estudio, el inicio de faenas para la instalación de un complejo fotovoltaico, donde se apreció el compromiso de la parte superior e intermedia del cerro con la confección de caminos para vehículos pesados y a su vez una limpieza en la parte superior donde eventualmente estará el complejo, de esta forma se afectó la capa superior e inferior vegetal de los sectores afectados, en conjunto a una visible erosión

generada por los trabajos. En conjunto a lo anterior, la presencia de cables de alta tensión significa la constante rebaja de las copas superiores de las especies leñosas presentes en la parte baja, de esta forma no permitiendo la formación de un complejo boscoso de condiciones normales.

2.1.3 Incendios forestales

Históricamente los incendios han representado una de las mayores amenazas para la biodiversidad de un ecosistema (Kozłowski, 2012), en especial aquellos de origen antropogénico (Balée, 2012). Para los ecosistemas bajo la influencia de un clima mediterráneo, las precipitaciones durante la época lluviosa son superiores a la evapotranspiración durante dicha época, lo que genera un crecimiento vegetal que luego se transforma en material de alta combustión en la época seca, factor importante en relación a las respuestas ecológicas al fuego, donde dichos ecosistemas suelen encontrarse en proximidad a grandes urbanizaciones, donde gran parte de las especies presentes presentan una cierta tolerancia a los siniestros de incendios, debido a una coevolución con dicho fenómeno (Keeley *et al.*, 2012).

La condición en la que se presenta el área de estudio condice a lo esperado de un ecosistema de influencia mediterránea, con la cercanía por todo su costado este a la ciudad de Talca y a la vez presentando una gran acumulación de materia seca, principalmente proveniente de las herbáceas en estado de senescencia y la hojarasca presente. Dicho lo anterior y como se discutió en la sección de especies invasoras, sumado a las especies nativas, se presenta la existencia de especies alóctonas con facilidad a combustionar (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*), donde en su concentración mayor, la zona fiscal de la Macrozona centro, es donde el año 2020 se reportó el último incendio de magnitud tras 20 años sin presencia de siniestros en la zona, donde se consumió un área aproximada a 40 ha, afectando primariamente la zona mencionada, con algunas zonas afectadas del tipo vegetacional Matorral. Si bien el origen se concentró en un área dominada por especies alóctonas, no se podría decir la relación directa de éstas con el siniestro, donde una de las zonas más concurrida por visitantes de forma diaria, podría ser un factor más atenuante.

Si bien el incendio mencionado no logró avanzar a sectores de mayor biodiversidad gracias a la oportuna acción de los cuerpos brigadistas, la manera en que este siniestro escaló de manera acelerada, representa un peligro contaste a un número importante de especies, en especial a aquellas alocadas en los sectores de quebrada, las cuales podrían ser incapaces de presentar una regeneración efectiva tras un paso del fuego por el sector.

2.1.4 Piso vegetacional presente

Con respecto a la conformación vegetacional estudiada, tal y cómo se anticipó a inicios de este análisis, la bibliografía consultada, en este caso el piso vegetacional sugerido por Lubert y Pliscoff (2006), denominado *Bosque esclerófilo mediterráneo interior de Lithraea caustica* y *Peumus boldus*, como una aproximación a la vegetación presente en el área que cubre la totalidad del Cerro La Virgen, tras la revisión de los resultados, se pudo apreciar que si bien se esperaba una dominancia por las especies leñosas *Lithraea caustica* y *Peumus boldus*, la especie *Lithraea caustica* presentó una presencia relativamente baja, inclusive en aquellos sectores de quebrada y más bien se observó como una especie acompañante con apariciones aisladas. En el caso de *Peumus boldus*, este sí presentó una predominancia importante, en especial en la Macrozona Sur, donde se conformaban poblaciones casi exclusivas de éste, pero de manera casi exclusiva a los sectores de quebradas y ausente en su mayoría en los sectores de matorral abierto. Para el caso del resto de las quebradas, en especial aquellas presentes en la Macrozona Norte, la dominancia la presentó la especie *Cryptocarya alba*, formando poblaciones casi monotípicas al igual que *Peumus boldus*, enriqueciéndose en la parte baja y borde de las quebradas.

Dentro de las comunidades intrazonales posibles, se menciona *Crinodendron patagua*, *Persea lingue-Luma chequen* y *Blepharocalyx cruckshanksii* para sectores de pantanos, pero todas se ubicaron en sectores de quebradas en poblaciones bastantes reducidas, inclusive llegando a un ejemplar único para *Blepharocalyx cruckshanksii*.

En cuanto a las comunidades extrazonales, se menciona *Acacia caven-Lithraea caustica*, lo que se condice para los sectores bajos o de planicie y a los sectores fuera del área de estudio por la zona oeste, pero no presentaban mayor presencia en la mayoría del Cerro, con excepción a pequeñas zonas aisladas a las plantaciones de *Pinus radiata*.

El gran dominio en casi la totalidad del Cerro lo presentó *Talguenea quinquinervia*, especie predominante en el paisaje en su mayoría a los sectores de apertura, formando grandes poblaciones monotípicas con ausencia de la especie esperada de la misma familia, *Retanilla trinervia* Hook. & Arn.

Con respecto a la conformación florística y herbácea, se presentó la alta predominancia de especies de la familia Poaceae a lo largo de gran parte de la estrata herbácea, con un número intermedio de especies geófitas concentradas en los sectores de quebrada y algunos roqueríos del matorral abierto, lo que se condice con la aproximación.

2.1.5 Diferencias en riqueza de diversidad según índices de diversidad

Según los valores obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y diversidad α (tablas 17 y 17.1), los sectores que presentan mayor riqueza de especies leñosas a lo largo del Cerro La Virgen, corresponden a los sectores de quebradas, esto por un lado, podría deberse a que las condiciones topográficas que estas presentan son de un grado de mayor dificultad de ingreso como de uso histórico por parte de las generaciones de poblaciones que han hecho uso tanto agrícola, ganadero, habitacional, etc. por lo que el índice de daño hacia los ejemplares presentes o su reemplazo por parte de agentes ajenos se reduce considerablemente junto a un mayor tiempo de diversificación dentro de estos, sumando a la idea de que en dichos sectores, debido a la mayor presencia o conservación del recurso hídrico, se permite una mayor proliferación de especies de mayor necesidad hídrica, como son el caso de *Blepharocalyx crukshanskii* y *Persea lingue* para las quebradas norte. Para el caso de la diversidad presente en el tipo vegetacional de matorral, los diferentes agentes de reducción de biodiversidad discutidos anteriormente, podrían ser los principales factores que han generado una sucesión de carácter monotípico en su mayoría, con una presión constante a su vez, lo que ha hecho que la riqueza en diversidad no sea de mayor importancia y que si bien, el tipo vegetacional Bosque intervenido presenta mayores valores en los índices consultados, esto podría deberse a que existe una mayor presencia de especies introducidas en el sector y por ende no significa que este sea de mayor relevancia biológica, inclusive, siendo de menor grado debido a que se observa una diversidad de herbáceas bastante más empobrecida que el resto de los sectores.

En el caso de las especies herbáceas, se aprecia que, a diferencia de las especies leñosas, la mayor riqueza de diversidad se presenta para el tipo vegetacional de matorral, principalmente en el Matorral de las Macrozonas Norte y Sur. Esto posiblemente debido a que donde existe una mayor apertura del dosel para el ingreso de la luz directa, la capa herbácea pudo generar un mayor enriquecimiento directamente relacionado con esta condición pero, que para el caso del matorral de la Macrozona Centro, el cual es el sector que presentó los menores valores en los índices de diversidad, podría deberse a que dicho sector ha sido el más afectado históricamente por su uso tanto cultural como recreacional, lo que ha generado un deterioro histórico con imposibilidad de diversificación a lo largo de los años mientras que el matorral de las dos otras Macrozonas no han tenido mayores perturbaciones constantes en el mismo lapso de tiempo. Las quebradas por otro lado agrupan un conjunto de especies herbáceas que gozan de las condiciones de sombreado y mayor disposición del recurso hídrico prolongado por lo que si bien existe una diversidad importante, no es superior a la encontrada en el tipo vegetacional Matorral. Con respecto al Bosque intervenido, si bien este fue afectado por un incendio de proporciones como ya se ha mencionado, la diversidad de

herbáceas se ve principalmente dominada por aquellas especies de origen introducido que, en conjunto de generar una competencia de importancia, las especies superiores presentes, en especial *Pinus radiata*, generan un sobre sombreado de importancia por lo que no permiten en si una mayor presencia de especies herbáceas bajo su dosel.

2.1.6 Dominancia monotípica de *Talguenea quinquinervia* y *Acacia caven*

Tal y cómo se apreció en los resultados, en especial por aquellos resultados arrojados en número de individuos, densidad (m²), frecuencia relativa (%) y cobertura (%), la predominancia monotípica de las especies *Talguenea quinquinervia* y *Acacia caven* se contrastaba en las condiciones de pendiente en las que se presentaba la población, donde *Talguenea quinquinervia* presentaba una predominancia clara en aquellos sectores que presentaron una pendiente aproximada a 45°, junto a una alta cobertura del dosel superior, mientras que *Acacia caven* presentaba una predominancia también de un carácter monotípico pero en la parte baja de pendiente leve o nula, pero con una cobertura del dosel superior bastante menor, con una separación entre ejemplares más distantes que lo presenciado de *Talguenea quinquinervia*.

Una posibilidad a que dichas predominancias se generen bajo el factor de pendiente es que, bajo las condiciones de pendiente fuerte, se generaría una condición de mayor sombreado por efecto de la proyección expandida de la sombra del dosel superior por parte de *Talguenea quinquinervia*, lo que, en resultado, podría significar en una inhabilitación al nicho ideal para que se presente un escenario de germinación efectiva para *Acacia caven* (van der Pijl, 2012), donde se podría traducir en una baja proliferación de plántulas viables de *Acacia caven*, donde en la parte baja se generaría el efecto contrario, existiendo una mayor entrada lumínica, por lo que en sí podría generar mejores condiciones a nivel suelo, lo que beneficiaría al establecimiento poblacional de *Acacia caven* y no así para *Talguenea quinquinervia*. Si bien existen múltiples factores que podrían inducir directa o indirectamente en la proliferación monotípica de ambas poblaciones, se requiere de un estudio específico en el tema para conllevar a la posibilidad certera de la causa.

2.1.7 Población de *Tarasa umbellata*

Dentro de las quebradas analizadas en la Macrozona Norte, se reportó la presencia de una población de *Tarasa umbellata* a lo largo de una única quebrada bajo las coordenadas 35°24.442 latitud Sur y 71°41.118 longitud Oeste, que tras el recorrido completo de la quebrada misma se reporta la continuidad de la aparición de ejemplares desde el inicio de ésta, hasta unos pocos metros en bajada de las coordenadas mencionadas. Según el estudio de Marticorena *et al.* (2007), los ejemplares colectados, según las claves morfológicas proporcionadas, indiciarían la posibilidad de que se trate de la especie *T. umbellata* y no así de la especie *T. reichei*, indicándose así por la diferencia en la longitud de la inflorescencia con respecto a la hoja que la subtiende al igual que el tamaño y forma del fruto, apreciándose en la figura 42.

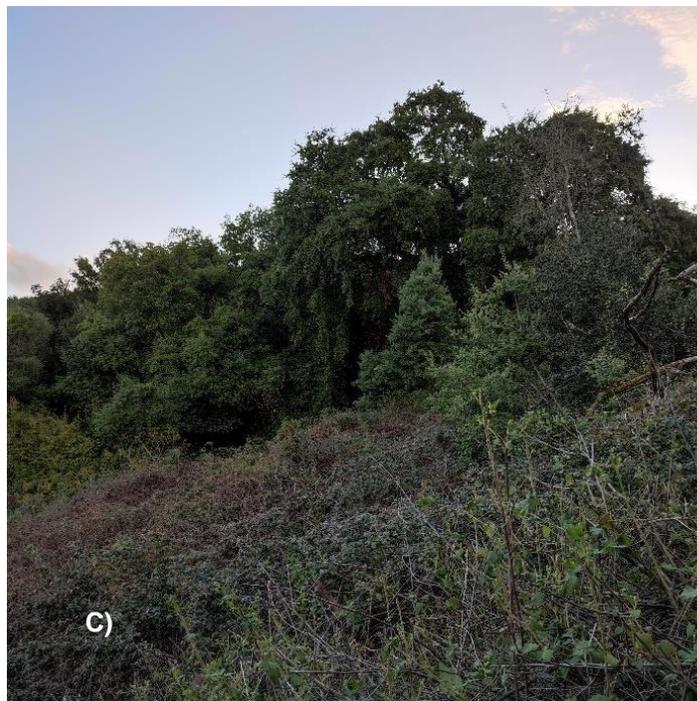
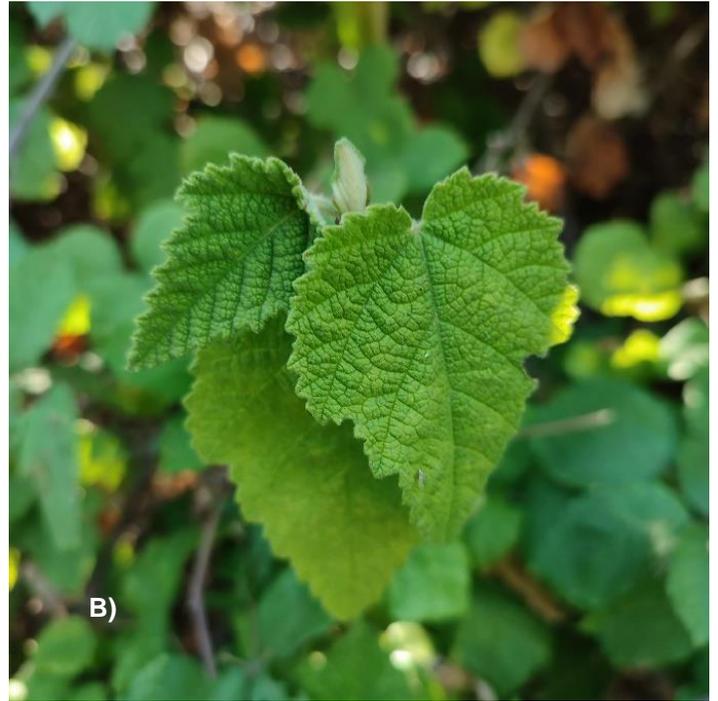


Fig. 42. *Tarasa umbellata*. A) Visualización de ejemplar adulto carcomido por especies ganaderas. B) Ejemplar con protección indirecta de *Rubus ulmifolius*. C) Población principal

en apertura del dosel superior de la única quebrada que alberga a *Tarasa umbellata* con predominancia en la capa inferior de *Rubus ulmifolius*.

Los primeros ejemplares se encontraron en ambos costados de la quebrada (coordenadas mencionadas), donde existe una predominancia de especies leñosas de *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Cissus striata*, *Schinus polygamus*, *Aristolelia chilensis* y una presencia importante de la especie alóctona *Rubus ulmifolius*. Dichos ejemplares encontrados en esta parte de la quebrada presentaban una fuerte presencia de herbivoría, donde en muchos casos no presentaban formación de ramas axilares manteniendo más bien el tallo primario con pequeñas hojas en desarrollo.

Una segunda población se apreció en las coordenadas 35°24.406' latitud Sur y 71°41.160' longitud Oeste, siendo este sector de mayor apertura con menor sombreado por parte de ejemplares arbóreos. Una gran diferencia que se presenta es la alta presencia y dominancia de *Rubus ulmifolius*, donde se observó ejemplares de *Tarasa umbellata* en bastante mejor estado, esto en parte podría explicarse por la protección no intencionada que le otorga *Rubus ulmifolius* a *Tarasa umbellata* de ser depredada por los animales de ganado presentes en el área, presentándose así ejemplares de gran tamaño (2-2.5 metros en altura aproximadamente), siendo estos los de mayor tamaño y mejor estado fitosanitario encontrados a lo largo de la quebrada y posiblemente, sería el sector con mayor número de individuos, pero se necesitaría de un estudio más a fondo para corroborarlo.

Una tercera pequeña población aislada se encontró en las coordenadas 35°24.347' S y 71°41.183', donde los individuos, al igual que la segunda población mencionada, se encontraban cubiertos en la parte baja de su dosel aéreo por *Rubus ulmifolius*, presentándose en este sector un menor número de individuos que el resto de las poblaciones y siendo este a su vez, la población límite por la parte alta de la quebrada, donde en el sector superior, donde se encontraron las poblaciones de *Persea lingue*, ya no se logró encontrar más presencia de *T. umbellata*.

6. Conclusiones

Tras el levantamiento de los datos y su posterior análisis y comprensión, se puede concluir que existe la suficiente evidencia para poder considerar a la formación montañosa, Cerro La Virgen, como un área de importancia biológica y ecológica, donde existe una importante concentración de 51 familias y 126 especies, en especial especies de categoría endémica, entre especies leñosas y herbáceas, que se encuentran de forma resiliente en los diferentes sectores del cerro, pero con principal connotación a aquellos sectores de Quebrada, donde se observó la existencia de ejemplares de mayor necesidad hídrica que escapan un poco de la vegetación esclerófila clásica, lo que hace del cerro un sector de mayor interés a la estimación bibliográfica, donde inclusive, una confirmación para la presencia de *Tarasa umbellata* haría daría una mayor importancia al cerro, para el área que abarca, procurando la mayor cobertura posible, es necesario emplear diferentes herramientas y mecanismos de conservación y protección de la flora presente en el sector, con énfasis a las quebradas mencionadas, debido que éstas se asocian a múltiples servicios ecosistémicos que afectan de forma directa así como indirecta tanto a la flora y fauna presente, además de la población colindante y visitante en el sector.

Dentro de las tres Macrozonas definidas, tanto la Macrozona Norte como Sur presentaron la mayor riqueza de especies, mientras que la Macrozona Centro, ya sea por la alta presión antropogénica constante como a su vez, factores históricos, resultó ser la Macrozona con el mayor empobrecimiento y pérdida de biodiversidad.

El cerro, a pesar de contar con una alta presencia de especies endémicas, existe un preocupante avance de especies de origen alóctono, siendo a su vez de carácter invasivo, que afectan la flora nativa colindante y la regeneración de esta, siendo este fenómeno fortalecido por la presencia de animales de abasto, deterioro del suelo, daño por parte de visitantes ya sea en cuanto contaminación o actividades que afectan la integridad del bosque, la tendencia a incendios, el avance de posibles edificaciones en el sector, entre otros, por lo que es necesario generar un consentimiento en torno a la protección del sector desde la ciudadanía por parte de la misma población y autoridades pertinentes.

El Cerro La Virgen es la formación boscosa con predominancia nativa más cercana a las inmediaciones de la ciudad de Talca, que, si bien como se mencionó, existe una rica biodiversidad en el sector, no existe un conocimiento sobre su riqueza.

III. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraham, E., Rodríguez, M., Rubio, M., Guida-Johnson, B., Gomez, L., Rubio, C. 2020. Disentangling the concept of “South American Arid Diagonal”. *Journal of Arid Environments*, 104089.

Amigo, F., Flores-Toro, L. 2013. Sclerophyllous forests and preforests of Central Chile: *Lithraeion causticae* alliance. *International Journal of Geobotanical Research*, 3, 47-67.

Armesto, J., & Pickett, S. (1985). A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural*, 9–17.

Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R., Massardo, F. 2006. El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En CONAMA, *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*.

Balée, W. L. (2012). *Advances in Historical Ecology*. Amsterdam University Press.

Becerra, P. I., Catford, J. A., Inderjit, Luce McLeod, M., Andonian, K., Aschehoug, E. T., ... Callaway, R. M. (2017). Inhibitory effects of *Eucalyptus globulus* on understorey plant growth and species richness are greater in non-native regions. *Global Ecology and Biogeography*, 27(1), 68–76. doi:10.1111/geb.12676

Bonada, N. and Resh, V. 2013. Mediterranean-climate streams and rivers: comparable freshwater systems. *Hydrobiologia*, 719 (1). 1-29.

Brooks, T., Mittermeier, R., Da Fonseca, G., Gerlach, J., Hoffman, M., Lamoreux, J., Mittermeier, C., Pilgrim, J., Rodrigues, A. 2006. Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313, 58-61.

Brower, James & Zar, Jerrold & Von Ende, Carl. (1998). *Field and Laboratory Methods of General Ecology*.

Bustamante, R. O., & Simonetti, J. A. (2005). Is *Pinus radiata* invading the native vegetation in central Chile? Demographic responses in a fragmented forest. *Biological Invasions*, 7(2), 243–249. doi:10.1007/s10530-004-0740-5

Cáceres-Polgrossi, L., Promis, A., Gutiérrez, G. 2020. Leaf litter hides post-dispersed seeds from invasive alien removers in a sclerophyll forest in central Chile. *Forest Systems*, 29(3), e022.

Callaway, R. M. (2000). Invasive Plants Versus Their New and Old Neighbors: A Mechanism for Exotic Invasion. *Science*, 290(5491), 521–523. doi:10.1126/science.290.5491.521

Callaway, R. M., Cipollini, D., Barto, K., Thelen, G. C., Hallett, S. G., Prati, D., Klironomos, J. (2008). NOVEL WEAPONS: INVASIVE PLANT SUPPRESSES FUNGAL MUTUALISTS IN AMERICA BUT NOT IN ITS NATIVE EUROPE. *Ecology*, 89(4), 1043–1055. doi:10.1890/07-0370.1

CIREN – CORFO, 1997. Descripciones de Suelos. Materiales y Símbolos. Estudio Agrológico VII Región. Publicación Ciren N° 117. 659 pp.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

Cox, R., y Underwood, E. 2011. The Importance of Conserving Biodiversity Outside of Protected Areas in Mediterranean Ecosystems. *PLoS ONE*, 6(1), e14508.

De Dios, V. Fischer, C., Colinas, C., 2007. Climate Change effects on Mediterranean forests and preventive measures. *New Forests* 33, 29-40.

Deitch, M., Sapundjieff, M., y Feirer, S. 2017. Characterizing Precipitation Variability and Trends in the World's Mediterranean-Climate Areas. *Water*, 9(4), 259.

Deil, U., Alvarez, M., & Paulini, I. (2007). Native and non-native species in annual grassland vegetation in Mediterranean Chile. *Phytocoenologia*, 37(3), 769–784. doi:10.1127/0340-269x/2007/0037-0769

di Castri, F., Mooney, H. A., & di Castri, F. (2012). *Mediterranean Type Ecosystems*. Springer Publishing.

Donoso, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. *Bosque*. 117-146.

Donoso, C., Premoli, A., Gallo, L., y Ipinza, R. 2004. Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Primera edición, Editorial Universitaria S.A., Santiago de Chile, Chile. 420 p

Errazuriz, A., Cereceda, P., Gonzalez, J., Gonzalez, L., Henriquez, M. and Rioseco, R. 1998. Page 70 in: Manual de geografía de Chile. Tercera edición, Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile. 443 p.

Esler, K., Jacobsen, A. and Pratt, R. 2018. The Biology of Mediterranean-Type Ecosystems. First edition. Oxford University Press. New York, USA. 336p.

Fernández, I. (2011). Los cerros islas como hábitats de fauna y generadores de servicios ambientales para la ciudad de Santiago de Chile. *Ciencia Ambiental*, 1, 9–15. <http://bosques.ciren.cl/handle/123456789/33049>

Fuentes, J., Bown, H., Perez-Quezada, J., Franck, N. 2014. Litter removal in a Sclerophyll Forest: Short- and Medium- Term Consequences for Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal*, 78(2), 634-644.

Fuentes-Ramírez, A., Pauchard, A., Cavieres, L.A., & García, R. A. (2011). Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 1003–1009. doi:10.1016/j.foreco.2010.12.018

Funk, J. L., Standish, R. J., Stock, W. D., & Valladares, F. (2016). Plant functional traits of dominant native and invasive species in mediterranean-climate ecosystems. *Ecology*, 97(1), 75–83. doi:10.1890/15-0974.1

Gayó, E., Hinojosa, L., Villagrán, C. 2005. On the persistence of Tropical Paleofloras in central Chile during the Early Eocene. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 137(1-2), 41-50.

Gómez-González, S., Torres-Díaz, C., Valencia, G., Torres-Morales, P., Cavieres, L. A., & Pausas, J. G. (2010). Anthropogenic fires increase alien and native annual species in the Chilean coastal matorral. *Diversity and Distributions*, 17(1), 58–67. doi:10.1111/j.1472-4642.2010.00728.x

Gómez, P., R.O. Bustamante, J. San Martín & S. Hahn. 2011. Estructura poblacional de *Pinus radiata* D. Don en fragmentos de Bosque Maulino en Chile central. *Gayana Botánica* 68: 97-101.

Jiménez-Valverde, A. & Hortal, Joaquín. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8. 151-161.

Hernández, A., Miranda, M., Arellano, E., Dobbs, C. 2016. Landscape trajectories and their effect on fragmentation for a Mediterranean semi-arid ecosystem in Central Chile. *Journal of Arid Environments*, 127, 74-81.

Hernández, A., Miranda, M., Arellano, E., Dobbs, C. 2016. Landscape trajectories and their effect on fragmentation for a Mediterranean semi-arid ecosystem in Central Chile. *Journal of Arid Environments*, 127,74-81.

Hierro, J. L., Villarreal, D., Eren, Ö., Graham, J. M., & Callaway, R. M. (2006). Disturbance Facilitates Invasion: The Effects Are Stronger Abroad than at Home. *The American Naturalist*, 168(2), 144–156. doi:10.1086/505767

Keeley, J. E., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Pausas, J. G., & Rundel, P. W. (2012). *Fire in Mediterranean Ecosystems*. Cambridge University Press.

Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. Segunda edición. Harper & Row. New York. Estados Unidos. 654 p.

Kozłowski, T. T. (2012). *Fire and Ecosystems*. Elsevier Gezondheidszorg.

Lander, T.A., S.A. Harris & D.H. Boshier. 2009. Flower and fruit production and insect pollination of the endangered Chilean tree, *Gomortega keule* in native forest, exotic pine plantation and agricultural environments. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 403-412.

Langdon, B., Pauchard, A., & Bustamante, R. O. (2019). Acacia dealbata invasion in Chile: Surprises from climatic niche and species distribution models. *Ecology and Evolution*. doi:10.1002/ece3.5295

Licitación MMA; Consultores: IEB (Instituto de Ecología y Biodiversidad), Centro de Cambio Global (Universidad Católica), CASEE. 2010. Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Recuperado en [9](#). Consultado el 23 de mayo del 2021.

- López, F. 1991. Manual de Ecología. 2da. Edición. Editorial Trillas. México.
- Luebert, F., Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Primera edición. Editorial Universitaria, S.A. Santiago, Chile. 316 p.
- Magurran, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Primera edición. Springer. New York. Estados Unidos. 179 p.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity (1st ed.). Wiley-Blackwell.
- Mittermeier, C. G., Gil, P. R., Ceballos, S. A. C. V., Hoffman, M., Pilgrim, J., Seligmann, P. A., Brooks, T., Ford, H., & Lamoreux, J. (2004). Hotspots Revisited. CEMEX.
- Mittermeier, R., Turner, W., Larsen, F., Brooks, T., Gascon, C. 2011. Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. 3-22.
- Mooney, H., Dunn, E., Shropshire, F. y Song, L. 1970. Vegetation Comparisons between the Mediterranean Climatic Areas of California and Chile. *Flora*, 159: 480-496.
- Murray, B. R., Hardstaff, L. K., & Phillips, M. L. (2013). Differences in Leaf Flammability, Leaf Traits and Flammability-Trait Relationships between Native and Exotic Plant Species of Dry Sclerophyll Forest. *PLoS ONE*, 8(11), e79205. doi:10.1371/journal.pone.0079205
- Nardini, A., Lo Gullo, M., Trifilo, P., y Salleo, S. 2014. The challenge of the Mediterranean climate to plant hydraulics: Responses and adaptations. *Environmental and Experimental Botany*, 103, 68-79.
- NSW Government (Office of Environment & Heritage), Dry Sclerophyll forests (shrubby sub-formation). (En línea). Recuperado en [https://www.environment.nsw.gov.au/threatenedSpeciesApp/VegFormation.aspx?formationName=Dry+sclerophyll+forests+\(shrubby+sub-formation\)](https://www.environment.nsw.gov.au/threatenedSpeciesApp/VegFormation.aspx?formationName=Dry+sclerophyll+forests+(shrubby+sub-formation)). Consultado el 20 de mayo del 2021.
- Peñuelas, J., Sardans, J., Filella, I., Estiarte, M., Llusia, J., Ogaya, R., Terradas, J. 2017. Impacts of Global Change on Mediterranean Forests and Their Services. *Forests*, 8(12), 463.
- PNUD (2017). Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) Universidad de Concepción, Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las

Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago de Chile. 61 pp.

Prasad, M. N. V., & Pietrzykowski, M. (2020). *Climate Change and Soil Interactions*. Elsevier Gezondheidszorg.

Quintanilla, V., Cadiñanos, J., Latasa, I. y Lozano, P. 2012. Aproximación biogeográfica a los bosques de la zona mediterránea de Chile: Caracterización e inventario. *Boletín de la Asociación de geógrafos españoles*. 60: 91-114

Rodrigues, A., Andelman, S., Bakarr, M., Boitani, L., Brooks, T., Cowling, R., Fishpool, L., Da Fonseca, G., Gaston, K., Hoffmann, M., Long, J., Underhill, L., Waller, R., Watts, M., Yan, X. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640-643.

Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V.L., *et al.* (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75(1), 1-430. doi: 10.4067/S0717-66432018000100001.

Rundel, P., Arroyo, M., Cowling, R., Keeley, J., Lamont, B., y Vargas, P. 2016. Mediterranean Biomes: Evolution of Their Vegetation, Floras and Climate. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 47(1), 383-407.

Salinas, R., Soto, M., Gozalvo, F., Alonso, A., Intveen, H. y Cerrillo, R. 2018. Remanentes del bosque esclerófilo en la zona mediterránea de Chile central: caracterización y distribución de fragmentos. *Interciencia*. 43: 655-663.

Sanchez-Mejía, Z., Serrano-Grijalva, L., Peñuelas-Rubio, O., Pérez-Ruiz, E., Sequeiros-Ruvalcaba, E. y García-Calleja M. 2007. Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 3 (1): 74-83

Scherhag, R. 1969. *Klimatologie*. Georg Westermann Verlag. Braunschweig. 165 pp.

Scherson, R., Thornhill, A., Urbina-Casanova, R., Freyman, W., Pliscoff, P., Mishler, B. 2017. Spatial phylogenetics of the vascular flora of Chile. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 112, 88-95.

Schneider, L., Geoghegan, J. 2006. Land abandonment in an agricultural frontier after a plant invasion: the case of bracken fern in southern Yucatán, Mexico. *Agric. Resour. Econ. Rev.* 35, 167-177.

Schultheis, E. H., & MacGuigan, D. J. (2018). Competitive ability, not tolerance, may explain success of invasive plants over natives. *Biological Invasions*, 20(10), 2793–2806. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1733-0>

Schulz, J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., Rey Benayas, J. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975-2008). *Applied Geography*, 30(3), 436-447.

Schulz, J., Cayuela, L., Rey-Benayas, J. and Schröder, B. 2011. Factors influencing vegetation cover change in Mediterranean Central Chile (1975-2008). *Applied vegetation Science*. 14: 571-582.

Simpson, E. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163(4148), 688–688. doi:10.1038/163688a0

Superficies de uso regional (actualizado a agosto 2017) (Excel). Conaf (Corporación Nacional Forestal). Recuperado en <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>. Consultado el 20 de mayo del 2021

Thompson, J. 2005. *Plant Evolution in the Mediterranean*. Primera edición. Oxford University Press. New York, Estados Unidos, 293 p.

Thompson, J., 2020. *Plant evolution in the Mediterranean: Insights for conservation*. Segunda edición. Oxford University Press. New York, USA. 448 p.

Underwood, E. C., Viers, J. H., Klausmeyer, K. R., Cox, R. L. y Shaw, M. R. 2009. Threats and biodiversity in the Mediterranean biome. *Diversity and Distributions*, 15(2), 188-197.

van der Pijl, L. (2012). *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Springer Publishing. Estados Unidos. 161 p.

Wang, Y.-J., Müller-Schärer, H., van Kleunen, M., Cai, A.-M., Zhang, P., Yan, R., ... Yu, F.-H. (2017). Invasive alien plants benefit more from clonal integration in heterogeneous environments than natives. *New Phytologist*, 216(4), 1072–1078. doi:10.1111/nph.14820