

Composición, diversidad y estructura de la vegetación de bosques ribereños en el centro sur de Chile

Composition, diversity and vegetation structure of riparian forests in south-central Chile

Ivon Gutierrez **, Pablo Becerra **,b

*Autor de correspondencia: ^a Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile, tel.: 0051 - 958926894, irgutierrez@uc.cl

^b Pontificia Universidad Católica de Chile, Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES).

SUMMARY

Riparian forests have been highlighted for their unique biological diversity and high importance in ecosystem services. However, they are also ecosystems threatened by forestry, livestock or agriculture. In Chile, studies evaluating the diversity and structure of riparian forest vegetation contrasting slope forests or other habitats are limited. Therefore, the aims of this study were: (1) to compare the composition and diversity of vascular plant species; (2) to compare tree species size structure; and (3) to compare the vertical stratification of plant communities between riparian forests and slope forests. Six southern Chilean watersheds (35-38° S) were studied, sampling the vegetation in plots of 40 m². In each watershed, 10 plots were located in riparian forests and 10 in slope forests, on both sides of each river. We found important differences in species composition between the two forest types. In the riparian forest we found a higher diversity of tree and climbing species, higher diversity and cover of native species, higher density of tree species in adult state and higher cover of the strata 1-5 m. In the slope forest we found a larger richness and cover of exotic species, higher regeneration density and higher cover of strata < 1 m and > 5 m. Results can be related to the higher moisture of riparian forests, showing the particularity of riparian forests regarding species composition, diversity and structure, compared to other habitats.

Key words: riparian forests, forests habitats, diversity, structure, regeneration.

RESUMEN

Los bosques ribereños han sido destacados por presentar una diversidad biológica singular y una alta importancia en servicios ecosistémicos. Sin embargo, son también ecosistemas amenazados por actividades forestales, ganadería o agricultura. En Chile, son limitados los estudios que evalúan la diversidad y estructura de la vegetación de los bosques ribereños en comparación con los de las laderas. Por ello, los objetivos de este estudio fueron: (1) comparar la composición y diversidad de especies de plantas vasculares, (2) comparar la estructura de tamaños de árboles, y (3) comparar la estratificación vertical de comunidades vegetales, entre bosques ribereños y de laderas. Se estudiaron seis cuencas del centro sur de Chile (35-38° S), muestreando la vegetación en parcelas de 40 m². En cada cuenca se ubicaron 10 parcelas en el bosque ribereño y 10 en el bosque de ladera, a ambos lados de cada río. En el bosque ribereño, se observó mayor diversidad de árboles y plantas trepadoras, mayor diversidad y cobertura de especies nativas, mayor densidad de árboles en estado adulto y mayor cobertura del estrato arbustivo. En el bosque de ladera, se encontró una mayor riqueza y cobertura de especies exóticas, mayor densidad de regeneración y mayor cobertura de los estratos herbáceo y arbóreo. Los resultados pueden relacionarse a la mayor humedad de los bosques ribereños, evidenciando la particularidad de la vegetación de los bosques ribereños en composición, diversidad y estructura, en comparación a los bosques de laderas.

Palabras clave: bosque ribereño, hábitats forestales, diversidad, estructura, regeneración.

INTRODUCCIÓN

Los bosques ribereños han sido reconocidos a nivel mundial por albergar una alta diversidad de especies de fauna y flora silvestre, especialistas de hábitats húmedos, y ser reguladores de funciones ecosistémicas, especialmente de los ciclos hidrológicos (Naiman y Decamps 1997, Corbacho *et al.* 2003, Burton *et al.* 2005, Richardson *et al.* 2007, Méndez-Toribio *et al.* 2014). Además, han sido

documentados como importantes refugios de la flora regional en épocas secas, actuar como corredores y buffers biológicos, filtro de nutrientes, entre otros (Naiman y Decamps 1997).

Varios trabajos han registrado diferencias importantes en cuanto a la composición, la diversidad y la estructura de las comunidades vegetales cuando se comparan los bosques ribereños con los no ribereños, debido a sus condiciones ambientales particulares de humedad y luz

(Corbacho *et al.* 2003) y a la frecuencia de perturbaciones naturales (Berthelot *et al.* 2014). Por ejemplo, los bosques ribereños normalmente poseen mayor área basal y productividad (Naiman y Decamps 1997, Granados-Sánchez *et al.* 2006), mayor cobertura de especies arbóreas (Corbacho *et al.* 2003, Goebel *et al.* 2003), menor densidad de regeneración de especies arbóreas (Berthelot *et al.* 2014), mayor diversidad estructural, menor cobertura de plantas herbáceas (Harper y Macdonald 2001), mayor diversidad y equitabilidad de especies (Suzuki *et al.* 2002, Goebel *et al.* 2003) y mayor diversidad de fauna silvestre (Naiman y Decamps 1997). Adicionalmente, y probablemente relacionado con estos patrones, los bosques ribereños están sometidos a una alta heterogeneidad de condiciones ambientales, por ejemplo, aquella generada por la amplia variación en la frecuencia de los flujos de agua (Naiman y Decamps 1997), la alta variabilidad topográfica y de los suelos, y los diversos regímenes de perturbaciones originados en las zonas de laderas y en las mismas zonas ribereñas (Richardson *et al.* 2007).

A pesar de su importancia ambiental, social y económica, los bosques ribereños están entre los ecosistemas más amenazados por las actividades antrópicas (Sambaré *et al.* 2011), debido a su sensibilidad a los cambios del medio ambiente (Lyon y Gross 2005).

De este modo, actividades asociadas a la agricultura, la ganadería, la urbanización y las plantaciones forestales con especies exóticas, afectan a la biodiversidad y servicios ecosistémicos de estos ecosistemas (Méndez-Toribio *et al.* 2014). Además, debido a los frecuentes procesos de perturbación, son más susceptibles de sufrir procesos de invasión de especies exóticas (Hood y Naiman 2000, Sunil *et al.* 2011). Por las razones mencionadas, se han planteado diversas medidas para conservar la biodiversidad de este tipo de ecosistema, tales como, el establecimiento de zonas buffer alrededor de ellos, lo que permite reducir las fuentes de alteración que los puedan afectar (Goebel *et al.* 2003, Boothroyd *et al.* 2004, Langer *et al.* 2008)

En Chile, los estudios sobre las particularidades de los bosques ribereños son limitados (Altamirano y Lara 2010). Se desconoce en qué medida estos difieren en diversidad, composición y estructura de la vegetación en comparación a los aledaños, como los de las laderas. Además, los pocos estudios que se han publicado, comparan ambos tipos de bosque en una misma localidad y no se han hecho estudios que examinen estas diferencias a una mayor escala geográfica, de manera que se puedan obtener resultados generalizables.

Debido principalmente a la mayor disponibilidad hídrica, a la mayor productividad y a la mayor frecuencia de perturbaciones naturales de los bosques ribereños en comparación con los no ribereños (Suzuki *et al.* 2002, Xiong *et al.* 2003, Berthelot *et al.* 2014), se postula que los bosques ribereños debieran tener una composición específica diferente, una mayor diversidad de especies nativas y exóticas, y una mayor densidad y complejidad estructural que los de

las laderas. En este contexto, los objetivos de este trabajo son: (1) comparar la composición y diversidad de especies de plantas vasculares, (2) comparar la estructura de tamaños de especies arbóreas, (3) comparar la estratificación vertical de comunidades vegetales, entre bosques ribereños y de laderas.

MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en la zona centro sur de Chile, entre las regiones del Maule y del Biobío (35–38° S). Se seleccionaron seis cuencas con vegetación nativa, con similares condiciones climáticas y ecológicas (figura 1). De acuerdo con Gajardo (1994), todos los sitios de estudio corresponden a la región fitoecológica del bosque caducifolio, área de bosque templado dominado por especies caducas tales como *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst., *N. glauca* (Phil.) Krasser, *N. alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. y especies siempreverdes tales como *N. dombeyi* (Mirb.) Oerst., *Cryptocarya alba* (Molina) Looser, *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav., entre otras (cuadro 1).



Figura 1. Ubicación de las cuencas de estudio en el centro-sur de Chile, dentro de las regiones del Maule y Biobío.

Location of watersheds included in the study within the Maule and Biobío Regions in south-central Chile.

Cuadro 1. Localización y características de las cuencas incluidas en el estudio. El clima se caracterizó según Santibáñez y Uribe (1993) y la vegetación según Gajardo (1994).

Location and characteristics of watersheds included in the study. Climate follows Santibáñez and Uribe (1993) and vegetation follows Gajardo (1994).

| Nombre | Región | Coordenadas | Altitud (m s.n.m.) | | Área (ha) | Clima | Vegetación |
|---------------|--------|----------------------------|--------------------|--------|-----------|---|----------------------------------|
| | | | Máxima | Mínima | | | |
| Los Piuquenes | Maule | 35°48'49" S 71°11'06" O | 2.087 | 660 | 2.087,9 | Templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido | Bosque caducifolio de la Montaña |
| Las Arañas | Biobío | 37°33'33" S 73°13'20" O | 982 | 560 | 142,4 | Templado infratermal estenotérmico mediterráneo perhúmedo | Bosque caducifolio de Concepción |
| Los Queñes | Biobío | 36°39'33" S 71°34'35" O | 1.561 | 565 | 1.021,6 | Templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido | Bosque caducifolio de la Montaña |
| Manqui | Biobío | 36°22'15" S 72°44'27" O | 571 | 78 | 492,3 | Templado mesotermal estenotérmico mediterráneo subhúmedo | Bosque caducifolio Maulino |
| Sin Puerta | Maule | 36°02'46" S 71°19'21" O | 1.153 | 520 | 235,0 | Templado mesotermal estenotérmico mediterráneo subhúmedo | Bosque caducifolio Maulino |
| El Milico | Maule | 35°35'18" S 71°01'02" O | 2.282 | 1.496 | 129,6 | Templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido | Bosque caducifolio de la Montaña |

Diseño de muestreo y variables analizadas. El muestreo se realizó entre agosto del 2013 y enero del 2015. Todas las cuencas que se evaluaron tenían un desnivel, de manera que se separó entre bosque ribereño y de ladera. Para caracterizar la vegetación del bosque ribereño, en cada cuenca se establecieron cinco parcelas de 10 x 4 m a cada lado del río (10 en total) y a una distancia no mayor a 5 m del borde de cada río (ancho promedio de cada río 5 m). La primera parcela fue ubicada en forma aleatoria, las demás parcelas fueron ubicadas en forma sistemática cada 40 m a lo largo del río. Para caracterizar la vegetación del bosque de ladera, se ascendió 50 m en distancia lineal desde los ríos y se estudiaron cinco parcelas de 10 x 4 m a cada lado del río, también distanciadas por 40 m, siempre a unos 50 m del río.

Diversidad de especies. En cada parcela se registró la composición de especies de plantas vasculares y el porcentaje de cobertura de cada especie. El porcentaje de cobertura se evaluó mediante una estimación visual (e.g. Pauchard y Alaback 2004). Para ello, primero se registraron las especies que había en la parcela, y luego ubicándose en su parte central, se estimó el porcentaje de cobertura de cada una. En cada cuenca se hizo un análisis de similitud de especies entre ambos tipos de bosque (ribereño y de ladera) empleando el índice de Jaccard

(e.g. Goebel *et al.* 2003). Empleando los datos de cobertura visual se calculó el índice de Shannon–Wiener (H) como una medida de la diversidad (e.g. Lyon y Gross 2005, Gutierrez y Becerra 2017). El cálculo de diversidad y riqueza se desarrolló por tipo de crecimiento (árbol, arbusto, hierba anual o perenne y plantas trepadoras) y por parcela. Respecto a las plantas trepadoras, se incluyeron a especies leñosas (lianas) y a herbáceas; las especies epífitas y las hemiparásitas, se consideraron como plantas trepadoras. Considerando el origen biogeográfico, nativo o exótico, se analizó la riqueza y la cobertura total por parcela. Para el análisis de la diversidad o de la cobertura y de la riqueza de especies, además de incluir a las especies que pudieron ser identificadas, se incluyeron aquellas no identificadas para las que se pudo determinar la forma de vida o el origen biogeográfico. Para la nomenclatura de las especies se siguió a Marticorena y Quezada (1985) y a Tropicós (2018) para las actualizaciones. La clasificación de las especies fue realizada por un taxónomo especialista. Como árbol se consideró a las especies con potencial de crecimiento > 5 m. Los helechos fueron clasificados como plantas herbáceas.

Estructura de tamaños. Para evaluar la estructura de tamaños de los árboles, en cada parcela se registró el diámetro a la altura de pecho (dap, ~1,30 m de altura) de todos los

individuos mayores que 2 m de altura y $dap \geq 5$ cm, a los que se les consideró como adultos. Los individuos con $dap < 5$ cm fueron clasificados como regeneración. La densidad y riqueza de especies arbóreas por clase de tamaño se comparó entre el bosque ribereño y de ladera.

Estratificación y hojarasca. Se evaluó a través de la medición de cobertura de la vegetación a diferentes alturas. En cada parcela se registró la cobertura de la vegetación según su altura: < 1 m (herbáceo), 1-5 m (arborescente) y > 5 m (arbóreo), con el método de intercepto de puntos, empleando una grilla de 28 puntos ubicados cada 1 m de distancia a lo largo del contorno de cada parcela. Así, se obtuvo un valor de cobertura en cada parcela por cada clase de altura, donde el intercepto en los 28 puntos representa 100 % de cobertura, mientras que el intercepto en 0 puntos representa 0 % de cobertura. En cada estrato, solo se registró la presencia o ausencia de vegetación, sin hacer distinción entre los tipos de crecimiento. La hojarasca también se evaluó alrededor de la grilla de 28 puntos y de este modo obtener su cobertura. Para medir la profundidad de hojarasca, se utilizó una regla metálica que fue insertada dentro de la hojarasca hasta el nivel del suelo.

Análisis de datos. Las comparaciones de las variables analizadas, entre el bosque ribereño y de ladera, se llevaron a cabo utilizando modelos lineales generalizados (GLM). Los análisis fueron hechos en un diseño anidado, donde el tipo de bosque (ribereño y de ladera) fue considerado como el factor principal, y las cuencas estudiadas fueron anidadas en cada tipo de bosque. Para los datos de diversidad de Shannon se asumió una distribución de tipo gaussiana y función de "identidad", mientras que para los datos de riqueza de especies, densidad, profundidad de hojarasca y coberturas se asumió una distribución de Poisson y función "raíz cuadrada". Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico R versión 3.1.2. Los datos de similitud de especies fueron analizados con la prueba t – Student para una muestra, comparándolos estadísticamente con un valor de completa similitud (1), que corresponde al máximo valor de similitud del índice de Jaccard. Estos análisis se realizaron en el paquete estadístico PAST 3.06 (*Paleontological Statistic*).

RESULTADOS

Composición y diversidad de especies. En el bosque ribereño se registraron 160 especies, pertenecientes a 118 géneros y 77 familias. El 35,63 % (57) fueron hierbas perennes o anuales, 28,75 % (46) arbustos, 21,88 % (35) árboles y 13,75 % (22) plantas trepadoras. En el bosque de ladera se registraron 131 especies, pertenecientes a 102 géneros y 62 familias. El 34,35 % (45) fueron hierbas perennes o anuales, 27,48 % (36) arbustos, 23,66 % (31) árboles y 14,50 % (19) plantas trepadoras (anexo). Por otro lado, en el bosque ribereño, de las 155 especies con origen cono-

cido, el 5,16 % (8 especies) fueron exóticas asilvestradas, mientras que en el bosque de ladera, de las 129 especies con origen conocido, el 10,85 % (14 especies) fueron exóticas asilvestradas, principalmente hierbas (78,57 %).

En el bosque ribereño, las especies presentes en al menos cuatro de las cuencas fueron *Aextoxicon punctatum*, *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz, *Citronella mucronata* (Ruiz et Pav.) D. Don, *Cryptocarya alba*, *Drimys winteri* J.R.Forst. et G.Forst., *Gevuina avellana* Molina, *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pav.) Tul., *Lomatia dentata* (Ruiz et Pav.) R.Br., *Luma apiculata* (DC.) Burret, *N. obliqua*, *Persea lingue* (Ruiz et Pav.) Nees, *Chusquea quila* Kunth, *Rhaphithamnus spinosus* (Juss.) Moldenke, *Rubus ulmifolius* Schott, *Viola portalesia* Gay, *Adiantum chilense* Kaulf., *Blechnum hastatum* Kaulf., *Equisetum bogotense* Kunth, *Bomarea salsilla* (L.) Herb., *Boquila trifoliolata* (DC.) Decne., *Hydrangea serratifolia* (Hook. et Arn.) F. Phil., *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., *Lardizabala biter-nata* Ruiz et Pav. y *Luzuriaga radicans* Ruiz et Pav. Por otro lado, en el bosque de ladera, las especies más frecuentes fueron *A. punctatum*, *A. chilensis*, *C. alba*, *G. avellana*, *L. sempervirens*, *L. dentata*, *L. apiculata*, *N. obliqua*, *P. lingue*, *C. quila*, *B. hastatum*, *Eryngium paniculatum* Cav. et Dombey ex F. Delaroche, *Cissus striata* Ruiz et Pav. y *L. biter-nata*.

El índice de similitud promedio entre los tipos de bosque (ribereño y de ladera) fue 0,42. Los valores de similitud registrados son significativamente menores al nivel de similitud máximo que es 1 ($t = 23,81$, $P < 0,0001$). Así mismo, los índices de similitud para los tipos de crecimiento arbustos, hierbas y plantas trepadoras son inferiores al 65 %. Específicamente para el caso de hierbas y plantas trepadoras, los índices de similitud fueron los más bajos (cuadro 2), indicando fuertes diferencias en composición de especies.

Como era de esperar, los resultados de similitud indican que la composición de especies del bosque ribereño es diferente del bosque de ladera. Por ejemplo, especies como *Amomyrtus luma* (Molina) D. Legrand et Kausel, *Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. et Arn.) Nied., *Kageneckia oblonga* Ruiz et Pav., *Legrandia concinna* (Phil.) Kausel, *Luma chequen* (Molina) A. Gray, *Myrceugenia obtusa* (DC.) O. Berg., *Buddleja globosa* Hope, *Calceolaria* Cf. *talcaana* Grau et C. Ehrhart, *Colliguaja odorifera* Molina, *Coriaria ruscifolia* L., *Selkirkia pauciflora* (Ruiz et Pav.) Holstein et Weigend, *Jovellana violacea* (Cav.) G. Don., *Jovellana punctata* Ruiz et Pav., *Adiantum sulphureum* Kaulf., *Cheilanthes hypoleuca* (Kunze) Mett., *Francoa appendiculata* Cav., *Libertia tricoeca* Phil., *Loasa tricolor* Ker Gawl., *Solaria miersioides* Phil., *Asteranthera ovata* (Cav.) Hanst., *Campsidium valdivianum* (Phil.) Skotts., *Herreria stellata* Ruiz et Pav., *Lepidoceras chilense* (Molina) Kuijt, crecían sólo en el bosque ribereño. En contraste, especies como *Eucryphia cordifolia* Cav., *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, *Adesmia elegans* Clos, *Baccharis racemosa* (Ruiz et Pav.) DC., *Misodendrum punctulatum* Banks ex DC., *Ribes valdivianum* Phil., *Azorella spinosa*

(Ruiz *et Pav.*) Pers., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Geranium core-core* Steud., *Hypericum caespitosum* Cham. et Schltdl., *Quinchamalium chilense* Molina, *Sanguisorba minor* Scop., *Uncinia phleoides* (Cav.) Pers., *Dioscorea humifusa* Poepp., *Mutisia brachyantha* Phil., *Mutisia decurrens* Cav., lo hacían sólo en el bosque de ladera.

Se encontró una mayor diversidad de árboles ($P=0,003$) y plantas trepadoras ($P=0,008$) en el bosque ribereño, pero no hubo diferencias significativas de la diversidad de arbus-

tos ($P=0,068$) y hierbas anuales o perennes ($P=0,173$). Así mismo, se encontró una mayor riqueza de hierbas anuales y perennes ($P=0,0009$) y plantas trepadoras ($P<0,0001$) en el bosque ribereño, mientras que para el caso de la riqueza de árboles ($P=0,761$) y arbustos ($P=0,085$) no se encontraron diferencias (figura 2).

En el bosque ribereño en comparación al bosque de ladera, se detectó una mayor cobertura de especies nativas ($P < 0,0001$) y una menor de exóticas asilvestradas

Cuadro 2. Índices de similitud (Jaccard) de la vegetación entre el bosque ribereño y de ladera en cada cuenca de evaluación, considerando el total de especies y tipo de crecimiento.

Similarity indices (Jaccard) of vegetation between riparian and slope forest in each watershed, separately for the total number of species and per growth type.

| Cuencas | Total | Árboles | Arbustos | Hierbas | Plantas trepadoras |
|---------------|-------|---------|----------|---------|--------------------|
| Los Piuquenes | 0,42 | 0,65 | 0,5 | 0,28 | 0,27 |
| Las Arañas | 0,34 | 0,51 | 0,34 | 0,21 | 0,21 |
| Los Queñes | 0,37 | 0,56 | 0,49 | 0,14 | 0,39 |
| Manqui | 0,47 | 0,56 | 0,39 | 0,29 | 0,61 |
| Sin Puerta | 0,50 | 0,57 | 0,45 | 0,34 | 0,60 |
| El Milico | 0,42 | 0,63 | 0,56 | 0,18 | 0,00 |

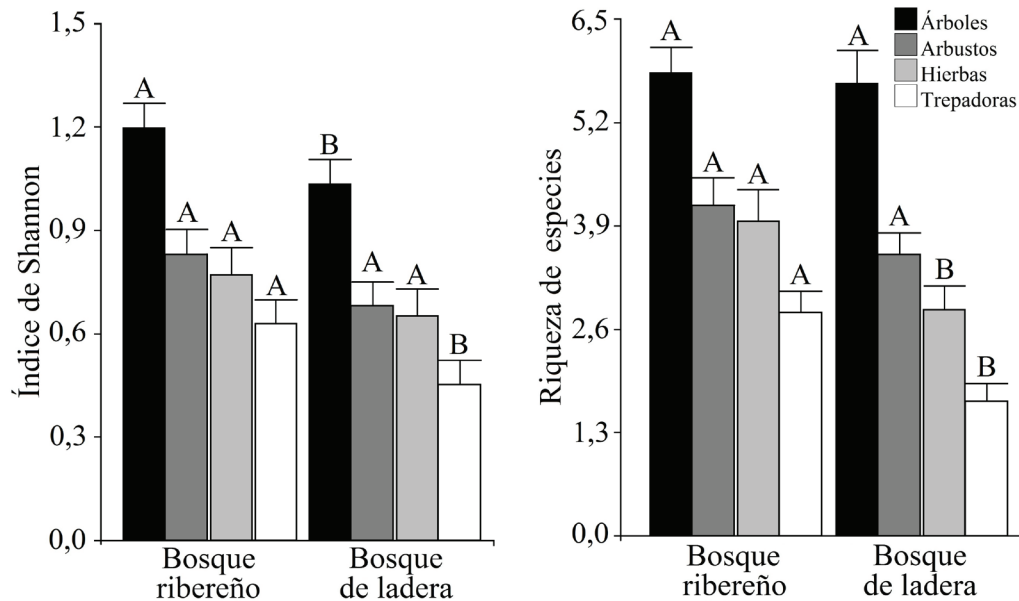


Figura 2. Diversidad de especies (índice de Shannon/parcela) y riqueza de especies/parcela por tipo de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas anuales o perennes y plantas trepadoras) en el bosque ribereño y de ladera (media \pm 1 EE). N por cada barra = 60. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P > 0,05$) entre el bosque ribereño y de ladera para un solo tipo de crecimiento.

Species diversity (Shannon index)/plot and species richness/plot per growth type (trees, shrubs, herbs and climbers) in riparian and slope forests (mean \pm 1 SE). N for each bar = 60. Different letters indicate statistical differences ($P < 0.05$) between riparian and slope forests for a single growth type.

($P < 0,0001$). Igualmente, se encontró una mayor riqueza de especies nativas ($P < 0,0001$), pero menor riqueza de exóticas asilvestradas en el bosque ribereño en comparación con el de ladera (figura 3).

Estructura de tamaños de especies arbóreas. Se encontró una mayor densidad de individuos adultos ($dap \geq 5$ cm) ($P < 0,0314$) y menor densidad de regeneración ($dap < 5$ cm) ($P < 0,0001$) en el bosque ribereño en comparación al de ladera. Igualmente, se encontró una mayor riqueza de árboles en estado adulto ($P = 0,0005$) en el bosque ribereño, pero no se registró ninguna diferencia a nivel de la regeneración ($P = 0,187$) (figura 4).

A nivel de individuos adultos, en el bosque ribereño algunas de las especies con mayor densidad (≥ 7 individuos/parcela) fueron *Aextoxicon punctatum*, *Cryptocarya alba*, *Caldcluvia paniculata* (Cav.) D. Don, *Luma apiculata* y *Nothofagus dombeyi*. En cambio, en el bosque de ladera las especies con mayor densidad (≥ 7 individuos/parcela) fueron *Cryptocarya alba*, *Nothofagus glauca* y *Persea lingue*.

En estado de regeneración, en el bosque ribereño algunas de las especies con mayores niveles de regeneración (≥ 50 individuos/parcela) fueron *Aextoxicon punctatum*, *Cryptocarya alba*, *Caldcluvia paniculata*, *Luma apiculata*, *Lomatia dentata*, *Maytenus boaria* Molina, *Nothofagus dombeyi* y *Persea lingue*. En el bosque de ladera, las especies con mayores niveles de regeneración (≥ 50 individuos/parcela) fueron *Aextoxicon punctatum*, *Cryptocarya alba*, *Gevuina avellana*, *Luma apiculata*, *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels, *Nothofagus glauca*, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua*, *Persea lingue* y *Peumus boldus* Molina.

Estratificación. Se encontró una mayor cobertura del estrato herbáceo (altura < 1 m) ($P = 0,012$) y arbóreo (altura > 5 m) ($P < 0,0001$) en el bosque de ladera, mientras que para el caso del estrato arbustivo (altura 1-5 m), la cobertura fue mayor en el bosque ribereño ($P < 0,0001$) (figura 5). En ambos bosques existe una dominancia del estrato herbáceo; sin embargo, en el bosque ribereño la cobertura del estrato arbustivo alcanza también una alta cobertura en comparación al estrato arbóreo. En cambio, en el bosque de ladera, los dos estratos superiores poseen una menor cobertura que el estrato más bajo (figura 5).

Respecto a la hojarasca, se encontró una mayor cobertura ($P < 0,0001$) y mayor profundidad ($P < 0,0001$) en el bosque de ladera. En el bosque ribereño se encontró $2,76 \pm 0,18$ cm de profundidad y $85,42 \pm 2,31$ % de cobertura de hojarasca, mientras que en el bosque de ladera se encontró $5,16 \pm 1,62$ cm de profundidad y $96,67 \pm 0,63$ % de cobertura de hojarasca.

DISCUSIÓN

En concordancia con la hipótesis planteada, la composición de especies de plantas vasculares del bosque ribereño y de ladera fue diferente, habiendo especies que se restringen al bosque ribereño y otras que se restringen al bosque de ladera. Estos resultados concuerdan con el estudio de Ramírez *et al.* (1983), quienes en función de las condiciones edáficas y principalmente de la humedad caracterizan diferentes unidades fitosociológicas. Si bien en todos los tipos de crecimiento evaluados, no alcanzan más de un 65 % de similitud; en particular, es entre las hierbas y plantas trepadoras, donde los tipos de bosque son más diferentes.

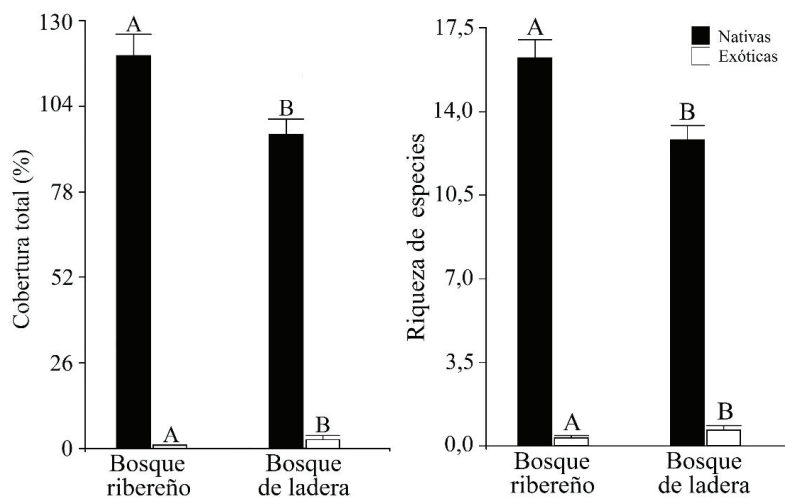


Figura 3. Cobertura total y riqueza de especies/parcela según origen biogeográfico (nativa, exótica) en el bosque ribereño y de ladera (media ± 1 EE). N por cada barra = 60. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P > 0,05$) entre el bosque ribereño y de ladera por cada origen biogeográfico.

Total cover and species richness/plot according to biogeographic origin (native and exotic) in riparian and slope forests (media ± 1 SE). N for each bar = 60. Different letters indicate statistical differences ($P < 0.05$) between riparian and slope forest for a single biogeographic origin.

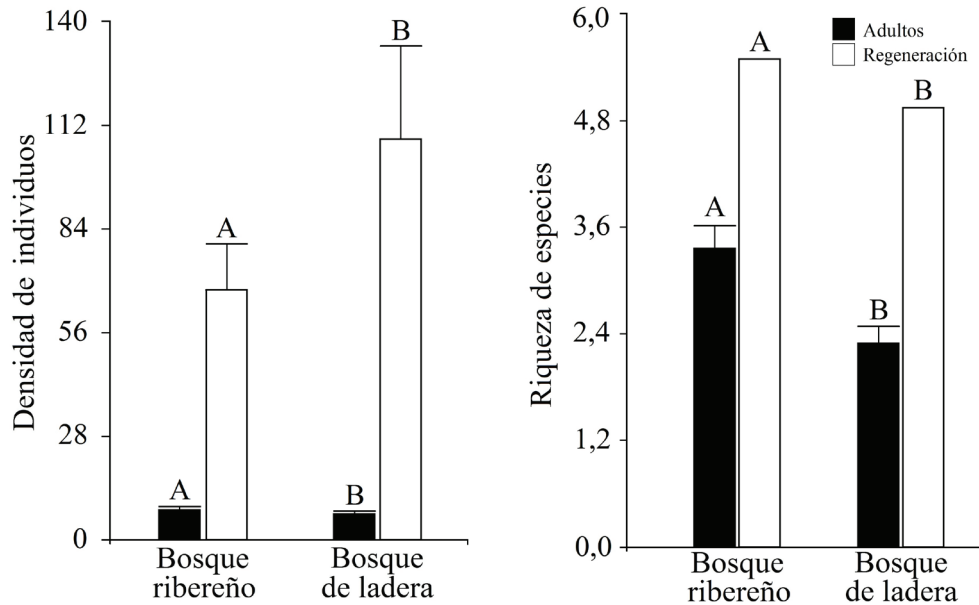


Figura 4. Densidad (individuos/parcela) y riqueza de especies/parcela de árboles en etapa adulta y regeneración en el bosque ribereño y de ladera (media \pm 1 EE). N por cada barra = 60. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P > 0,05$) entre el bosque ribereño y de ladera por cada clase de tamaño.

Density (individuals/plot) and species richness/plot of tree species for adult and regeneration stages in riparian and slope forests (mean \pm 1 SE). N for each bar = 60. Different letters indicate statistical differences ($P < 0.05$) between riparian and slope forests.

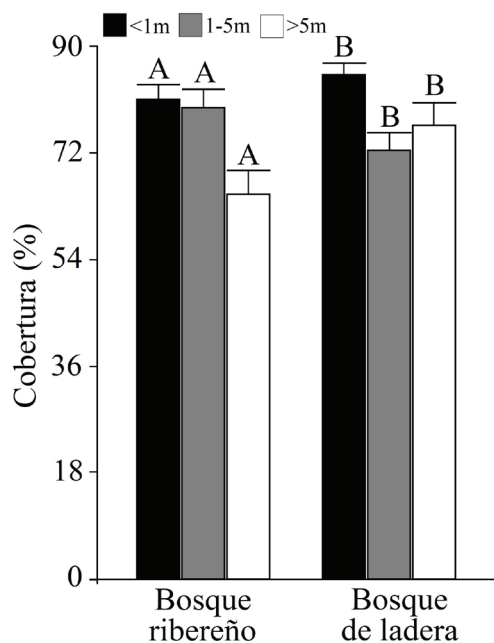


Figura 5. Cobertura de vegetación de tres estratos verticales de altura: < 1 m (herbáceo), entre 1 – 5 m (arbustivo) y > 5 m (arbóreo) en el bosque ribereño y de ladera (media \pm 1 EE). N por cada barra = 60. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre el bosque ribereño y de ladera para un solo estrato.

Cover of three vertical strata < 1 (herbaceous), 1–5 (shrubby) and > 5 m (arboreal) in riparian and slope forests (mean \pm 1 SE). N for each bar = 60. Different letters indicate statistical differences ($P < 0.05$) between riparian and slope forests for a single strata.

En el bosque ribereño se encontró una mayor diversidad de especies, al menos en árboles y plantas trepadoras, una mayor cobertura y riqueza de especies nativas, una mayor densidad de árboles adultos (dap > 5 cm) y una menor cobertura del estrato herbáceo (altura < 1 m). En cambio, en el bosque de ladera se encontró una mayor riqueza y cobertura de especies exóticas asilvestradas, una mayor densidad de regeneración de árboles y una mayor cobertura del estrato herbáceo (altura < 1 m) y arbóreo (altura > 5 m).

Aunque no se evaluaron las condiciones abióticas de ambos tipos de bosque, es posible que al menos algunas de estas diferencias florísticas y de vegetación se deban a la mayor disponibilidad de humedad en el hábitat ribereño (e.g. Suzuki *et al.* 2002, Xiong *et al.* 2003, Sambaré *et al.* 2011). Una mayor disponibilidad de agua en el suelo podría reducir la competencia; y con ello, favorecer la coexistencia de un mayor número de especies, una mayor densidad de plantas y una mayor cantidad de biomasa o cobertura, tal como se observó. Esto sería especialmente importante durante los períodos de verano, en los que en la región de estudio, las precipitaciones disminuyen considerablemente. Por ello, una mayor humedad en los bosques ribereños podría explicar la mayor densidad de árboles adultos, la mayor cobertura y la mayor riqueza de especies nativas en comparación con los de la ladera (Granados-Sánchez *et al.* 2006).

Por otra parte, la mayor riqueza de hierbas en el bosque de ladera es consecuencia de una mayor invasión de especies exóticas asilvestradas, que son predominantemen-

te herbáceas. Así mismo, la mayor cobertura del estrato herbácea en el bosque de ladera, está determinada fuertemente por la mayor cobertura de las especies exóticas que crecen en ellos. Si bien en el bosque de ladera se observó una menor cobertura del estrato arbustivo, hubo mayor cobertura del estrato arbóreo, haciendo que en general la cobertura total de ambos hábitats sea relativamente similar. En consecuencia, la mayor riqueza de especies exóticas, principalmente herbáceas, observada en el bosque de ladera no se debería a diferencias de cobertura leñosa tal como se ha documentado en otros trabajos (Rojas *et al.* 2011). Es conocido que la invasión por hierbas exóticas asilvestradas es favorecida por la dispersión que genera el ganado (Pauchard y Alaback 2004). Entonces, es posible que el mejor acceso que tienen los bosques de ladera para el ganado, en comparación con los fondos de las quebradas donde crece el bosque ribereño, pueda estar gatillando una mayor presencia de hierbas exóticas. Además, las laderas se encontrarían en general más cercanas a los asentamientos humanos, los que juegan un rol importante en la invasión de especies exóticas (Burton *et al.* 2005).

La menor densidad, pero no menor riqueza, de regeneración de árboles en el bosque ribereño puede estar relacionada con la mayor cobertura del estrato arbustivo en este tipo de bosque. Este estrato probablemente reduce fuertemente la disponibilidad de luz, restringiendo o reduciendo la densidad de regeneración de especies menos tolerantes a la sombra. Además, el mayor encajonamiento de los bosques ribereños determina que en general estos hábitats reciban menos radiación directa que los bosques de ladera (Granados-Sánchez *et al.* 2016). En cambio, en el bosque de ladera la menor cobertura del estrato arbustivo, pero al mismo tiempo manteniendo una cobertura superior arbórea que protege de la radiación directa, puede permitir una alta regeneración tanto de especies tolerantes como intolerantes a la sombra. La menor regeneración observada en el bosque ribereño, también podría estar relacionada a las perturbaciones que tienen lugar durante los periodos de altos flujos de agua. Estas perturbaciones conducen a la fractura de los troncos de los árboles (observación directa), impidiendo el reclutamiento y la regeneración en las zonas ribereñas (Berthelot *et al.* 2014). Además, la mayor presencia de hojarasca en los bosques de ladera, estaría jugando un rol importante al propiciar una condición adecuada de humedad para la regeneración en este hábitat (Xiong *et al.* 2003). Por otra parte, una menor luminosidad en el bosque ribereño también explicaría la mayor diversidad de especies trepadoras observada en este hábitat ya que la mayoría de estas especies en los bosques templados de Chile, son sombra tolerantes (Valladares *et al.* 2011).

Los resultados encontrados son similares a los de otros estudios en los que se comparan la composición, diversidad y estructura entre bosques ribereños y bosques de laderas. Por ejemplo, Suzuki *et al.* (2002) encontraron mayor riqueza, equitabilidad y diversidad de especies nativas en bosques ribereños en comparación con los de las laderas.

Gregory *et al.* (1991) también concluyeron que la vegetación de las zonas ribereñas exhibe un mayor grado de diversidad estructural y de especies. Estos resultados concuerdan con gradientes de incremento de la diversidad leñosa y de hábitats desde lo más alto de una cuenca hasta la zona ribereña (Corbacho *et al.* 2003). Sin embargo, contrario a los resultados del presente trabajo, Suzuki *et al.* (2002) encontraron menor densidad de individuos con $dap > 5$ cm en el bosque ribereño, posiblemente debido al mayor grado y frecuencia de perturbaciones naturales que sufren los bosques que evaluaron. Así mismo, contrario a lo esperado, en el bosque ribereño se encontró una menor cobertura y riqueza de especies exóticas asilvestradas en comparación con el bosque de ladera, a pesar de la mayor incidencia de perturbaciones naturales (Hood y Naiman 2000, Sunil *et al.* 2011). Es posible que la mayor cobertura del estrato 1 -5 m (sotobosque) encontrada en el bosque ribereño restrinja un mayor ingreso de la radiación solar; y con ello, limita la regeneración de las especies exóticas.

Los resultados de este estudio, hacen evidente la importancia de los bosques ribereños en términos de composición, riqueza, diversidad y estructura de la vegetación. Por ello, diversos autores enfatizan que ellos deben ser prioritarios para la conservación (*e.g.* Brosofske *et al.* 1997, Lyon y Gross 2005, Méndez-Toribio *et al.* 2014). Actualmente, en Chile existen amenazas latentes para los bosques ribereños tales como las plantaciones forestales y las actividades agropecuarias (Altamirano y Lara 2010). La deforestación de esta zona ocasionaría cambios de la temperatura de los cursos de agua, del aire, del suelo y de la humedad (Brosofske *et al.* 1997), alterando la diversidad o los patrones de regeneración. Además, una reducción de su estratificación o de su cobertura podría incrementar su nivel de invasión (Richardson *et al.* 2007). En consecuencia, los esfuerzos deben encaminarse a conservar este tipo de vegetación, sobre todo a escala de cuenca, considerando la variabilidad asociada a los flujos de agua (Goebel *et al.* 2003). Actualmente, la normativa chilena estipula la conservación de una franja de 10 m a ambos lados de los ríos. Sin embargo, diversos estudios (*e.g.* Goebel *et al.* 2003, Langer *et al.* 2008, Gutierrez y Becerra 2017), sostienen que ello es insuficiente para conservar la diversidad y las funciones ecosistémicas del bosque ribereño. Entonces, solo aumentando al ancho de la franja de protección se podrá asegurar la mantención de su resiliencia a perturbaciones naturales y conservación de su biodiversidad y funciones ecosistémicas.

CONCLUSIONES

Las hipótesis que se plantean están parcialmente respaldadas por los resultados, puesto que en el bosque ribereño se encuentra diferente composición florística, mayor diversidad de flora vascular (árboles y plantas trepadoras), mayor riqueza de especies nativas, menor nivel de regeneración de árboles y mayor cobertura del estrato arbustivo.

Sin embargo, contrario a lo esperado, se encuentra mayor cobertura y diversidad de especies exóticas en el bosque de ladera, lo que sugiere una mayor resistencia a la invasión de especies exóticas del bosque ribereño. Así mismo, se observa una mayor cobertura del estrato herbáceo y arbóreo en el bosque de ladera. Estos efectos pueden ser atribuibles a la mayor humedad y perturbaciones naturales en los bosques ribereños en comparación con los bosques de ladera. En general, la mayor diversidad de especies en el bosque ribereño, sugiere que este hábitat contribuye de manera importante a la conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, al emplear como réplica a una cuenca, se abarcó una gran área geográfica para incluir diferentes cuencas; pero con ello, se sacrificó el número de parcelas empleadas para caracterizar a cada cuenca. Una alta variabilidad de los datos, potenciada por el bajo número de réplicas (cuenca), puede influir en el bajo poder de la prueba estadística para detectar diferencias de las variables analizadas entre los tipos de bosque. Sin embargo, aun a esta escala de evaluación, los patrones esperados respecto a composición, diversidad o regeneración se mantienen, aunque no para el caso de la cobertura y diversidad de especies exóticas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por CONICYT USA, bajo el número de subvención 2012–0011. Ivon Gutierrez fue becaria de maestría de PRONABEC – Perú, durante el tiempo de colección y análisis de datos. Pablo Becerra agradece al proyecto FB 0002–2014.

REFERENCIAS

- Altamirano A, A Lara. 2010. Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque* 31(1): 53-44. DOI: 10.4067/S0717-92002010000100007.
- Berthelot JS, D Saint-Laurent, V Gervais-Beaulac, D Savoie. 2014. Assessing the effects of periodic flooding on the population structure and recruitment rates of riparian tree forests. *Water* 6: 2614-2633. DOI: 10.3390/w6092614.
- Boothroyd IKG, JM Quinn, ER (Lisa) Langer, KJ Costley, G Steward. 2004. Riparian buffers mitigate effects of pine plantation logging on New Zealand streams: 1. Riparian vegetation structure, stream geomorphology and periphyton. *Forest Ecology and Management* 194(1-3): 199-213. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.02.018.
- Brosfokske KD, J Chen, RJ Naiman, JF Franklin. 1997. Harvesting effects on microclimatic gradients from small streams to uplands in Western Washington. *Ecological Applications* 7(4): 1188-1200. DOI: 10.1890/1051-0761(1997)007[1188:HEOMGF]2.0.CO;2.
- Burton ML, LJ Samuelson, S Pan. 2005. Riparian woody diversity and forest structure along an urban-rural gradient. *Urban Ecosystems* 8(1): 93-106. DOI: 10.1007/s11252-005-1421-6.
- Corbacho C, JM Sánchez, E Costillo. 2003. Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95(2-3): 495-507. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00218-9.
- Gajardo R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 163 p.
- Goebel C, B Palik, K Pregitzer. 2003. Plant diversity contributions of riparian areas in watersheds of the northern lake states, USA. *Ecological Applications* 13(6): 1595-1609.
- Granados-Sánchez D, MA Hernández-García, GF López-Ríos. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 55-59.
- Gregory SV, FJ Swanson, WA McKee, KW Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 41(8): 540-551. DOI: 10.2307/1311607.
- Gutierrez IR, PI Becerra. 2017. The effect of native forest replacement by *Pinus radiata* plantations on riparian plant communities in Chile. *Plant Ecology and Diversity* 10(1): 1-11. DOI: 10.1080/17550874.2017.1294630.
- Harper KA, SE Macdonald. 2001. Structure and composition of riparian boreal forest: New methods for analyzing edge influence. *Ecology* 82(3): 649-659.
- Hood GW, RJ Naiman. 2000. Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. *Plant Ecology* 148: 105-114. DOI: 10.1023/A:1009800327334.
- Langer ER (Lisa), GA Steward, MO Kimberley. 2008. Vegetation structure, composition and effect of pine plantation harvesting on riparian buffers in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 256(5): 949-957. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.05.052.
- Lyon J, NM Gross. 2005. Patterns of plant diversity and plant-environmental relationships across three riparian corridors. *Forest Ecology and Management* 204(2-3): 267-278. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.09.019.
- Marticorena C, M Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana* (42):1-157.
- Méndez-Toribio M, I Zermeño-Hernández, G Ibarra-Manríquez. 2014. Effect of land use on the structure and diversity of riparian vegetation in the Duero river watershed in Michoacán, Mexico. *Plant Ecology* 215: 285-296. DOI: 10.1007/s11258-014-0297-z.
- Naiman RJ, H Decamps. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(102): 621-658. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621.
- Pauchard A, B Alaback. 2004. Influences of evaluation, land use and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of South-Central Chile. *Conservation Biology* 18(1): 238-248.
- Ramírez C, F Ferriere, H Figueroa. 1983. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 56:11-26.
- Richardson DM, PM Holmes, KJ Esler, SM Galatowitsch, JC Stromberg, SP Kirkman, P Pysek, RJ Hobbs. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13(1): 126-139. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2006.00314.x.
- Rojas I, P Becerra, N Gálvez, J Laker, C Bonacic, A Hester. 2011. Relationship between fragmentation, degradation and native and exotic species richness in an Andean temperate forest of Chile. *Gayana Botanica* 68(2): 163-175.

- Sambaré O, F Bognounou, R Witting, A Thiombiano. 2011. Woody species composition, diversity and structure of riparian forests of four watercourses types in Burkina Faso. *Journal of Forestry Research* 22(2): 145-158. DOI: 10.1007/s11676-011-0143-2.
- Santibáñez F, JM Uribe. 1993. Atlas agroclimático de Chile: regiones sexta, séptima, octava y novena. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. 99 p.
- Sunil C, RK Somashekar, BC Nagaraja. 2011. Impact of anthropogenic disturbances on riparian forest ecology and ecosystem services in Southern India. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 7(4): 273-282. DOI: 10.1080/21513732.2011.631939.
- Suzuki W, K Ozumi, T Masaki, K Takahashi, H Daimaru, K Hoshizaki. 2002. Disturbance regimes and community structures of a riparian and an adjacent terrace stand in the Kanumazawa Riparian Research Forest, northern Japan. *Forest Ecology and Management* 157(1-3): 285-301. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00667-8.
- Tropicos (2018). Missouri Botanical Garden (en línea, sitio web). Consultado 25 abr. 2018. Disponible en <http://www.tropicos.org>.
- Valladares F, E Gianoli, A Saldaña. 2011. Climbing plants in a temperate rainforest understorey: Searching for high light or coping with deep shade? *Annals of Botany* 108(2): 231-239. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173506.
- Xiong S, ME Johansson, FM Hughes, A Hayes, KS Richards, C Nilsson. 2003. Interactive effects of soil moisture, vegetation canopy, plant litter and seed addition on plant diversity in a wetland. *Journal of Ecology* 91: 976-986.

Recibido: 18/10/17

Aceptado: 04/05/18

Anexo. Especies de plantas registradas en las cuencas de evaluación, tanto en la vegetación del bosque ribereño como en el de ladera, en el centro sur de Chile. *especies exóticas, ** especies con origen desconocido (PIU: Los Piquenes; MIL: El Milico; ARA: Las Arañas; QUE: Los Queñes; MAN: Manqui; SIN: Sin Puerta).

Plant species recorded in the watersheds evaluated, both in the vegetation of the riparian and slope forests, in south-central Chile. *exotic species, **species with unknown origin (PIU: Los Piquenes, MIL: El Milico, ARA: Las Arañas, QUE: Los Queñes, MAN: Manqui, SIN: Sin Puerta).

| Familia | Nombre científico | Vegetación ribereña | | | | | Vegetación de ladera | | | | | | |
|-------------------|--|---------------------|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | PIU | MIL | ARA | QUE | MAN | SIN | PIU | MIL | ARA | QUE | MAN | SIN |
| Árboles | | | | | | | | | | | | | |
| Aextoxicaceae | <i>Aextoxicon punctatum</i> Ruiz et Pav. | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Myrtaceae | <i>Amomyrtus luma</i> (Molina) D. Legrand et Kausel | | | 1 | | | | | | | | | |
| Elaeocarpaceae | <i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 |
| Cupressaceae | <i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don.) Pic.Serm. et Bizarri | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | | |
| Salicaceae | <i>Azara lanceolata</i> Hook. f. | | | 1 | | | | | | 1 | | | |
| Salicaceae | <i>Azara petiolaris</i> (D. Don.) I.M. Johnst. | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 |
| Myrtaceae | <i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> (Hook. et Arn.) Nied. | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| Cunoniaceae | <i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav.) D. Don | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | |
| Cardiopteridaceae | <i>Citronella mucronata</i> (Ruiz et Pav.) D. Don | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | |
| Lauraceae | <i>Cryptocarya alba</i> (Molina) Looser | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| Winteraceae | <i>Drimys winteri</i> J.R. Forst. et G. Forst. | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | |
| Cunoniaceae | <i>Eucryphia cordifolia</i> Cav. | | | | | | | | | 1 | | | |
| Oleaceae | * <i>Fraxinus excelsior</i> L. | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| Proteaceae | <i>Gevuina avellana</i> Molina | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Rosaceae | <i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz et Pav. | 1 | | | | | | | | | | | |
| Monimiaceae | <i>Laurelia sempervirens</i> (Ruiz et Pav.) Tul. | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |
| Myrtaceae | <i>Legrandia concinna</i> (Phil.) Kausel | | | | 1 | | | | | | | | |
| Anacardiaceae | <i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. et Arn. | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| Proteaceae | <i>Lomatia dentata</i> (Ruiz et Pav.) R.Br. | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Proteaceae | <i>Lomatia ferruginea</i> (Cav.) R.Br. | | | 1 | | | | | | 1 | | | |
| Proteaceae | <i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels. | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | |
| Myrtaceae | <i>Luma apiculata</i> (DC.) Burret | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Myrtaceae | <i>Luma chequen</i> (Molina) A. Gray | | | | | | | 1 | | | | | |
| Celastraceae | <i>Maytenus boaria</i> Molina | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia obtusa</i> (DC.) O. Berg. | | | | | 1 | | | | | | | |
| Myrtaceae | <i>Myrceugenia planipes</i> (Hook. et Arn.) O. Berg. | | | 1 | | | | | | | | | |
| Nothofagaceae | <i>Nothofagus alpina</i> (Poepp. et Endl.) Oerst. | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| Nothofagaceae | <i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst. | 1 | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| Nothofagaceae | <i>Nothofagus glauca</i> (Phil.) Krasser | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| Nothofagaceae | <i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst. | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nothofagaceae | <i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl.) Krasser | | | | | | | 1 | | | | | |
| Fabaceae | <i>Otholobium glandulosum</i> (L.) J.W. Grimes | | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| Lauraceae | <i>Persea lingue</i> (Ruiz et Pav.) Nees | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 |

Continúa

| | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monimiaceae | <i>Peumus boldus</i> Molina | 1 | | | 1 | 1 | | | | 1 |
| Podocarpaceae | <i>Podocarpus salignus</i> D. Don | | | 1 | | | | | 1 | |
| Quillajaceae | <i>Quillaja saponaria</i> Molina | 1 | | | | 1 | | | 1 | |
| Araliaceae | <i>Raukava laetevirens</i> (Gay) Frodin. | | | 1 | | | | | 1 | |
| Cunoniaceae | <i>Weinmannia trichosperma</i> Cav. | | | 1 | | | | | 1 | |
| Arbustos | | | | | | | | | | |
| Asteraceae | <i>Acrisione denticulata</i> (Hook. et Arn.) B. Nord. | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 |
| Fabaceae | <i>Adesmia elegans</i> Clos | | | | | | | 1 | | |
| Phytolaccaceae | <i>Anisomeria</i> sp. | | 1 | | | | | | 1 | |
| Asteraceae | <i>Ageratina glechonophylla</i> (Less.) R.M.King et H.Rob. | 1 | | | | | | 1 | | |
| Salicaceae | <i>Azara serrata</i> Ruiz et Pav. | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis</i> sp. | | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis neaei</i> DC. | | 1 | | | | | 1 | | |
| Asteraceae | <i>Baccharis obovata</i> Hook. et Arn. | 1 | | | | | | 1 | | |
| Asteraceae | <i>Baccharis racemosa</i> (Ruiz et Pav.) DC. | | | | | | | 1 | | |
| Asteraceae | <i>Baccharis sagittalis</i> (Less.) DC. | | 1 | | 1 | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz et Pav.) Pers. | 1 | | | | | | | | 1 |
| Berberidaceae | <i>Berberis</i> sp. | | | | | | | | 1 | |
| Berberidaceae | <i>Berberis rotundifolia</i> Poepp. et Endl. | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 |
| Buddlejaceae | <i>Buddleja globosa</i> Hope | | 1 | | | | | | | |
| Calceolariaceae | <i>Calceolaria andina</i> Benth. | | 1 | | | | | | 1 | |
| Calceolariaceae | <i>Calceolaria</i> Cf. <i>talca</i> Grau et Ehr. Bayer | 1 | | | | | | | | |
| Poaceae | <i>Chusquea culeou</i> E. Desv. | 1 | | | | | | 1 | | |
| Poaceae | <i>Chusquea quila</i> Kunth | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Rhamnaceae | <i>Colletia hystrix</i> Clos | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | |
| Euphorbiaceae | <i>Colliguaja dombeyana</i> A. Juss. | 1 | | | | | | 1 | 1 | |
| Euphorbiaceae | <i>Colliguaja integerrima</i> Gillies et Hook. | | | | | | | 1 | | 1 |
| Euphorbiaceae | <i>Colliguaja odorifera</i> Molina | 1 | | | | | | 1 | | |
| Coriariaceae | <i>Coriaria ruscifolia</i> L. | 1 | | | | | | | | |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia</i> cfr. <i>revoluta</i> (Ruiz et Pav.) Pers. | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia rubra</i> (Ruiz et Pav.) Pers. | 1 | | 1 | | | | 1 | | |
| Onagraceae | <i>Fuchsia magellanica</i> Lam. | | | 1 | | | | | | |
| Ericaceae | <i>Gaultheria mucronata</i> (L. f.) Hook. et Arn. | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| Ericaceae | <i>Gaultheria pumila</i> (L. f.) D. J. Middleton | | 1 | | | | | | | |
| Asteraceae | <i>Haplopappus</i> sp. | 1 | | | | | | 1 | | |
| Scrophulariaceae | <i>Jovellana violacea</i> (Cav.) G. Don. | | | | | 1 | | | | |
| Scrophulariaceae | <i>Jovellana punctata</i> Ruiz et Pav. | | | 1 | | | | | | |
| Celastraceae | <i>Maytenus disticha</i> (Hook. f.) Urb. | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Celastraceae | <i>Maytenus magellanica</i> (Lam.) Hook. f. | | 1 | | | | | | 1 | |
| Misodendraceae | <i>Misodendrum punctulatum</i> Banks ex DC. | | | | | | | | 1 | |
| Asteraceae | <i>Podanthus mitiqui</i> Lindl. | 1 | | | | | | 1 | | |

Continúa

Continuación Anexo

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grossulariaceae | <i>Ribes punctatum</i> Ruiz et Pav. | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 |
| Grossulariaceae | <i>Ribes magellanicum</i> Poir. | | 1 | | | | | | | | |
| Grossulariaceae | <i>Ribes valdivianum</i> Phil. | | | | | | | | | | 1 |
| Verbenaceae | <i>Rhaphithamnus spinosus</i> (Juss.) Moldenke | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | |
| Rosaceae | * <i>Rosa rubiginosa</i> L. | | | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Rosaceae | * <i>Rubus ulmifolius</i> Schott | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 |
| Anacardiaceae | <i>Schinus patagonicus</i> (Phil.) I.M. Johnst. ex Cabrera | | 1 | | | | | | 1 | | |
| Boraginaceae | <i>Selkirkia pauciflora</i> (Ruiz et Pav.) Holstein et Weigend | | | | | 1 | | | | | |
| Solanaceae | <i>Solanum crispum</i> Ruiz et Pav. | | | 1 | | 1 | | | | | |
| Fabaceae | <i>Sophora macrocarpa</i> Sm. | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Fabaceae | <i>Sophora microphylla</i> Aiton | | | | 1 | | | | | | |
| Lamiaceae | <i>Teucrium bicolor</i> Sm. | | 1 | | | | | | | | |
| Myrtaceae | <i>Ugni molinae</i> Turcz. | | | 1 | | | | | 1 | | 1 |
| Violaceae | <i>Viola portalesia</i> Gay | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 |
| Vivianiaceae | <i>Viviania</i> Cf. <i>crenata</i> (Hook.) G.Don | 1 | | | | | | | | | |
| Vivianiaceae | <i>Wendtia gracilis</i> Meyen | 1 | | | | | | | | | |
| Hierbas anuales o perennes | | | | | | | | | | | |
| NN | **NN_1 | | | | | | | | | | 1 |
| Rosaceae | <i>Acaena argentea</i> Ruiz et Pav. | | 1 | | | | | | | 1 | |
| Pteridaceae | <i>Adiantum chilense</i> Kaulf. | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 |
| Pteridaceae | <i>Adiantum sulphureum</i> Kaulf. | | 1 | | | | | | | | |
| Poaceae | *Cf. <i>Agrostis</i> | | | | | | | 1 | | | |
| Alstroemeriaceae | <i>Alstroemeria</i> sp1. | 1 | | | | | | | | | |
| Alstroemeriaceae | <i>Alstroemeria</i> sp2. | | 1 | | | | | | 1 | | |
| Ranunculaceae | <i>Anemone</i> sp. | 1 | | | | | | | | | |
| Apiaceae | <i>Azorella spinosa</i> (Ruiz et Pav.) Pers. | | | | | | | 1 | 1 | | |
| Blechnaceae | <i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett. | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | |
| Blechnaceae | <i>Blechnum hastatum</i> Kaulf. | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Blechnaceae | <i>Blechnum mochaenum</i> G. Kunkel | | | | | 1 | | | | | 1 |
| Cyperaceae | <i>Carex</i> sp. | | | | | | 1 | | | | 1 |
| Cyperaceae | <i>Carex</i> Cf. <i>excelsa</i> Peopp. ex Kunth | | | | 1 | | | | | 1 | |
| Cyperaceae | <i>Carex</i> Cf. <i>setifolia</i> Kunze ex Kunth | 1 | | | | | | 1 | | | |
| Pteridaceae | <i>Cheilanthes hypoleuca</i> (Kunze) Mett. | 1 | | | | | | | | | |
| Euphorbiaceae | <i>Chiropetalum tricuspidatum</i> (Lam.) A. Juss. | | | | | 1 | 1 | | | | |
| Asteraceae | * <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Coniza</i> sp. | | | | | | | | | | 1 |
| Boraginaceae | * <i>Echium vulgare</i> L. | | | | | | | | | | 1 |
| Apiaceae | <i>Eryngium paniculatum</i> Cav. et Dombey ex F. Delaroché | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Equisetaceae | <i>Equisetum bogotense</i> Kunth | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Bromeliaceae | <i>Fascicularia bicolor</i> (Ruiz et Pav.) Mez | | 1 | | | | | | | | |

Continúa

| | | | | | | | | |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Francoaceae | <i>Francoa appendiculata</i> Cav. | 1 | | 1 | | | | |
| Rubiaceae | <i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb. | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta</i> sp. | | 1 | | | | | |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd. | | 1 | | | | | |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta</i> cfr <i>chamissonis</i> (DC.) Cabrera | | | | | 1 | | |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta chamissonis</i> (DC.) Cabrera | 1 | | | | 1 | | |
| Geraniaceae | <i>Geranium core-core</i> Steud. | | | | | | | 1 |
| Geraniaceae | <i>Geranium robertianum</i> L. | 1 | | | | | | |
| Geraniaceae | <i>Geranium sessiliflorum</i> Cav. | | 1 | | | | | |
| Asteraceae | <i>Gnaphalium</i> sp. | | 1 | | | | | |
| Bromeliaceae | <i>Greigia sphacelata</i> (Ruiz et Pav.) Regel | | | | 1 | | | 1 |
| Gunneraceae | <i>Gunnera tinctoria</i> (Molina) Mirb. | | 1 | 1 | | | | |
| Asteraceae | * <i>Hypochaeris radicata</i> L. | 1 | 1 | | | 1 | | |
| Hypericaceae | <i>Hypericum caespitosum</i> Cham. et Schlttdl. | | | | | | | 1 |
| Hypericaceae | * <i>Hypericum perforatum</i> L. | 1 | | | | | | |
| Asteraceae | * <i>Lactuca virosa</i> L. | 1 | | | | 1 | | |
| Iridaceae | <i>Libertia sessiliflora</i> (Poepp.) Skottsbo. | 1 | | | 1 | 1 | | 1 |
| Iridaceae | <i>Libertia tricocca</i> Phil. | | 1 | | | | | |
| Loasaceae | <i>Loasa tricolor</i> Ker Gawl | | | | 1 | | | |
| Poaceae | *Cf. <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | | | | | | | 1 |
| Dicksoniaceae | <i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr. | | 1 | | 1 | | | 1 |
| Fabaceae | * <i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal. | | | | | | | 1 |
| Dryopteridaceae | <i>Megalastrum spectabile</i> (Kaulf.) A.R. Sm. et R.C. Moran | | 1 | | 1 | | | |
| Apiaceae | <i>Osmorhiza chilensis</i> Hook. et Arn. | | | 1 | | | | 1 |
| Oxalidaceae | ** <i>Oxalis</i> sp. | | 1 | | | | | |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis</i> Cf. <i>dumetorum</i> Barnéoud | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Hydrophyllaceae | <i>Phacelia secunda</i> J. F. Gmel. | 1 | | | | | | |
| Aspleniaceae | <i>Pleurosorus papaverifolius</i> (Kunze) Fée | 1 | | | | | | |
| Poaceae | * <i>Poa</i> sp. | | 1 | | | | 1 | |
| Polypodiaceae | <i>Polypodium feuillei</i> Bertero | 1 | | | | | | |
| Dryopteridaceae | <i>Polystichum chilense</i> (H. Christ) Diels | 1 | | | | 1 | 1 | |
| Bromeliaceae | <i>Puya coerulea</i> var. <i>violacea</i> (Brongn.) L.B. Sm. et Looser | 1 | | | | | 1 | |
| Santalaceae | <i>Quinchamalium chilense</i> Molina | | | | | | 1 | |
| Rosaceae | <i>Rubus geoides</i> Sm. | | | | | | | 1 |
| Polygonaceae | * <i>Rumex acetosella</i> L. | 1 | | | | | | 1 |
| Rosaceae | * <i>Sanguisorba minor</i> Scop. | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | * <i>Senecio</i> sp. | | | | | 1 | | |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium</i> sp. | | 1 | | | | 1 | |
| Amaryllidaceae | <i>Solaria miersioides</i> Phil. | | | | 1 | | | |
| Fabaceae | * <i>Trifolium repens</i> L. | | | | | | | 1 |

Continúa

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| Cyperaceae | <i>Uncinia sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Cyperaceae | <i>Uncinia phleoides</i> (Cav.) Pers. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Caprifoliaceae | <i>Valeriana</i> sp1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Caprifoliaceae | <i>Valeriana</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Caprifoliaceae | <i>Valeriana</i> Cf. <i>laxiflora</i> DC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Fabaceae | <i>Vicia</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Violaceae | <i>Viola</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | cfr. <i>Xanthium spinosum</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| NN | **NN_2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| NN | **NN_3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| NN | **NN_4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| NN | **NN_5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Orchidaceae | Orquídea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Plantas trepadoras | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gesneriaceae | <i>Asteranthera ovata</i> (Cav.) Hanst. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Berberidopsidaceae | <i>Berberidopsis corallina</i> Hook.f. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Alstroemeriaceae | <i>Bomarea salsilla</i> (L.) Herb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Lardizabalaceae | <i>Boquila trifoliolata</i> (DC.) Decne. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Bignoniaceae | <i>Campsidium valdivianum</i> (Phil.) Skottsb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Vitaceae | <i>Cissus striata</i> Ruiz et Pav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Apocynaceae | <i>Cynanchum lancifolium</i> Hook. et Arn., hom. Illeg. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea auriculata</i> Poepp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea humifusa</i> Poepp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea humilis</i> Bertero ex Colla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Herreriaceae | <i>Herreria stellata</i> Ruiz et Pav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Hydrangeaceae | <i>Hydrangea serratifolia</i> (Hook. et Arn.) F. Phil. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Philesiaceae | <i>Lapageria rosea</i> Ruiz et Pav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Lardizabalaceae | <i>Lardizabala biternata</i> Ruiz et Pav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Eremolepidaceae | <i>Lepidoceras chilense</i> (Molina) Kuijt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Luzuriagaceae | <i>Luzuriaga radicans</i> Ruiz et Pav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Gesneriaceae | <i>Mitraria coccinea</i> Cav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Polygonaceae | <i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M. Johnst. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Mutisia</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Mutisia brachyantha</i> Phil. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Mutisia decurrens</i> Cav. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Asteraceae | <i>Proustia pyrifolia</i> DC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Gesneriaceae | <i>Sarmienta scandens</i> (J. D. Brandis ex Molina) Pers. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Loranthaceae | <i>Tristerix corymbosus</i> (L.) Kuijt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Tropaeolaceae | <i>Tropaeolum tricolor</i> Sweet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Total | | 74 | 34 | 52 | 44 | 48 | 44 | 51 | 25 | 29 | 49 | 31 | 41 | | | | | | | | | | | |

