
MÉTODOS FITOECOLÓGICOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE ECOSISTEMAS DE REFERENCIA.

Urrutia-Estrada, Jonathan y Fuentes-Ramírez, Andrés. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción y Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera. jurrutiaestrada@gmail.com

RESUMEN

Se caracterizó ecosistemas de referencia de acuerdo a su composición florística en dos áreas con evidentes signos de degradación; predio Pumillahue, ubicado en la comuna de Panguipulli, Región de Los Ríos y Reserva Nacional China Muerta, ubicada en la comuna de Melipeuco, Región de La Araucanía. Para tal efecto se estableció un número variable de parcelas donde se identificó a todas las especies de plantas vasculares, se calculó su riqueza y abundancia y se realizó un análisis de ordenamiento con el fin de conocer la distribución de las áreas muestrales de acuerdo a su composición florística.

En Pumillahue se identificó un total de 68 especies de plantas, de las cuales 42 se encontraron en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y 58 en el bosque de roble (*Nothofagus obliqua*). Se registró además una riqueza de 63 géneros y 42 familias. En ambas unidades vegetacionales dominaron las especies nativas, sin embargo, en el bosque de roble se hicieron presentes elementos exóticos.

En la RN China Muerta, tanto la riqueza como la abundancia de especies es mayor en las zonas menos perturbadas. En general los *taxa* alóctonos son escasos, y alcanzan su máxima expresión en los sitios de baja severidad. *Chusquea quila* fue la especie más abundante en alta y media severidad, en tanto que *Maytenus disticha* lo fue en baja severidad y en el sitio de referencia.

Palabras clave: Restauración, Ecosistema referencia, Composición florística.

SUMMARY

Reference ecosystems were characterized according to their floristic composition in two areas with obvious signs of degradation; Pumillahue farm (Panguipulli, Los Ríos Region) and China Muerta National Reserve (Melipeuco, La Araucaria Region). For this purpose, a variable number of plots was established where all the species of vascular plants were identified, their wealth and abundance were calculated and an ordering analysis was performed in order to know the distribution of the sample areas according to their floristic composition.

A total of 68 plant species were identified in Pumillahue, of which 42 were found in the olivillo forest (*Aextoxicon punctatum*) and 58 in the roble forest (*Nothofagus obliqua*). A wealth of 63 genera and 42 families was also recorded. In both places, native species dominated, however, exotic elements were present in the roble forest.

In the China Muerta Reserve, both wealth and abundance of species are greater in less disturbed areas. In general, foreign *taxa* are scarce, and reach their maximum expression at sites of low severity. *Chusquea quila* was the most abundant species in high and medium severity, while *Maytenus disticha* was the most severe and at the reference site.

Keywords: Restoration, Reference ecosystem, Floristic composition.

INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica se ha convertido en una estrategia de gran importancia para la conservación biológica, debido a las actuales tasas de fragmentación y pérdida de hábitats (Huxel y Hastings, 1999). Dicho proceso considera no solo la recuperación de especies, sino también de la estructura comunitaria y la composición florística, además del restablecimiento de interacciones y procesos ecológicos (Pollock *et al.*, 2012), hasta conseguir que funcionen en un tiempo relativamente corto de manera similar a la comunidad original (Primack y Massardo, 2001; Zamora, 2002).

Dentro de las consideraciones más importantes de este proceso destacan las sucesiones ecológicas, el banco de semillas, la identificación de especies claves en el proceso sucesional y los procesos fenológicos, todo lo cual forma parte integral en una estrategia de restauración ecológica de comunidades y ecosistemas (Martínez, 2000; Young *et al.*, 2005; Harris *et al.*, 2006).

El proceso de restauración se inicia con el ecosistema perturbado y progresa hacia un estado esperado de recuperación, el cual se denomina ecosistema o sitio de referencia (SER, 2004), el cual da cuenta de la meta de restauración y contribuye a evaluar el éxito de dicho proceso (Palmer *et al.*, 1997).

El ecosistema de referencia debe tener una fisonomía semejante a la zona restaurada y debe encontrarse bajo condiciones ambientales similares (SER, 2004). Idealmente los sitios de referencia deberían tratarse de ambientes con baja intervención humana (Stoddard *et al.*, 2006), y donde se exprese la variabilidad natural de atributos estructurales, funciones ecosistémicas y grupos biológicos.

Los sitios de referencia comúnmente son usados para evaluar los niveles de degradación de sus contrapartes, establecer objetivos de restauración o evaluar el éxito de los mismos (Stoddard *et al.*, 2006).

En el contexto de la restauración ecosistémica, los sitios de referencia son necesarios para evaluar si los ecosistemas degradados se están moviendo en la dirección que permitirá la recuperación de las características deseadas, si se necesita una intervención para acelerar la recuperación o se debe mover el ecosistema en una nueva dirección (Pickett y Parker, 1994; White y Walker, 1997; Beauchamp y Shafroth, 2011).

Los métodos fitoecológicos son parte integral de los procesos de restauración y su aplicación se considera en la fase inicial de este proceso, permiten establecer y caracterizar el ecosistema de referencia, ya que a través de ellos se puede conocer la estructura y composición florística propia del mismo.

La generación de información florística de sitios de referencias en el ámbito de la restauración ecológica es escasa en Chile. Estas investigaciones son importantes para evaluar el estado post-perturbación de las áreas regeneradas y para diseñar adecuadamente programas de restauración ecológica (Mora *et al.*, 2013).

El empleo de este tipo de información se ha incrementado entre los científicos, técnicos y gestores de sistemas naturales, ya que es el punto de partida para la correcta toma de decisiones en programas de restauración ecológica (Alanís *et al.*, 2011; Jiménez *et al.*, 2012).

OBJETIVOS

En el contexto indicado, el objetivo del trabajo fue realizar una descripción detallada del componente florístico en ecosistemas de referencia, con el fin de generar información base para futuros planes de restauración en ecosistemas perturbados. Lo anterior se llevó a cabo en dos

sectores, predio Pumillahue (Región de Los Ríos) y Reserva Nacional China Muerta (Región de La Araucanía).

METODOLOGÍA

Áreas de Estudio

El predio Pumillahue se ubica en la región de Los Ríos, comuna de Panguipulli, es propiedad de la Corporación Nacional Forestal y cuenta con una superficie de 687 hectáreas, de las cuales 350 corresponden a bosque nativo. Estos bosques constituyen una formación vegetal de amplia extensión, dominada por *Nothofagus obliqua* y con un variado elenco florístico en el que se destaca la presencia de elementos laurifolios como *Laurelia sempervirens*, *Aextoxicon punctatum*, *Podocarpus salignus* y *Eucryphia cordifolia*, con presencia importante de lianas como *Lapageria rosea*, *Boquila trifoliolata*, *Cissus striata*, *Sarmienta scandens* y *Luzuriaga radicans*, que marcan su carácter más húmedo. Según la descripción vegetal de Luebert y Pliscoff, el predio se enmarca dentro de la unidad vegetal denominada Bosque Caducifolio Templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, la cual se desarrolla en sectores planos y piedemontes de la depresión intermedia de la región de La Araucanía y de Los Lagos

La Reserva Nacional China Muerta pertenece a la comuna de Melipeuco, región de La Araucanía (38° S, 71° W; Fig. 1), su extensión es de 11.170 ha, ocupadas principalmente por bosques de *Araucaria-Nothofagus* (CONAF, 2015). Esta área fue testigo de un catastrófico incendio forestal acontecido el 14 de marzo de 2015. En evaluaciones posteriores llevadas a cabo en terreno por CONAF, se determinaron tres niveles de severidad de fuego: alta severidad (AS), en donde la cubierta vegetal desapareció completamente; media severidad (MS), en la cual el fuego quemó parcialmente los árboles y el sotobosque; baja severidad (BS), en donde el daño del fuego a los árboles fue mínimo y permaneció gran parte del resto de la vegetación. Se incluyó también un área testigo la cual no fue afectada por el fuego y que constituye el sitio de referencia (SR).

Levantamiento de Datos

Previo a la captura de datos en el predio Pumillahue, se realizó una visita de prospección, en la que se identificó dos unidades vegetacionales: (i) bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*); y (ii) bosque de roble (*Nothofagus obliqua*). El muestreo se realizó mediante el levantamiento de 8 parcelas rectangulares de 200 m² en cada una de las unidades vegetacionales identificadas. En cada área muestral se registraron todas las especies de plantas vasculares presentes y se estimó para cada una de ellas su abundancia de acuerdo al área cubierta (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La colecta de datos en la Reserva China Muerta se realizó mediante el levantamiento de parcelas de muestreo permanente de 100 m² cada una. Se establecieron cinco parcelas por cada nivel de severidad de fuego (AS, MS, BS y CL), con un total de 20 unidades muestrales. En cada parcela se registró a todas las especies de plantas vasculares, y para cada una de ellas se determinó su abundancia total en términos de número de individuos.

Tratamiento de Datos

Se confeccionó un catálogo florístico en el cual se incluyó a todas las especies de plantas vasculares identificadas. Para cada una de ellas se indica su nombre científico, familia botánica, nombre común, origen geográfico, forma de vida y estado de conservación.

Para la clasificación y nomenclatura de las especies se acudió a Marticorena y Quezada (1985), Marticorena y Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005, 2011) y Zuloaga *et al.* (2008).

Las especies no identificadas en terreno fueron colectadas en bolsas plásticas,

etiquetadas y prensadas, para su posterior manipulación e identificación en trabajo de gabinete. Para dicho efecto se utilizó literatura especializada, fundamentalmente los trabajos de Matthei (1995), Riedemann y Aldunate (2003) y Teillier *et al.* (2014).

Para conocer la ordenación de las áreas muestreadas en torno a su composición florística, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) para ambas áreas de estudio.

RESULTADOS

Pumillahue

Se identificó un total de 68 especies de plantas vasculares, de las cuales 42 se encontraron en el bosque de olivillo y 58 en el bosque de roble (Cuadro N° 1).

- Bosque de Olivillo (*Aextoxicon punctatum*)

Se identificó un total de 42 especies de plantas vasculares, cuya clasificación según origen y forma de vida se presenta en el Cuadro N° 1. El estrato herbáceo presentó una cobertura promedio de 39%, está compuesto por 19 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Boquila trifoliolata* y *Luzuriaga radicans* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Lapageria rosea* con una cobertura acumulada de 110% fue la especie más abundante.

El estrato arbustivo presentó una cobertura promedio de 88%, está compuesto por 25 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Aextoxicon punctatum*, *Lomatia dentata* y *Rhamnus diffusus* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto *Aextoxicon punctatum* con una cobertura acumulada de 185% fue la especie más abundante.

El estrato arbóreo presentó una cobertura promedio de 77%, está compuesto por 9 especies de plantas, de las cuales la más frecuente y abundante fue *Aextoxicon punctatum* con presencia en 7 de las 8 estaciones muestreadas y una cobertura acumulada de 310%.

- Bosque de Roble (*Nothofagus obliqua*)

Se identificó un total de 58 especies de plantas vasculares, cuyos orígenes y formas de vida se resumen en el Cuadro N°1. El estrato herbáceo presentó una cobertura promedio de 38%, está compuesto por 35 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Blechnum hastatum* y *Luzuriaga radicans* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Luzuriaga radicans* con una cobertura acumulada de 54% fue la especie más abundante.

El estrato arbustivo presentó una cobertura promedio de 65%, está compuesto por 26 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Aristolelia chilensis*, *Lomatia dentata* y *Rhaphithamnus spinosus* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Aextoxicon punctatum* con una cobertura acumulada de 76% fue la especie más abundante.

El estrato arbóreo presentó una cobertura promedio de 57%, está compuesto por 9 especies de plantas, de las cuales la más frecuente y abundante fue *Aextoxicon punctatum* con presencia en las 8 estaciones muestreadas y una cobertura acumulada de 375%.

Cuadro N° 1
CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES IDENTIFICADAS EN LAS FORMACIONES
VEGETACIONALES DEL PREDIO PUMILLA HUE

	Bosque de Olivillo	Bosque de Roble	Total Pumillahue
Origen			
Endémicas	12	13	17
Nativas	30	33	39
Introducidas	0	12	12
Total	42	58	68

Forma de vida			
Hierbas anuales	0	7	7
Hierbas bianuales	0	1	1
Hierbas perennes	6	15	15
Epífitas	3	0	3
Trepadoras	8	8	9
Sub arbustos	1	1	1
Arbustos	7	10	12
Árboles	17	16	20
Total	42	58	68

En las categorías taxonómicas superiores se identificó un total de 63 géneros, siendo el más importante *Nothofagus* con 3 representantes.

En las familias se obtuvo una riqueza total de 42 taxones, de los cuales la familia *Asteraceae* presentó el mayor número de representantes, seguido de *Myrtaceae*, *Proteaceae*, *Apiaceae* y *Nothofagaceae*, en tanto que hay 8 familias con 2 representantes y 29 con solo uno.

El análisis de ordenación muestra la formación de dos grupos. Si bien ambos conglomerados muestran una alta abundancia de *Aextoxicon punctatum*, las diferencias están dadas por la presencia de otras especies acompañantes.

El primer grupo presenta una mayor abundancia de *Lapageria rosea*, *Lophosoria quadripinnata* y *Laureliopsis philippiana*, una baja participación de *Nothofagus obliqua* y la presencia exclusiva de *Raukaua laetevirens*.

El segundo grupo se diferencia en torno a una mayor abundancia de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, y a la presencia exclusiva de algunas especies exóticas como *Cirsium vulgare*, *Hypochaeris radicata* y *Digitalis purpurea* (Figura 1).

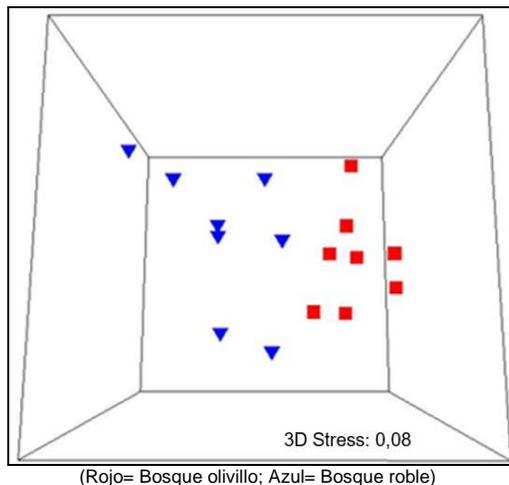


Figura N° 1
DIAGRAMA DE SIMILITUD FLORÍSTICA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES IDENTIFICADAS EN PREDIO PUMILLAHUE

RN China Muerta

En la reserva China Muerta la riqueza y abundancia de especies decrece paulatinamente en la medida que los sitios fueron más afectados por los incendios. Así, en las áreas de alta severidad se registraron valores de riqueza de 5,6 ($\pm 1,3$) especies, mientras que en baja severidad aumentó a 17,8 ($\pm 2,1$). En el sitio de referencia en tanto, la riqueza fue de 16,6 ($\pm 0,7$) especies (Figura N° 2).

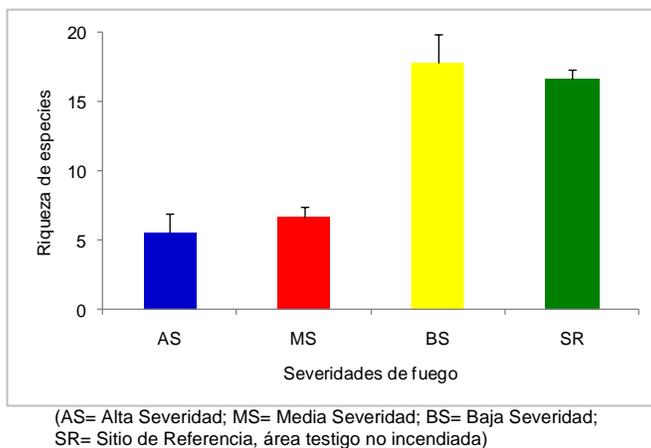


Figura N° 2
RIQUEZA DE ESPECIES SEGÚN SEVERIDAD DE FUEGO EN RN CHINA MUERTA

Respecto de la abundancia de especies, esta fue de 43,4 (\pm 39,4) en alta severidad y aumentó hasta 283 (\pm 52,6) en baja severidad. En el sitio de referencia la abundancia de especies fue de 476,4 (\pm 7,2) (Figura N° 3).

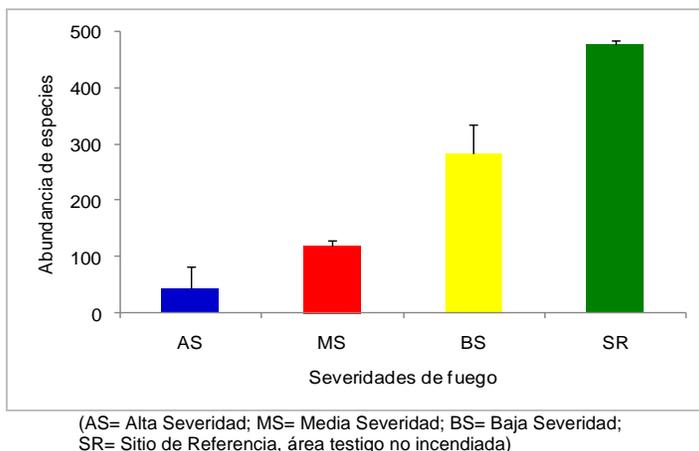


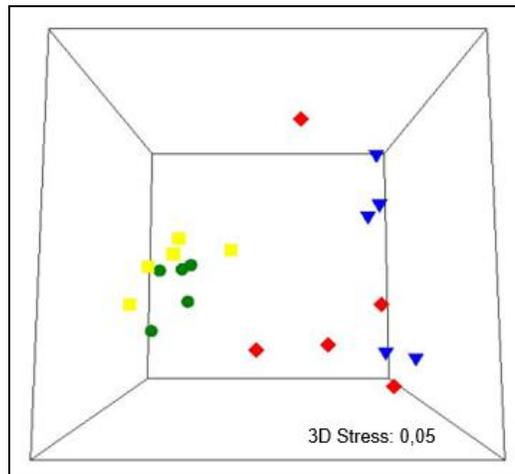
Figura N° 3
ABUNDANCIA DE ESPECIES SEGÚN SEVERIDAD DE FUEGO EN RN CHINA MUERTA.

En áreas donde el fuego alcanzó severidad media a alta la especie más abundante fue *Chusquea quila*, en tanto que en zonas de baja severidad y en el sitio de referencia la más abundante fue *Maytenus disticha*. En todas las condiciones estudiadas hubo una clara dominancia de las especies nativas, sin embargo, de igual manera las especies exóticas se hicieron evidentes. En alta severidad se registró la presencia de *Rumex acetosella*, en media severidad apareció *Holcus lanatus*, en baja severidad se hicieron presentes *Cirsium arvense*, *Euphorbia peplus*, *Holcus lanatus*, *Lactuca serriola*, *Ranunculus repens* y *Rumex acetosella*. En el sitio de referencia sólo apareció *Cerastium arvense*.

En el hábito de crecimiento arbóreo, *Araucaria araucana* fue la especie más abundante en alta severidad, en tanto que *Nothofagus pumilio* lo fue en las parcelas de severidad media, baja y en el sitio de referencia. En el hábito arbustivo, *Chusquea culeou* fue la especie más abundante en alta y media severidad, en tanto que *Maytenus disticha* lo fue en baja severidad y en el sitio de referencia.

En el hábito herbáceo, *Alstroemeria aurea* fue la especie más abundante en alta, media y baja severidad, en tanto que *Adenocaulon chilense* lo fue en el sitio de referencia. Cabe señalar que solo en este último hábito de crecimiento se manifiestan las especies exóticas.

El análisis de ordenación revela la existencia de dos grupos definidos de acuerdo a la composición florística que presentan. El primer conjunto está conformado por los sitios de mayor perturbación (alta y media severidad), cuyo principal carácter diferencial es una mayor abundancia de *Chusquea quila*. El segundo conglomerado está constituido por la condición de baja severidad y el sitio de referencia, su separación está dada por una mayor presencia de *Maytenus disticha*, *Nothofagus pumilio* y *Ribes magellanicum* (Figura N° 4).



(Azul = Severidad Alta; Rojo = Media; Amarillo = Baja;
Verde = Sitio de referencia no incendiado)

Figura N° 4
DIAGRAMA DE SIMILITUD FLORÍSTICA DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR FUEGO
DE DISTINTA SEVERIDAD EN RN CHINA MUERTA

DISCUSIÓN

Tanto el bosque de roble del predio Pumillahue, como las zonas de baja severidad en la RN China Muerta, concentran un importante número de especies exóticas, lo cual da cuenta de una presión adicional a la perturbación ya existente en cada una de las áreas de estudio.

En el caso del bosque de roble, se ha documentado que un dosel abierto es más propenso a la llegada de especies foráneas (Charbonneau y Fahrig, 2004), ya que dichos elementos germinan y crecen más rápido en micrositios abiertos que en zonas con doseles cerrados (Meekins y McCarthy, 2001; Meiners *et al.*, 2002).

En el caso de China Muerta, la presencia de especies exóticas podría atribuirse al paso continuo de ganado vacuno en el área (Urrutia-Estrada *et al.*, 2018), el impacto de estos animales sobre el piso del bosque y su relación con la llegada de especies exóticas ha sido documentada por varios autores (Chaichi *et al.*, 2005; Savadogo *et al.*, 2007; Amiri *et al.*, 2008). La capacidad de una especie para invadir bajo el dosel de un bosque está en estrecha relación con el hábito de crecimiento que presente, siendo la vegetación herbácea la más común (Pauchard *et al.*, 2014). En este sentido, en ambas áreas de estudio las hierbas perennes introducidas juegan un rol importante, por lo que en un futuro cercano tendrán una incidencia relevante en el desarrollo de la comunidad vegetal.

Junto a lo anterior, también se debe considerar que la presencia de herbívoros puede tener una incidencia trascendental en los sitios que serán objeto de restauración, ya que en un primer momento su presencia podría provocar cambios en el andamiaje de especies de plantas de la comunidad vegetal (Chaichi *et al.*, 2005). Esto podría repercutir en transformaciones profundas, como algunos cambios en las trayectorias sucesionales post-disturbio, lo cual en el caso de China Muerta podría culminar en una comunidad de plantas más propensa al fuego (Raffaele *et al.*, 2011).

La restauración post-fuego es un proceso esencial para la recuperación de los ecosistemas, ya que los incendios de alta severidad destruyen la vegetación, consumen la cubierta vegetal orgánica y exponen el suelo mineral a la erosión, especialmente en el periodo de lluvias (Neary *et al.*, 2005). La restauración, por tanto, busca devolver la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, así como también hacerlos resilientes al fuego (Dorner y Brown, 2000; Robichaud *et al.*, 2003; Vega, 2007).

Cabe señalar que la restauración del manto vegetal difícilmente llegará a ser la copia fiel de la comunidad original de referencia, esto debido a que los procesos ecológicos y los organismos involucrados llegan a niveles tan elevados de complejidad, que muchas veces la restauración solo favorece un proceso de cicatrización (Balaguer, 2002); lo cual no necesariamente implica seguir el proceso histórico que generó las comunidades vegetales actuales (Lawton, 1999). Más aún, la recuperación es improbable cuando la mayor parte de las especies originales ha sido eliminada en grandes áreas y no existen fuentes de colonizadores (Primack y Massardo, 2001).

Este tipo de información sirve como un punto de partida para la correcta toma de decisiones en los programas de rehabilitación y restauración ecológica. Una alternativa plausible frente a las alarmantes tasas actuales de pérdida de biodiversidad, es que la degradación accidental o deliberada de cada ecosistema sea corregida mediante su restauración o la de otro enclave ecológicamente equivalente. Teniendo en cuenta las limitaciones propias del proceso de restauración, difícilmente constituirá una alternativa frente a la preservación de los ecosistemas. Sin embargo, puede ser una importante herramienta en pro de la conservación.

REFERENCIAS

- Alanís, E.; Jiménez, J.; Valdecantos, A.; Pando, M.; Aguirre, O. & Treviño, E. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 31-39.
- Amiri, F.; Ariapour, A. & Fadai, S. 2008. Effects of livestock grazing on vegetation composition and soil moisture properties in grazed and non-grazed range site. *Journal of Biological Sciences* 8: 1289-1297.
- Balaguer, L. 2002. Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. *Ecosistemas* 11: 1-11.
- Beauchamp, V. & Shafroth, P. 2011. Floristic composition, beta diversity, and nestedness of reference sites for restoration of xeroriparian areas. *Ecological Applications* 21: 465-476.
- Chaichi, M.; Saravi, M. & Malekian, A. 2005. Effects of livestock trampling on soil physical properties and vegetation cover (case study: Lar Rangeland, Iran). *International Journal of Agriculture & Biology* 7: 904-908.
- Charbonneau, N. & Fahrig, L. 2004. Influence of canopy cover and amount of open habitat in the surrounding landscape on proportion of alien plant species in forest sites. *Ecoscience* 11: 278-281.
- CONAF. 2015. Plan de restauración incendio China Muerta. Temuco, Chile. 64 pp.
- Dorner, J. & Brown, S. 2000. A guide to restoring a native plant community. University of Washington, 59 pp.
- Harris, J.; Hobbs, R.; Higgs, E. & Aronson, J. 2006. Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology* 14: 170-176.
- Huxel, G. & Hastings, A. 1999. Habitat loss, fragmentation, and restoration. *Restoration Ecology* 7: 309-315.
- Jiménez, J.; Alanís, E.; Ruiz, J.; González, M.; Yerena, J. & Alanís, G. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL* 15: 66-71.
- Lawton, J. 1999. Are there general laws in ecology? *Oikos* 84: 177-192.
- Marticorena, C. & Quezada, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42: 1-155.

- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 1995.** Flora de Chile. Vol. 1. Pteridophyta-Gymnospermae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 351 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2001.** Flora de Chile. Vol. 2(1). Winteraceae-Ranunculaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 99 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2003.** Flora de Chile. Vol. 2(2). Berberidaceae-Betulaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 93 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2005.** Flora de Chile. Vol. 2(3). Plumbaginaceae-Malvaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 128 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2011.** Flora de Chile. Vol. 3(1). Misodendraceae-Zygophyllaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 148 pp.
- Martínez, E. 2000.** Restauración ecológica y biodiversidad. *Biodiversitas* 28: 11-14.
- Matthei, O. 1995.** Manual de malezas que crecen en Chile. Alfabet Impresores, Santiago, Chile. 545 pp.
- Meekins, J. & McCarthy, B. 2001.** Effect of environmental variation on the invasive success of a nonindigenous forest herb. *Ecological Applications* 11: 1336-1348.
- Meiners, S.; Pickett, S. & Cadenasso, M. 2002.** Exotic plant invasions over 40 years of old field successions: Community patterns and associations. *Ecography* 25: 215-223.
- Mora, C.; Alanís, E.; Jiménez, J. & González, M. 2013.** Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso Tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12: 29-34.
- Mueller-Dombois, D & Ellenberg, H. 1974.** Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, U.S.A. 547 pp.
- Neary, DG.; Ryan, KC. & DeBano, LF. (eds). 2005.** Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soil and water. Gen. Tech. Rep. RMRS Online publication. GTR-42-vol. 4. Ogden UT.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 257 pp.
- Palmer, MA.; Ambrose, RF. & Poff, NL. 1997.** Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:291-300.
- Pauchard, A.; García, R.; Langdon, L. & Núñez, M. 2014.** Invasiones de plantas en ecosistemas forestales: Bosques y praderas invadidas. En: Donoso C, M González & A Lara (eds.) *Ecología forestal: Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile*. Ediciones Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 673-691 pp.
- Pickett, STA. & Parker, VT. 1994.** Avoiding the old pitfalls: opportunities in a new discipline. *Restoration Ecology* 2:75-79.
- Pollock, M.; Beechie, T. & Imaki, H. 2012.** Using reference conditions in ecosystem restoration: an example for riparian conifer forests in the Pacific Northwest. *Ecosphere* 3: 1-23.
- Primack, R. & Massardo, F. 2001.** Restauración ecológica. Pp. 559-582 en R., Primak editores. *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Raffaele, E.; Veblen, TT.; Blackhall, M. & Tercero-Bucardo, N. 2011.** Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 22: 59-71.
- Riedemann, P. & Aldunate, G. 2003.** Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Chile. Zona Sur. Editorial Andrés Bello, Santiago, Chile. 516 pp.
- Robichaud, PR., Macdonald, L.; Freeouf, J.; Neary, D.; Marin, D. & Ashmun, L. 2003.** Postfire rehabilitation of the Hayman fire. En: R.T. Graham (ed) *Hayman Fire Case Study*. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. RM-RS-GTR-114.
- Savadogo, P.; Sawadogo, L. & Tiveau, D. 2007.** Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical

and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118: 80-92.

SER 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 15 pp.

Stoddard, JLDP.; Larsen, C.; Hawkins, P.; Johnson, RK. & Norris, RH. 2006. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecological Applications* 16:1267–1276.

Teillier, S.; Marticorena, A.; Macaya, J.; Bonnemaïson, C. & Delaunoy, J. 2014. Flora Reserva Biológica Huilohuilo. Guía para la identificación de las especies. Volumen I, II y III. Fundación Huilohuilo, Santiago, Chile. 473+343+373 pp.

Urrutia-Estrada, J.; Fuentes-Ramírez, A. & Hauenstein, E. 2018. Diferencias en la composición florística en bosques de *Araucaria-Nothofagus* afectados por distintas severidades de fuego. *Gayana Botánica* 75: 12-25.

Vega, J. 2007. Bases ecológicas para la restauración preventiva de zonas quemadas. Thematic Session 8- Restauración de zonas quemadas-Vega, J.A.

White, P. S. & Walker, JL. 1997. Approximating nature's variation: Selecting and using reference information in restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:338–349.

Young, TP.; Petersen, DA.; & Clary, JJ. 2005. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters*. 8; 662–673.

Zamora, R. 2002. La restauración ecológica: una asignatura pendiente. *Ecosistemas* año XI. Nº1.

Zuloaga F.; Morrone, O. & Belgrano, M. (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Vol. 1. Pteridophyta, gymnospermae y monocotyledoneae. Missouri Botanical

