

## OPINIONES

## Relevamiento de publicaciones sobre restauración en la región de los bosques Andino Patagónicos de Argentina

Review of publications regarding restoration  
in the Andean Patagonian forest region of Argentina

Adriana Edit Rovere \*\*

\*Autor de correspondencia: <sup>a</sup>Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (CONICET - Universidad Nacional del Comahue), San Carlos de Bariloche, Argentina, tel.: 54 2944428505, arovere@comahue-conicet.gob.ar

## SUMMARY

The United Nations Decade on Ecosystem Restoration is both an opportunity and a challenge to contribute to the recovery of degraded ecosystems. The general objective of this work was to provide an overview of studies regarding ecological restoration carried out in the Andean Patagonian Forest region of Argentina. The specific aims were: (1) to quantify the publications on the subject and identify the reporting language, (2) to classify the publications by type of ecosystem and type of research (basic or applied research, passive or active restoration), and (3) to identify principal causes of degradation. By means of the Scopus database, a search was made for publications with the descriptors “Restau\* + Argentina” and “Restor\* + Argentina”. Between 1998 and 2022, 28 publications were registered. Most of the works correspond to basic research and are written in English. The most studied ecosystems were the *Austrocedrus chilensis* and *Nothofagus pumilio* forests. Forest fires, invasion of exotic plants and presence of exotic herbivores were the main causes of disturbance. Although there is significant scientific development of the topic, the dissemination of scientific knowledge to stakeholders for environmental management and implementation of projects in the territory is still a pending issue.

*Keywords:* bibliographic review, active restoration, passive restoration, disturbances.

## RESUMEN

El Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas es una oportunidad y un desafío para contribuir a la recuperación de ecosistemas degradados. El objetivo general de este estudio fue conocer los trabajos de restauración ecológica desarrollados en la región de los bosques Andino Patagónicos de Argentina. Los objetivos específicos fueron: (1) cuantificar las publicaciones sobre la temática e identificar el idioma de reporte, (2) clasificar las publicaciones por tipo de ecosistema y tipo de investigación (básica, aplicada de restauración pasiva o activa), y (3) identificar los principales tipos de disturbios. Mediante la base de datos Scopus se realizó la búsqueda de las publicaciones con los descriptores “Restau\* + Argentina” y “Restor\* + Argentina”. Se registraron 28 artículos desde 1998 hasta 2022. La mayoría de los trabajos corresponde a investigación básica y están escritos en inglés. Los ecosistemas más estudiados fueron los bosques de *Austrocedrus chilensis* y de *Nothofagus pumilio*. Los incendios forestales, la invasión de plantas exóticas y la presencia de herbívoros exóticos fueron las principales causas de disturbio. Se concluye que, si bien existe un desarrollo importante en investigación, constituye un desafío vincular el conocimiento científico generado con su difusión en espacios de gestión ambiental y la concreción de proyectos en territorio.

*Palabras clave:* revisión bibliográfica, restauración activa, restauración pasiva, disturbios.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los ecosistemas han enfrentado fuertes procesos de transformación y deterioro de origen antrópico, que han generado pérdida de hábitat, biodiversidad y servicios ecosistémicos (Sala *et al.* 2000, Armesto *et al.* 2007). Los bosques templados ocupan el 5 % del área terrestre (FAO 2020), y en la región Andino-Patagónica de Argentina, se extienden como una estrecha franja de 2.000

km de longitud recostada sobre la vertiente oriental de los Andes desde el norte del Neuquén hasta el sur de Tierra del Fuego, desde los 36,8° hasta los 55° de latitud sur (Dimitri 1982). Entre los tipos de disturbios más importantes registrados en estos bosques se encuentran los de origen geológico (terremotos y vulcanismos), los incendios naturales o antrópicos, la herbivoría por mamíferos nativos (*e.g. Lama guanicoe* Müller) o exóticos (*e.g. ganado ovino, caprino, vacuno y equino, Castor canadensis* Kuhl, *Lepus euro-*

*paeus* Pallas), la invasión de especies de plantas exóticas y las urbanizaciones (Amoroso *et al.* 2021).

Existen distintas iniciativas a nivel país que brindan un marco institucional para el desarrollo de la restauración en Argentina y para responder a las demandas tecnocráticas en relación a la restauración de áreas forestales degradadas, entre ellas: la firma y ratificación de acuerdos internacionales (*e.g.* Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, el Desafío de Bonn y la Iniciativa 20 x 20; Meli *et al.* 2017, Rovere 2022), avances en legislación ambiental (*e.g.* la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de Bosques Nativos N°26.331, Zuleta *et al.* 2015) y el desarrollo de redes temáticas como REA (Red de Restauración Ecológica de la Argentina; Zuleta *et al.* 2015, Pérez *et al.* 2018) y REVINA (Red de Viveros de Plantas Nativas de Argentina; Lacoretz *et al.* 2022). En el año 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Argentina lanzó el Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos, luego de algunas experiencias previas. Este Plan se propuso alcanzar unas veinte mil hectáreas anuales bajo restauración a 2030, y contribuir así con la Estrategia Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PNRBN 2018).

A su vez, el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas (2021 - 2030), propone ampliar masivamente la restauración del medio ambiente degradado y destruido como medida para combatir el cambio climático y mejorar la seguridad alimentaria, el suministro de agua y la biodiversidad (Rovere 2022). Si bien dichos marcos podrían desempeñar un papel clave para permitir el cumplimiento de los objetivos de restauración del paisaje forestal, existen diferentes impedimentos que dificultan las intervenciones a nivel nacional, entre los que se menciona una financiación insuficiente (Schweizer *et al.* 2021), que frenan o ralentizan la ejecución de planes de restauración, como ocurre en la actualidad con el Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos. A pesar de este contexto y con el fin de identificar información de base que pueda ser útil para la generación de proyectos de restauración de los diferentes ambientes presentes en toda la región de los bosques Andino Patagónicos de Argentina, este trabajo analiza la diversidad y foco de las publicaciones sobre restauración ecológica. Nos propusimos tomar conocimiento sistemático de los trabajos desarrollados en Argentina sobre restauración ecológica en la ecorregión mencionada. Los objetivos específicos fueron: (1) cuantificar las publicaciones sobre la temática y su idioma de reporte, (2) clasificar los trabajos según tipo de ambiente o ecosistema, y tipo de investigación (básica, aplicada de restauración pasiva o activa, u otra), y (3) identificar los principales tipos de disturbios reportados.

## MÉTODOS

Se relevaron las publicaciones mediante Scopus, la base de datos de referencias bibliográficas y citas de revis-

tas científicas perteneciente a la editorial Elsevier, la cual representa una herramienta robusta para la medición de la ciencia a nivel país (Archambault *et al.* 2009). Se realizaron dos búsquedas: una en español con los descriptores Restau\* + Argentina, y otra en inglés con los descriptores Restor\* + Argentina, incluyendo en la base de búsqueda el título, el resumen y las palabras clave. La búsqueda se realizó dentro del área temática “ciencias de la vida”, seleccionando los trabajos publicados hasta el mes de marzo de 2022 inclusive (fecha de acceso 14 de abril de 2022).

A partir de las publicaciones registradas en la búsqueda bibliográfica con los descriptores mencionados, se leyeron los trabajos y se seleccionaron únicamente aquellos desarrollados en la región de los bosques Andino Patagónicos. Se cuantificaron las publicaciones por año y se identificó su idioma de comunicación. Se evaluó el mejor ajuste por regresión lineal de la dispersión de datos (número de publicaciones acumuladas por año) y se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). También se analizó la variación del número de publicaciones en función de los años. Para ello se consideraron distintas etapas del desarrollo de la restauración ecológica en Argentina mencionadas por Zuleta *et al.* (2015) y de Paz *et al.* (2019): periodo inicial hasta 2004, caracterizado por esfuerzos aislados de restauración; periodo intermedio de 2005 - 2010 con mayor participación de investigadores y practicantes en la temática; y el último periodo de 2011 a la actualidad con grandes avances teórico-prácticos e integración de diferentes grupos.

Las publicaciones se clasificaron por tipo de ambiente o ecosistema objeto de estudio cuando fue posible (*e.g.* tipo de bosque, tipo de ambiente acuático o urbano, o Bosque Andino Patagónico si el trabajo hacía referencia a toda la región forestal) y por tipo de investigación realizada: básica, aplicada de restauración activa, aplicada de restauración pasiva, u otras como trabajos de investigación que describen la organización de redes o desarrollo teórico de la restauración en Argentina. Dado que la investigación básica busca ampliar el conocimiento teórico y general, los trabajos de restauración que fueron clasificados como investigación básica incluyen temáticas tales como variabilidad genética de una especie, ecofisiología de una especie o diversidad de comunidades vegetales. En este estudio solo se analizaron los trabajos de investigación básica cuando los autores incluían la palabra “restauración” en el título, las palabras clave o el resumen. A su vez se identificaron como trabajos de investigación aplicada los que proponen soluciones funcionales, convirtiendo el conocimiento teórico en un conocimiento práctico. Se clasificaron como trabajos de investigación aplicada de restauración activa, los que habiendo eliminado o controlado el disturbio evalúan el éxito de aplicación de distintas técnicas de regeneración asistida (*e.g.* siembra o plantación), mientras que se clasificaron como trabajos de restauración pasiva, aquellos que habiendo eliminado o controlado el disturbio evalúan por ejemplo la resiliencia natural de la comunidad degradada o la colonización post-disturbio. También se identificaron

en cada una de las publicaciones, los principales tipos de disturbios responsables de la degradación.

## RESULTADOS

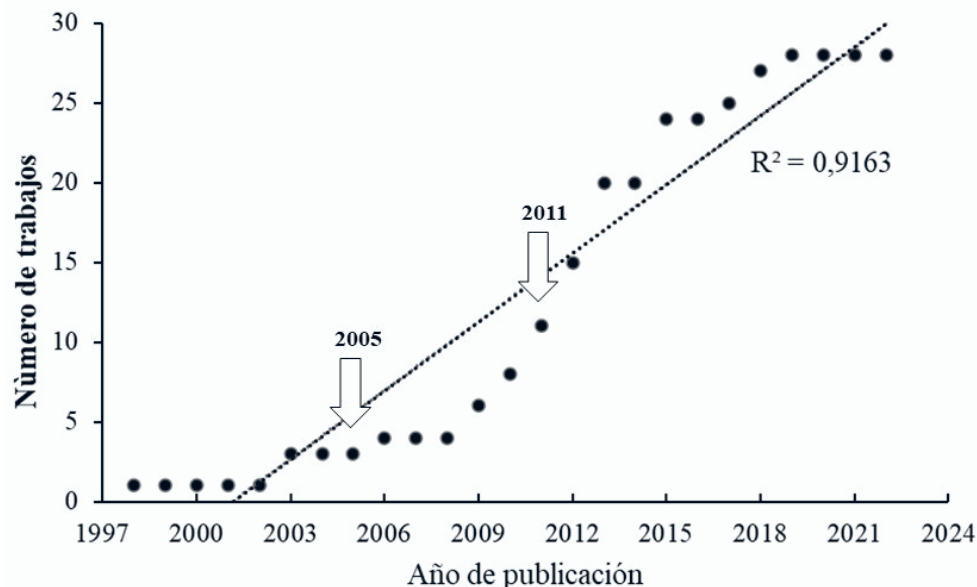
El relevamiento bibliográfico inicial identificó 167 trabajos de restauración para toda Argentina, 28 de los cuales correspondieron a la región de los bosques Andino Patagónicos. La primera publicación sobre restauración en dicha ecorregión aparece en el año 1998, observándose un incremento sostenido de la tasa de publicación anual, lo que se ajustó a una función lineal de pendiente 1,4 ( $R^2 = 0,9163$ ; figura 1). Se observa que la tasa de publicación fue variable en el tiempo, y que esta variación respondió a las distintas etapas del desarrollo de la restauración ecológica en Argentina mencionadas por Zuleta *et al.* (2015) y de Paz *et al.* (2019). En el primer periodo, desde 1998 a 2004, se publicó a una tasa muy baja, con 0,38 trabajos por año; en el segundo periodo, del 2005 al 2010, la tasa de publicación aumentó más que el doble a 1 trabajo por año; mientras que, en la tercera etapa, de 2011 a la actualidad, la tasa alcanzó 1,4 trabajos por año. La mayoría de los trabajos (71 %) están escritos en idioma inglés y el resto en español.

En relación con los distintos tipos forestales, los bosques de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri y los de *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasner fueron el objeto de estudio de la mayor parte (21 %) de los trabajos, tanto de investigación básica como de restauración activa (cuadro 1). Los matorrales dominados por

*Rosa rubiginosa* L. fueron el único tipo de ambiente en el que se encontraron tanto trabajos de investigación básica como de restauración activa y pasiva (7 %). En los otros tipos forestales solo se registraron trabajos de investigación básica. Existen trabajos de cooperación binacional Argentina-Chile para el control del castor (*Castor canadensis*), como así también de registro y éxito de implementación de proyectos de revegetación y aportes de investigación básica para la práctica de la restauración. A su vez, dentro de la categoría tipo de investigación "otra" se han encontrado trabajos relacionados al desarrollo de la restauración en Argentina y la organización de redes nacionales (11 %). Los principales disturbios fueron los incendios forestales, la presencia de especies de plantas invasoras y de herbívoros exóticos (cuadro 1).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existe un relativamente alto número de publicaciones sobre restauración ecológica en los diferentes tipos forestales y ambientes presentes en la región de los Bosques Andino Patagónicos, dado que su número representa aproximadamente el 20 % de los trabajos publicados para todas las ecorregiones de Argentina. Los bosques de *Austrocedrus chilensis* y de *Nothofagus pumilio* registraron más trabajos de investigación que otros tipos forestales, aspecto que puede deberse a las características autoecológicas de las especies, a su distribución geográfica y a su importancia productiva. Los bosques de *A. chilensis* se



**Figura 1.** Número acumulado por año de publicaciones sobre restauración ecológica en la región de los bosques Andino Patagónicos de Argentina. En línea de puntos se representa la recta de regresión de mejor ajuste a la dispersión de los datos ( $R^2$  indica la bondad de ajuste). Las flechas indican las diferentes etapas de la restauración en Argentina según Zuleta *et al.* (2015) y de Paz *et al.* (2019).

Cumulative number per year of publications on ecological restoration for the Andean Patagonian forest region of Argentina. The dotted line shows the regression with the best fit to the dispersion of data ( $R^2$  indicates the goodness of fit). The arrows indicate the different stages of restoration in Argentina according to Zuleta *et al.* (2015) and de Paz *et al.* (2019).

**Cuadro 1.** Trabajos de restauración en la región de los bosques andino-patagónicos de Argentina publicados: tipo de ambiente; principales disturbios reportados (1: fuego, 2: invasión de plantas exóticas, 3: presencia de herbívoros exóticos); tipo de investigación (IB: investigación básica, RP: investigación aplicada de restauración pasiva, RA: investigación aplicada de restauración activa y OT: otras); cita bibliográfica. \* publicación escrita en español.

Published restoration studies in the Andean-Patagonian forest region of Argentina: type of environment; main disturbances reported (1: fire, 2: invasion of exotic plants, 3: presence of exotic herbivores); type of research (IB: basic research, RP: applied research on passive restoration, RA: applied research on active restoration and OT: others); bibliographic citation. \* Publication written in Spanish.

Tipo de Ambiente	Disturbio	Tipo de investigación				Cita bibliográfica
		IB	RP	RA	OT	
Matorral de <i>Rosa rubiginosa</i>	1, 2, 3		x	x		Svriz <i>et al.</i> 2013
		x				Rovere y Calabrese 2011*
Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i>	1, 2, 3			x		Varela <i>et al.</i> 2006*, 2011, Urretavizcaya <i>et al.</i> 2018*
		x				Peri <i>et al.</i> 2009, Bassani <i>et al.</i> 2012, Bertolin <i>et al.</i> 2015
Bosque de <i>Nothofagus dombeyi</i>	1, 2	x				Garcia <i>et al.</i> 2010, Rovere y Calabrese 2011*
Bosque de <i>Austrocedrus chilensis</i>	1, 2, 3		x			Rovere y Calabrese 2011*, Souto <i>et al.</i> 2012, Pastorino 2012, Blackhall <i>et al.</i> 2015*
				x		Urretavizcaya <i>et al.</i> 2012, Urretavizcaya y Defossé 2013
Bosque de <i>Pilgerodendron uviferum</i>	1, 3	x				Alnutt <i>et al.</i> 2003
Bosque de <i>Nothofagus antarctica</i>	1, 2, 3	x				Peri <i>et al.</i> 2009, Tercero Bucardo y Rovere 2010*, Soler <i>et al.</i> 2013, Blackhall <i>et al.</i> 2015*
Bosque de <i>N. dombeyi</i> y <i>A. chilensis</i>	1, 2, 3	x				Simberloff <i>et al.</i> 2003, Blackhall <i>et al.</i> 2015*
Bosque de <i>N. antarctica</i> y <i>N. dombeyi</i>	1, 2, 3	x				Blackhall <i>et al.</i> 2015*
Bosque de <i>Nothofagus obliqua</i>		x				Azpilicueta <i>et al.</i> 2013
Bosque de <i>Nothofagus alpina</i>		x				Azpilicueta <i>et al.</i> 2013
Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i>	3	x				Wallem <i>et al.</i> 2010
Bosque de <i>N. pumilio</i> y <i>N. antarctica</i>	3	x				Wallem <i>et al.</i> 2010
Bosques Andino Patagónicos	1, 2, 3				x	Rovere 2015, Zuleta <i>et al.</i> 2015, Pérez <i>et al.</i> 2018*
		x				Anderson <i>et al.</i> 2009, 2017*, de Paz <i>et al.</i> 2019*
Ambiente acuático (Lagos)		x				Massaferro y Corley 1998
Áreas urbanas	2	x				Rovere <i>et al.</i> 2013*

desarrollan a lo largo de un amplio gradiente ambiental, conformando bosques mixtos, puros y abiertos ecotonales, siendo la conífera nativa de mayor importancia económica de los bosques templados (Amoroso *et al.* 2021). *Nothofagus pumilio* es una especie destacada en la ecorregión debido a su rango de distribución latitudinal de más de 18 grados, a la gran superficie que ocupa de más de 1,5 millones de ha, a la calidad de su madera de alto valor productivo, y a las funciones clave de protección y conservación que desempeña, dado que sus bosques protegen casi la totalidad de las cabeceras de cuencas de agua dulce de la Patagonia (Urretavizcaya *et al.* 2018). A su vez, también destaca su importancia el hecho de que las urbanizaciones más grandes de la Patagonia andina se encuentran rodeadas de bosques de estas dos especies, lo que indudablemente ejerce una fuerte presión sobre ellos.

Los principales disturbios registrados en los trabajos fueron los incendios forestales, la invasión de plantas exóticas y la presencia de herbívoros exóticos. Las perturbaciones más generalizadas a nivel del paisaje y de la comunidad en los matorrales y bosques Andino Patagónicos son los incendios y la herbivoría de los ungulados introducidos (Kitzberger y Veblen 1999, Blackhall *et al.* 2015). Asimismo, se ha reportado que la sinergia entre disturbios produce un nuevo tipo de perturbación (Raffaele *et al.* 2011).

Los trabajos de investigación básica y de investigación aplicada sobre restauración ecológica pasiva o activa que se identificaron, aportan valiosa información para el desarrollo de proyectos en la temática, en particular sobre los mecanismos que favorecen la recuperación de áreas disturbadas y las pautas más convenientes para la restauración, conservación y manejo sostenible de los bosques Andino

Patagónicas (Rovere 2008, Blackhall *et al.* 2015), considerando las particularidades de cada tipo forestal en las estrategias silvícolas a seguir, mediante propuestas específicas para cada ecosistema forestal (Mateucci *et al.* 2021). A modo de ejemplo, una de las publicaciones clasificadas en este trabajo como de investigación básica menciona que el conocimiento sobre la variación genética, morfológica y adaptativa de las especies tiene implicaciones importantes para la transferencia de germoplasma en actividades de reforestación o restauración (Azpilicueta *et al.* 2013).

Si bien en el presente estudio solo se analizaron publicaciones, se resalta que muchos proyectos de restauración realizados en áreas de los bosques Andino Patagónicos no han sido publicados (de Paz *et al.* 2019). En relación a que el idioma de la amplia mayoría de los trabajos fue el inglés, señalamos que el acceso de la información a la comunidad de practicantes de la restauración se dificulta, debiéndose generar canales de comunicación específicos entre los ámbitos científico / académicos que generaron esa información (y que son en su casi totalidad hispanoparlantes) y los usuarios de la misma. Se concluye que, si bien existe un desarrollo importante en investigación, aún constituye un desafío vincular el conocimiento científico generado con su difusión en espacios de gestión ambiental y la concreción de proyectos en territorio. Asimismo, se percibe que muchas experiencias de restauración no estarían siendo registradas de forma sistemática ni reportadas a la comunidad científico - técnica, perdiéndose así información valiosa que podría ayudar a futuras restauraciones. Teoría y práctica de la restauración deberían desarrollarse y llevarse a cabo contemplándose mutuamente y complementándose si verdaderamente queremos aprender a restaurar nuestros ecosistemas dañados.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONICET por el financiamiento. A los revisores anónimos de la revista y al editor Mario Pastorino por sus valiosas sugerencias.

## REFERENCIAS

- Allnutt TR, AC Newton, A Premoli, A Lara. 2003. Genetic variation in the threatened South American conifer *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae), detected using RAPD markers. *Biological Conservation* 114: 245-253.
- Amoroso MM, PL Peri, MV Lencinas, ER Soler, AE Rovere, M González Peñalba, L Chauchard, MF Urretavizcaya, G Loguercio, IA Mundo, JM Cellini, A Dezzotti, H Attis Beltrán, H Bahamonde, A Ladio, J Gowda, L Gallo, P Quinteros, G Sola, G Martínez Pastur. 2021. Región Patagónica (Bosques Andino Patagónicos). In Peri P, G Martínez Pastur, T Schlichter eds. *Uso sostenible del bosque: Aportes desde la Silvicultura Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Buenos Aires, Argentina. p. 692-809.
- Anderson CB, G Martínez Pastur, MV Lencinas, PK Wallem, MC Moorman, AD Rosemond. 2009. Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration. *Mammal Review* 39: 33-52.
- Anderson CB, CS Roulier, JC Pizarro Pinochet. 2017. Perspectivas de actores clave respecto del acuerdo binacional entre Argentina y Chile sobre la erradicación del castor norteamericano y la restauración de los ecosistemas afectados. *Bosque* 38(3): 555-562. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300013>
- Archambault E, D Campbell, Y Gingras, V Larivière. 2009. Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 60(7): 1320-1326.
- Armesto JJ, S Bautista, E Del Val, B Ferguson, X García, A Gaxiola, H Godínez-Álvarez, G Gann, F López-Barrera, R Manson, M Núñez-Ávila, C Ortiz-Arrona, P Tognetti, G Williams-Linera. 2007. Towards an ecological restoration network: reversing land degradation in Latin America. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 1-4.
- Azpilicueta MM, LA Gallo, M van Zonneveld, E Thomas, C Moreno, P Marchelli. 2013. Management of *Nothofagus* genetic resources: Definition of genetic zones based on a combination of nuclear and chloroplast marker data. *Forest Ecology and Management* 302: 414-424.
- Bassani VN, C Barroetaveña, M Rajchenberg. 2012. Spores of ectomycorrhizal fungi as inoculants for *Nothofagus pumilio* and exotic conifer seedlings in Patagonia, Argentina: their activity and conservation. *New Forests* 44(4): 471-485.
- Blackhall M, E Raffaele, TT Veblen. 2015. Efectos combinados del fuego y el ganado en matorrales y bosques del noroeste patagónico. *Ecología Austral* 25(1): 1-10.
- Bertolin ML, MF Urretavizcaya, GE Defossé. 2015. Fire emissions and carbon uptake in severely burned lenga beech (*Nothofagus pumilio*) forests of Patagonia, Argentina. *Fire Ecology* 11(1): 32-54.
- De Paz M, M Gobbi, E Raffaele. 2019. Revisión de las experiencias de revegetación con fines de restauración en bosques de la Argentina. *Ecología Austral* 29(2): 194-207.
- Dimitri MJ. 1982. La región de los bosques Andino-Patagónicos II: Flora dendrológica y cultivada. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 179 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization, Organización de las Naciones Unidas). 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Key findings. Consultado 10 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/CA8753EN/CA8753EN.pdf>
- García D, R Zamora, GC Amico. 2010. Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: Conservation guidelines from real-world landscapes. *Conservation Biology* 24: 1070-1079.
- Kitzberger T, TT Veblen. 1999. Fire-induced changes in northern Patagonian landscapes. *Landscape Ecology* 14: 1-15.
- Lacoretz MV, I Villanova, MI Sanchez, E Verrastro, PM Cristiano. 2022. La Red de Viveros de Plantas Nativas de Argentina (REVINA): Una perspectiva etnobotánica para fortalecer la restauración de ecosistemas en la Argentina. *Ecología Austral* 32: 174-185.
- Massaferro J, J Corley. 1998. Environmental disturbance and chironomid palaeodiversity: 15 kyr BP of history at Lake Mascardi, Patagonia, Argentina. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 315-323.

- Matteucci SD, G Martínez Pastur, MV Lencinas, AE Rovere, MM Amoroso, I Barberis, JL Vesprini, L Galetto, C Torres, PE Villagra, LR Malizia, C Blundo, N Politi, PL Peri. 2021. Breve descripción de las regiones forestales de la Argentina. 2021. In Peri P, G Martínez Pastur, T Schlichter eds. *Uso sostenible del bosque: Aportes desde la Silvicultura Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Buenos Aires, Argentina. p. 48-77.
- Meli P, FF Herrera, F Melo, S Pinto, N Aguirre, K Musálem, C Minaverry, W Ramírez, PH Brancalion. 2017. Four approaches to guide ecological restoration in Latin America. *Restoration Ecology* 25(2): 156-163.
- Pastorino MJ. 2012. How many seed transfer zones are necessary for the preservation of the genetic identity of *Austrocedrus chilensis* natural populations in Argentina? *Restoration Ecology* 20: 551-554.
- Pérez D, P Meli, D Renison, F Barri, A Beider, G Burgueño, A Dalmasso, S Dardanelli, M de Paz, F Farinaccio, G Papazian, M Sirombra, R Torres. 2018. La Red de Restauración Ecológica de la Argentina (REA): Avances, vacíos y rumbo a seguir. *Ecología Austral* 28(2): 353-360.
- Peri PL, G Martínez Pastur, MV Lencinas. 2009. Photosynthetic response to different light intensities and water status of two main *Nothofagus* species of southern Patagonian forest, Argentina. *Journal of Forest Science* 55: 101-111.
- PNRBN (Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos, AR). 2018. Resumen Ejecutivo Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos. Consultado 10 abr. 2023. Disponible en [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/resumen\\_pnrbn\\_final.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/resumen_pnrbn_final.pdf)
- Raffaele E, TT Veblen, M Blackhall, N Tercero Bucardo. 2011. Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 22: 59-71.
- Rovere A. 2008. Ensayo de restauración con *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae) en Patagonia, Argentina. In González-Espinosa M, JM Rey Benayas, E Ramírez-Marcial eds. *Restauración de bosques en América Latina*. México. Mundi-Prensa. p. 6-21.
- Rovere AE, GM Calabrese. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 571-580.
- Rovere AE, S Molares, AH Ladio. 2013. Plantas utilizadas en cercos vivos de ciudades patagónicas: aportes de la etnobotánica para la conservación. *Ecología Austral* 23: 165-173.
- Rovere AE. 2015. Review of the science and practice of restoration in Argentina: increasing awareness of the discipline. *Restoration Ecology* 23(5): 508-512. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12240>
- Rovere AE. 2022. Principales hitos de la restauración ecológica y desafíos para los Bosques Andino Patagónicos en la década de la restauración. In Pastorino M. ed. VI. *Jornadas Forestales Patagónicas*. San Carlos de Bariloche, Argentina. p. 257-260.
- Schweizer D, P Meli, PH Brancalion, MR Guariguata. 2021. Implementing forest landscape restoration in Latin America: Stakeholder perceptions on legal frameworks. *Land Use Policy* 104: 104244.
- Simberloff D, MA Relva, M Nuñez. 2003. Introduced species and management of a *Nothofagus/Austrocedrus* forest. *Environmental Management* 31: 263-275.
- Soler R, GM Pastur, P Peri, MV Lencinas, F Pulido. 2013. Are silvopastoral systems compatible with forest regeneration? An integrative approach in southern Patagonia. *Agroforestry Systems* 87: 1213-1227.
- Souto CP, K Heinemann, T Kitzberger, AC Newton, AC Premoli. 2012. Genetic Diversity and Structure in *Austrocedrus chilensis* Populations: Implications for Dryland Forest Restoration. *Restoration Ecology* 20: 568-575.
- Svriz M, MA Damascos, H Zimmermann, I Hensen. 2013. The exotic shrub *Rosa rubiginosa* as a nurse plant. Implications for the restoration of disturbed temperate forests in Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* 289: 234-242.
- Tercero-Bucardo N, AE Rovere. 2010. Patrones de dispersión de semillas y colonización de *Misodendrum punctulatum* (Misodendraceae) en un matorral postfuego de *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) del noroeste de la Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 375-386.
- Urretavizcaya MF, GE Defossé, HE Gonda. 2012. Effect of sowing season, plant cover, and climatic variability on seedling emergence and survival in burned *Austrocedrus chilensis* forests. *Restoration Ecology* 29: 131-140.
- Urretavizcaya MF, GE Defossé. 2013. Effects of nurse shrubs and tree shelters on the survival and growth of two *Austrocedrus chilensis* seedling types in a forest restoration trial in semiarid Patagonia, Argentina. *Annals of Forest Science* 70: 21-30.
- Urretavizcaya MF, P Peri, L Monelos, H Arriola, MF Oyharzábal, LT Contardi, M Muñoz, E Sepúlveda, GE Defossé. 2018. Condiciones de suelo y vegetación en tres bosques quemados de *Nothofagus pumilio* en Argentina y experiencias para su restauración activa. *Ecología Austral* 28(2): 383-399. DOI: <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.480>
- Varela SA, ME Gobbi, F Laos. 2006. Banco de semillas de un bosque quemado de *Nothofagus pumilio*: Efecto de la aplicación de compost de biosólidos. *Ecología Austral* 16: 63-78.
- Varela SA, ME Gobbi, F Laos. 2011. Can biosolids compost improve, in the short term, native vegetation and soils fertility in burned *Nothofagus pumilio* forest in Patagonia, Argentina? *Bosque* 32: 267-278.
- Wallem PK, CB Anderson, G Martínez Pastur, MV Lencinas. 2010. Using assembly rules to measure the resilience of riparian plant communities to beaver invasion in subantarctic forests. *Biological Invasions* 12: 325-335.
- Zuleta G, AE Rovere, D Pérez, PI Campanello, B. Guida Johnson, C Escartín, A Dalmasso, D Renison, N Ciano, J Aronson. 2015. Establishing the ecological restoration network in Argentina: from Rio1992 to SIACRE 2015. *Restoration Ecology* 23: 95-103. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12198>

Recibido: 22.09.22  
Aceptado: 24.01.23