

Efecto de las plantaciones forestales no nativas de pinos y eucaliptos en los vertebrados terrestres: Una revisión descriptiva sobre los trabajos realizados en la Argentina

ALEJANDRO A. SCHAAF^{1,✉}; JUAN M. NADALINO RIOJA²; JUAN I. REPUCCI³ & ROMÁN A. RUGGERA¹

¹Grupo de Ecología Urbana y de Disturbios-Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA-CONICET UNJu). Cátedra de Diversidad Biológica III, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina. ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). *Jaguars en el Límite. Administración de Parques Nacionales-Delegación Regional Noroeste (APN-DRNOA)*. Salta, Argentina.

RESUMEN. En las últimas décadas, las plantaciones monoespecíficas con árboles no nativos crecieron en diferentes regiones del mundo. En la Argentina se está fomentando este tipo de producción, causando un reemplazo del paisaje nativo y pudiendo afectar a distintos grupos de animales. Por tal motivo, en este trabajo realizamos una revisión bibliográfica acerca de lo que se sabe y los vacíos de información sobre los efectos de las plantaciones no nativas de pinos y eucaliptos en los vertebrados terrestres en diferentes ecorregiones del país. Encontramos un total de 34 artículos publicados, de los cuales 48% se enfocó en el impacto de las plantaciones de pinos y eucaliptos sobre vertebrados. Los grupos taxonómicos más estudiados fueron las aves y los mamíferos terrestres medianos y grandes, sobre todo en las ecorregiones Selva Atlántica y Bosques Patagónicos. Los efectos más reportados fueron la disminución de la riqueza, los cambios en la composición de especies y el menor uso de las plantaciones no nativas por parte de los distintos grupos de vertebrados. El tipo de manejo de las plantaciones, sobre todo en cuanto a la conservación del sotobosque y la conectividad con el bosque nativo, sería clave para disminuir el impacto negativo sobre las especies de vertebrados. Además, encontramos que todavía existen vacíos de información en ciertas ecorregiones y grupos de vertebrados (e.g., herpetofauna y mamíferos pequeños). Por lo tanto, sugerimos que se incentive esta clase de estudios en diferentes regiones del país para dar a conocer los efectos de este tipo de actividad antrópica, y también para garantizar la buena gestión y conservación de los ambientes nativos aledaños y el flujo genético de las poblaciones de la biodiversidad asociada.

[Palabras clave: actividades antrópicas, ecorregiones, fauna nativa, Neotrópico]

ABSTRACT. Effect of non-native pine and eucalyptus plantations on terrestrial vertebrates: A descriptive review of work carried out in Argentina. Monospecific plantations with non-native trees increased in recent decades in different regions around the world. In particular, in Argentina, this type of production is being encouraged, causing a replacement of the native landscape and potentially affecting different groups of animals. For this reason, we conducted a literature review of what is known, and the gaps in information, on the effects of non-native pine and eucalyptus plantations on terrestrial vertebrates in different ecoregions of Argentina. We found a total of 34 published articles, 48% of which focused specifically on the role of pine and eucalyptus plantations on vertebrates. Birds and medium and large terrestrial mammals were the most studied taxonomic groups, mainly in the Atlantic and Patagonian forests. Regarding the effects, the most reported were a decrease in richness, changes in species composition and reduced use of non-native plantations by different vertebrate groups. The type of plantation management, especially with regard to the conservation and connectivity with the native forest, would be key to reducing the negative impact on vertebrate species. Additionally, we found that there are still information gaps in certain ecoregions and vertebrate groups (e.g., herpetofauna, small mammals). Therefore, we suggest that this type of studies should be encouraged in different regions of the country, in order to make known the effects of this type of anthropic activity, as well as to guarantee the good management and conservation of the surrounding native environments, and the genetic flow of the associated biodiversity populations.

[Key words: anthropic activities, ecoregions, native fauna, Neotropics]

INTRODUCCIÓN

Los cambios de uso de suelo para la agricultura, la ganadería y las forestaciones en diferentes regiones del mundo son la causa principal de alteración del hábitat y de disminución de la biodiversidad terrestre (Brazeiro et al. 2018; Williams et al. 2022). Se espera que esta tendencia siga creciendo en los próximos años debido al incremento de la población humana y del consumo (Newbold 2018; Powers and Jetz 2019). En general, la implementación de estos nuevos paisajes productivos puede tener consecuencias sobre la riqueza y el tamaño poblacional de las especies nativas que lo habitan (Herzon et al. 2008; Flynn et al. 2009; Phifer et al. 2017), y también en el funcionamiento de los ecosistemas (Tilman et al. 2012).

En especial, transformar ambientes nativos en plantaciones forestales mono-específicas con árboles no nativos es una práctica económica en crecimiento en las últimas décadas, tanto en regiones templadas como tropicales del mundo (Keenan et al. 2015). Las plantaciones forestales no nativas han reemplazado grandes superficies de ambientes nativos (e.g., humedales, pastizales, bosques nativos) alrededor del mundo debido a la alta demanda mundial de madera y sus derivados (FAO 2020). En general, la suplantación de la vegetación natural por bosques mono-específicos de especies no nativas como pinos y eucaliptos (*Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp.) se asocia a una simplificación de la composición y la estructura del paisaje con respecto a la configuración nativa (Stephens and Wagner 2007; Devictor et al. 2008; Iezzi et al. 2018; Schivo et al. 2023). Para la fauna nativa, esto puede disminuir la superficie del hábitat disponible y de recursos para reproducción, alimentación y refugio, y afectar su supervivencia (e.g., Di Bitetti et al. 2006; Paritsis and Aizen 2008; Iezzi et al. 2018; Schvezov et al. 2023). Sin embargo, algunas especies animales pueden tolerar diferentes umbrales de estas modificaciones en el paisaje (e.g., Ingaramo et al. 2012; Corbelli et al. 2015).

Diversas características de las plantaciones forestales influyen sobre distintos aspectos de la fauna de vertebrados nativos. Entre estas figuran la edad de las plantaciones y la intensidad de manejo. Además, existen otros factores que exceden a la plantación en sí misma, como el tipo de ecorregión involucrada (e.g., bosques, pastizales y estepa), y su cercanía o conexión con áreas nativas (Iezzi et al. 2018;

Brancalion et al. 2020). A la vez, es esperable que la capacidad de tolerancia de la fauna a este tipo de modificación del hábitat varíe entre taxones (Irwin et al. 2014; Corbelli et al. 2015). Por ejemplo, se encontró que las plantaciones forestales no nativas de pinos y eucaliptos, en general, disminuyen la riqueza de especies y modifican la estructura de los ensambles de aves y mamíferos (Barlow et al. 2007; Irwin et al. 2014). En el mismo sentido, especies de anfibios con requerimientos de microhábitat específicos registraron una disminución de su abundancia (Gardner et al. 2007; Mott et al. 2010; Sung et al. 2012; Trimble and Van Aarde 2014; Gangenova et al. 2018), probablemente por una menor disponibilidad de hojarasca (que aumenta la temperatura y disminuye la humedad óptima del suelo) en plantaciones más jóvenes y nula presencia de sotobosque (Cicheleiro et al. 2021), como también por el efecto tóxico de la hojarasca de eucalipto que altera el crecimiento de larvas de algunas especies de anfibios (Burraco et al. 2018). En contraposición, las plantaciones no nativas pueden ser benéficas para ciertas especies, permitiéndoles expandir sus distribuciones y tamaños poblacionales (Lantschner and Rusch 2014; Brancalion et al. 2020) al utilizar las plantaciones forestales para desplazarse o como sitios de forrajeo y refugio (Umetsu and Pardini 2007; Lantschner et al. 2012).

El Estado Nacional Argentino fomenta la implementación de plantaciones forestales en diferentes ecorregiones del país a través de la Ley N° 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados (SAGyP 2022). La Argentina posee ~1.2 millones de hectáreas de tierras con forestaciones no nativas, predominando las de pinos (*Pinus elliottii* y *P. taeda*, las más plantadas), eucaliptos (sobre todo, *Eucalyptus grandis* y *E. saligna*), sauces (*Salix* sp.) y álamos (*Populus* sp.). Las mayores extensiones de plantaciones forestales de pinos y eucaliptos se concentran en áreas de pastizales y bosques nativos de las regiones de la Mesopotamia, la zona andina de la Patagonia, el noroeste de la Argentina (NOA) y la provincia de Buenos Aires (Minagri 2012). Debido al potencial de las plantaciones forestales para contribuir al desarrollo económico nacional, es probable que esta actividad continúe en aumento en los próximos años, más aun si la existencia de incentivos económicos gubernamentales continúa en el tiempo. Si bien existen prácticas de manejo que promueven la conservación de la biodiversidad dentro de estas plantaciones mono-específicas no nativas, esta puede verse

comprometida por la aplicación de prácticas forestales inadecuadas y con la fragmentación de áreas nativas (Zurita et al. 2006; Iezzi et al. 2018). Por lo tanto, conocer el efecto que las plantaciones forestales no nativas tienen en las diferentes especies de vertebrados es importante para detectar si existen especies amenazadas o sensibles ante esta modificación antrópica, y también para estimar cuales servicios ecosistémicos brindados por estas especies pueden verse afectados.

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de los artículos científicos publicados que refieren al impacto de las plantaciones forestales de pinos y eucaliptos en la Argentina sobre los cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Determinamos los grupos de vertebrados y ecorregiones más estudiados, reseñamos las consecuencias de esta modificación antrópica e identificamos los vacíos de información existentes.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Realizamos una búsqueda sistemática de artículos en revistas científicas sobre los efectos de las plantaciones forestales de pinos y eucaliptos en anfibios, reptiles, aves y mamíferos terrestres realizados en la Argentina, hasta diciembre del 2023. La búsqueda se realizó en las plataformas Scopus® (scopus.com) y Google Académico® (scholar.google.com.ar) utilizando las siguientes palabras claves, en inglés y en español: 'efecto plantaciones forestales no nativas' OR 'efectos plantaciones forestales aloctonas' OR 'efecto plantaciones forestales exóticas' AND 'Pinos' OR 'Pinus' OR 'Eucaliptos' OR 'Eucalyptus' OR 'Eucalipto' AND 'Argentina' y el grupo de vertebrado de interés: 'anfibios' OR 'reptiles' OR 'aves' OR 'mamíferos'. Se consideraron solamente los trabajos que se referían a plantaciones forestales no nativas industriales, es decir, bosques de pinos y eucaliptos que son implantados para comercialización (e.g., madera, papel, resina, etc.), filtrando los trabajos referidos a cortinas forestales no nativas. Luego, se tomaron en cuenta solo aquellos que compararon diferentes parámetros ecológicos (e.g., diversidad o uso de hábitat) en ambientes nativos y no nativos, y también aquellos que hicieron hincapié en las plantaciones forestales no nativas como un disturbio o un efecto sobre los vertebrados. Se seleccionó la metodología de diagrama de PRISMA para la realización de

la revisión sistemática, la selección de trabajos y la clasificación de la información (Moher et al. 2009).

De cada artículo se extrajo la siguiente información: año de publicación, grupo de vertebrado estudiado, ecorregión y efectos encontrados en las especies estudiadas. Los efectos se categorizaron en positivos, negativos y neutros. Efectos positivos fueron el aumento de parámetros fisiológicos y morfológicos medidos (e.g., tamaño, peso, reproducción), el aumento del uso de las plantaciones no nativas en comparación con el hábitat natural o el aumento en los índices o en parámetros ecológicos medidos dentro de la comunidad (i.e., riqueza/diversidad/abundancia) en las plantaciones no nativas. Efectos negativos fueron la disminución de las plantaciones no nativas en comparación con el hábitat natural y el aumento del uso de las plantaciones no nativas por parte de especies no nativas, la disminución o los cambios negativos de los índices o los parámetros ecológicos dentro de la comunidad, y también los morfológicos y fisiológicos. Efectos neutros fueron aquellos estudios que compararon plantaciones no nativas y hábitat natural y no registraron cambios en el uso del hábitat, la morfología, la fisiología y los índices o parámetros ecológicos dentro de la comunidad.

A partir de esto, se realizaron gráficos descriptivos para mostrar la línea de tiempo (i.e., año de cada publicación) con los artículos obtenidos en la búsqueda, el grupo de vertebrados, el tipo de plantación estudiada y las ecorregiones donde se llevaron a cabo. Además, se graficó la cantidad de trabajos (%) con efectos positivos, negativos y neutros, y se realizó un diagrama de flujo con los grupos de vertebrados, los parámetros ecológicos que se midieron y el tipo de efecto.

RESULTADOS

La búsqueda efectuada en ambas plataformas arrojó un total de 34 publicaciones de interés (ver Material Suplementario) luego de eliminar artículos que trataban otros grupos de animales no focales (e.g., insectos) y trabajos no realizados en la Argentina (Figura 1). Los artículos fueron publicados entre 1998 y 2023. El 28% fue publicado antes de 2010 y muestra un incremento en la segunda mitad del período analizado (Figura 2). A su vez, el 48% de los trabajos se enfocó en especial en el efecto de las plantaciones de pinos y de

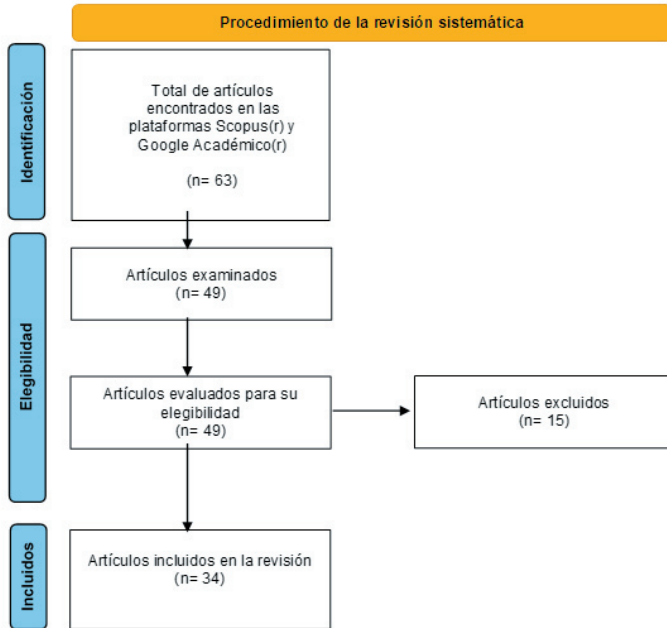


Figura 1. Diagrama de PRISMA para realizar la revisión sistemática, la selección de trabajos y clasificar la información.

Figure 1. PRISMA flow diagram for the systematic review, selection of articles and classification of information.

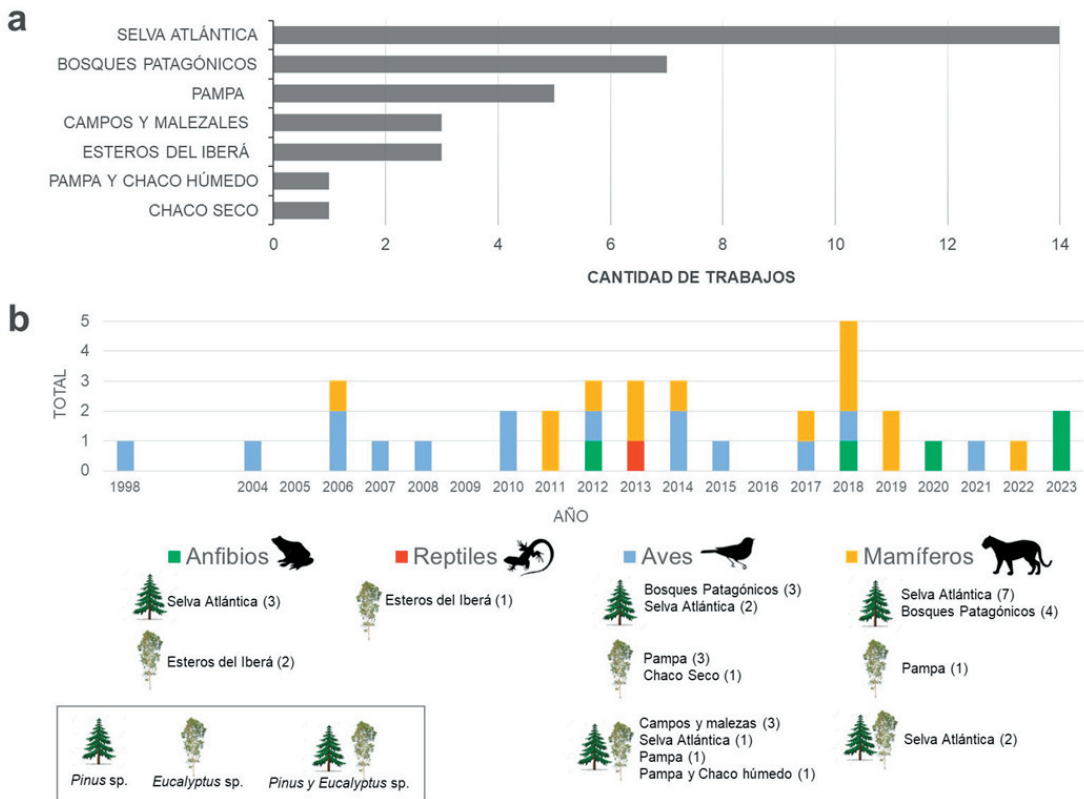


Figura 2. Artículos (n=34) que evaluaron los efectos de las plantaciones de pinos y eucaliptos sobre diferentes aspectos de la ecología de vertebrados terrestres. Se detallan las ecorregiones (a) y la línea de tiempo, el tipo de plantación y los vertebrados que se estudiaron a lo largo del tiempo (b). El total de artículos en la figura (b) es igual a 35 debido a que un trabajo en un artículo evaluó aves y mamíferos juntos.

Figure 2. Articles (n=34) that evaluated the effects of pine and eucalyptus plantations on different aspects of terrestrial vertebrate diversity. Classified by ecoregions (a) and timeline, plantation type and vertebrates studied over time (b). A total of articles on figure (b) is 35 because one paper evaluated birds and mammals together.

eucaliptos sobre algún grupo particular de vertebrados, mientras que el 52% restante evaluó el cambio de diferentes tipos de uso de suelo en vertebrados, revisiones o la ecología de alguna especie en particular, haciendo énfasis en las plantaciones forestales no nativas como causante del efecto en áreas de bosques y pastizales nativos.

Aves y mamíferos terrestres medianos y grandes fueron los grupos más reportados (29 trabajos), en su mayoría en las ecorregiones de Selva Atlántica y Bosques Patagónicos (Figura 2). Encontramos trabajos publicados enfocados en particular en un tipo de monocultivo (*Pinus* sp.=19; *Eucalyptus* sp.=6), como así también efectos de plantaciones de pinos y eucaliptos analizados en una misma ecorregión (n=9). Las plantaciones de pinos más estudiadas fueron *Pinus ponderosa*, *P. contorta* y *P. menziesii* en la Patagonia, y *Pinus taeda* en las demás ecorregiones.

Los estudios estuvieron enfocados mayormente en un solo grupo taxonómico, con excepción de algunos trabajos. Iezzi et al. (2018) evaluaron el efecto de monocultivo de pinos en aves y mamíferos en la Selva Atlántica; Paritsis y Aizen (2008) evaluaron el efecto de las plantaciones de pinos en plantas vasculares, escarabajos y aves, y Corbelli et al. (2015) evaluaron el ensamble de aves y hormigas en diferentes uso de suelo (i.e., pastizales, campos de soja y plantaciones de eucaliptos) en la ecorregión Pampeana. También encontramos una revisión realizada por Azpiroz et al. (2012), quienes estudiaron diferentes cambios de uso del suelo en Sudamérica y los efectos sobre aves de pastizal, con énfasis en las forestaciones no nativas de la ecorregión Pampeana y el Chaco Húmedo de la Argentina.

En los artículos encontrados se realizaron estudios de campo sobre vertebrados nativos. Las excepciones fueron un experimento de laboratorio con anfibios (extracción de suelo en bosques de pinos y efecto en renacuajos) en la Selva Atlántica (Schvezov et al. 2023), y estudios con mamíferos no nativos como ciervo colorado (*Cervus elaphus*), jabalí (*Sus scrofa*) y liebre europea (*Lepus europaeus*) en la Patagonia (Lantschner et al. 2013; Núñez et al. 2013).

El 88% de los trabajos (n=29) reportaron efectos negativos de las plantaciones no nativas sobre la riqueza, la diversidad, la abundancia y el uso de estos ambientes en los diferentes grupos de vertebrados. El resto de los trabajos reportaron un aumento de la riqueza, el tamaño corporal (anfibios) o un mayor uso de las plantaciones no nativas por los vertebrados estudiados. Solo un estudio reportó un efecto neutral (i.e., menor riqueza en aves pero la composición se mantiene) (Figuras 3 y 4). A nivel de especie se encontraron tres trabajos con aves y uno con mamíferos: aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*), yetapá de collar (*Alectrurus risora*), tordo amarillo (*Xanthopsar flavus*) y ocelote (*Leopardus pardalis*). Estas son especies vulnerables o en peligro de acuerdo con categorizaciones argentinas y de la UICN. Otras especies incluidas en los artículos con grado de amenaza fueron mamíferos medianos y grandes como el jaguar (*Panthera onca*), el margay (*Leopardus wiedii*) y el tirica (*Leopardus guttulus*) en la Selva Atlántica.

CONSIDERACIONES FINALES

Los grupos de vertebrados más estudiados en plantaciones no nativas de la Argentina fueron aves y mamíferos terrestres medianos y grandes, lo cual coincide con este tipo



Figura 3. Porcentaje de artículos con efectos positivos, negativos y neutros de las plantaciones forestales no nativas de pinos y eucaliptos en los vertebrados terrestres en la Argentina.

Figure 3. Percentage of articles with positive, negative and neutral effects of exotic pine and eucalyptus forest plantations on terrestrial vertebrates in Argentina.

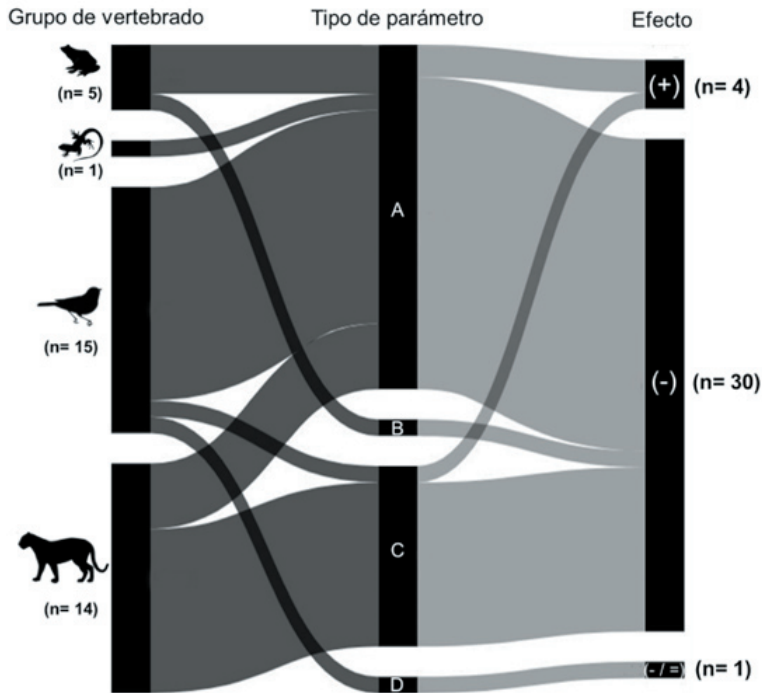


Figura 4. Diagrama de flujo mostrando los grupos de vertebrados, los parámetros/índices ecológicos medidos y el tipo de efectos reportados. Parámetros ecológicos medidos. A) Riqueza/diversidad/abundancia. B) Crecimiento y desarrollo. C) Uso de hábitat. D) Menor riqueza, pero composición se mantiene. Efectos positivos (+), negativos (-) y negativo y neutro (-/=). También se especifica la cantidad de trabajos (n). Se detalla un n=35 debido a que un artículo evaluó aves y mamíferos juntos.

Figure 4. Alluvial plot showing vertebrate groups, ecological parameters/indices measured and type of effects reported. Ecological parameters measured. A) Richness/diversity/abundance. B) Growth and development. C) Habitat use. D) Lower richness, but composition maintained. Effects: positive (+), negative (-) and negative and neutral (-/=). The number of articles is also detailed (n). A n=35 is detailed because one article assessed birds and mammals together.

de estudios a nivel global (Barlow et al. 2007; Irwin et al. 2014). Además, vimos que la mayoría de los trabajos encontrados y analizados se realizaron en las ecorregiones de Selva Atlántica y Bosques Patagónicos, a pesar de que las mayores extensiones de plantaciones no nativas están concentradas en áreas de pastizales de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Buenos Aires (MAGyP 2014; Nanni et al. 2020). Es posible que esto se deba a la existencia de otra literatura al respecto para estas regiones de pastizales, como, por ejemplo, informes técnicos o tesis con información aún no publicada en revistas científicas.

En su mayoría, los efectos encontrados coinciden con lo reportado en trabajos realizados en otras regiones del mundo (e.g., Sung et al. 2012; Barlow et al. 2007; Trimble and Van Aarde 2014; Brancalion et al. 2020). Por un lado, las plantaciones forestales no nativas de pinos y eucaliptos suelen disminuir la riqueza de especies y modifican la estructura de los ensamblajes de vertebrados terrestres; en general, las especies especialistas o amenazadas generalmente son las más perjudicadas. Por ejemplo, las plantaciones no nativas en áreas donde había pastizales naturales provocan cambios estructurales drásticos en el paisaje, y las especies especialistas de pastizales no se adaptan a estas modificaciones (Di Giacomo and Di

Giacomo 2004). Por otra parte, estos sistemas pueden favorecer especies generalistas de hábitat y no nativas, permitiéndoles expandir sus distribuciones y abundancias. Por ejemplo, las aves rapaces nativas de gran tamaño y con amplio rango de distribución usan estos sistemas productivos como dormitorios en época no reproductiva (Sarasola and Negro 2006), o los mamíferos no nativos (e.g., el ciervo colorado y el jabalí en la Patagonia), que utilizan las plantaciones de pino con mucha más frecuencia que los ambientes nativos (Lantschner et al. 2013). Además, se encontró que las plantaciones de pinos pueden no ser un ambiente de baja calidad para ciertas especies de anfibios en la ecorregión de Selva Atlántica, ya que aumentan su tamaño y condición corporal (Gangenova et al. 2020).

Cabe destacar que gran parte de los trabajos analizados enfatizan el tipo de manejo de las plantaciones no nativas. Las plantaciones en las que se promueve el crecimiento del sotobosque pueden proporcionar alimento y refugio para los vertebrados terrestres, favoreciendo, en general, una mayor diversidad de la fauna nativa (Lantschner et al. 2013; Iezzi et al. 2018). De la misma manera, las plantaciones cercanas a grandes extensiones de hábitat nativos, que conservan franjas de vegetación ribereña o corredores de vegetación nativa, son críticas para el flujo genético y el movimiento de las poblaciones de vertebrados como, por ejemplo,

los grandes mamíferos carnívoros (Iezzi et al. 2018; Paviolo et al. 2018). De esta manera, la heterogeneidad del paisaje, la conservación de la vegetación del sotobosque y la conectividad con el ambiente nativo parecen ser claves para disminuir el impacto sobre ciertas especies de vertebrados en este tipo de paisajes productivos. Además de esto, la presencia de sotobosque en plantaciones monoespecíficas también tendría un efecto positivo indirecto sobre las poblaciones de vertebrados nativos (principalmente para aves y mamíferos) al dificultar el acceso de cazadores por la red de caminos (Paviolo et al. 2018).

La Argentina cuenta con grandes extensiones de plantaciones monoespecíficas no nativas, por lo que se recomienda seguir realizando estudios de sus efectos; sobre todo, en la herpetofauna, que al igual que en otras partes del mundo, es la menos estudiada en este contexto (Trimble and Van Aarde 2014). También recomendamos que se realicen otros tipos de estudios en temas que presentan vacíos de información; por ejemplo, la conectividad y la potencialidad de ciertas especies de vertebrados no nativos para aumentar sus poblaciones en plantaciones;

también sugerimos abordar otros grupos menos estudiados (e.g., pequeños mamíferos) en otras ecorregiones de bosques y pastizales (e.g., Yungas, Espinal, Pampa y Esteros del Iberá). A pesar de estos vacíos de información, existen ciertos patrones emergentes a nivel global cuya implementación puede resultar fundamental para llevar adelante acciones de conservación y reducir los efectos negativos de este cambio de uso de suelo. Por ejemplo, estimular y permitir el crecimiento del sotobosque, prohibir y controlar la caza, y favorecer la conectividad con áreas nativas cercanas a través de la persistencia de vegetación nativa ribereña y de corredores con vegetación nativa. A su vez, las acciones de gestión y manejo sustentable de las plantaciones forestales no nativas podrían verse beneficiadas a partir de acciones específicas realizadas en cada ecorregión, paisaje o ecosistema, y para cada especie focal en peligro.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a los editores/as asociados de Ecología Austral y los revisores/as del manuscrito por sus valiosas contribuciones que mejoraron sustancialmente la calidad del manuscrito.

Referencias

- Azpiroz, A. B., J. P. Isacch, R. A. Dias, A. S. Di Giacomo, C. S Fontana, and C. M. Palarea. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology* 83(3):217-246. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2012.00372.x>.
- Barlow, J., L. A. Mestre, T. A. Gardner, and C. A. Peres. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for Amazonian birds. *Biological Conservation* 136(2):212-231. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.11.021>.
- Brancalion, P. H., N. T. Amazonas, R. L. Chazdon, J. van Melis, R. R. Rodrigues, C. C. Silva, et al. 2020. Exotic eucalypts: From demonized trees to allies of tropical forest restoration? *Journal of Applied Ecology* 57(1):55-66. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13513>.
- Brazeiro, A., A. Cravino, P. Fernández, and F. Haretche. 2018. Forestación en pastizales de Uruguay: Efectos sobre la diversidad de aves y mamíferos a escala de rodal y del paisaje. *Ecosistemas* 27(3):48-59. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1508>.
- Burraco, P., M. Iglesias-Carrasco, C. Cabido, and I. Gómez-Mestre. 2018. Eucalypt leaf litter impairs growth and development of amphibian larvae, inhibits their antipredator responses and alters their physiology. *Conservation Physiology* 6(1):coy066. <https://doi.org/10.1093/conphys/coy066>.
- Cicheleiro, J., M. Santos-Pereira, A. L. Luza, D. D. S. Huning, and N. Zanella. 2021. Effects of natural forest and tree plantations on leaf-litter frog assemblages in Southern Brazil. *Austral Ecology* 46(8):1246-1254. <https://doi.org/10.1111/aec.13081>.
- Corbelli, J. M., G. A. Zurita, J. Filloy, J. P. Galvis, N. L. Vespa, and I. Bellocq. 2015. Integrating taxonomic, functional and phylogenetic beta diversities: interactive effects with the biome and land use across taxa. *PloS ONE* 10(5):e0126854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126854>.
- Devictor, V., R. Julliard, J. Clavel, F. Jiguet, A. Lee, and D. Couvet. 2008. Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Global Ecology and Biogeography* 17(2):252-261. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00364.x>.
- Di Bitetti, M. S., A. Paviolo, and C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270(1):153-163. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00102.x>.
- Di Giacomo, A. S., and A. G. Di Giacomo 2004. Extinción, historia natural y conservación de las poblaciones del Yetapá de Collar (*Alectrurus risora*) en la Argentina. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl):145-157.
- FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 - Key findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.

- Flynn, D. F., M. Gogol-Prokurat, T. Nogeire, N. Molinari, B. T. Richers, B. B. Lin, et al. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12(1):22-33. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01255.x>.
- Gangenova, E., G. A. Zurita, and F. Marangoni. 2018. Changes to anuran diversity following forest replacement by tree plantations in the southern Atlantic forest of Argentina. *Forest Ecology and Management* 424:529-535. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.038>.
- Gangenova, E., M. I. Giombini, G. A. Zurita, and F. Marangoni. 2020. Morphological responses of three persistent native anuran species after forest conversion into monoculture pine plantations: tolerance or prosperity? *Integrative Zoology* 15(5):428-440. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12440>.
- Gardner, T. A., M. A. Ribeiro-júnior, J. O. S. Barlow, T. C. S. Ávila-Pires, M. S. Hoogmoed, and C. A. Peres. 2007. The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3):775-787. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>.
- Herzon, I., A. Aunins, J. Elts, and Z. Preikša. 2008. Intensity of agricultural land-use and farmland birds in the Baltic States. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125(1-4):93-100. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.11.008>.
- Iezzi, M. E., P. Cruz, D. Varela, C. De Angelo, and M. S. Di Bitetti. 2018. Tree monocultures in a biodiversity hotspot: Impact of pine plantations on mammal and bird assemblages in the Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 424:216-227. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.049>.
- Ingaramo, M. D. R., E. G. Etchepare, B. B. Álvarez, and E. Porcel. 2012. Riqueza y composición de la fauna de anuros en la región oriental de la Reserva Natural Provincial Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 60(2):759-769. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.3996>.
- Irwin, S., S. M. Pedley, L. Coote, A. C. Dietzsch, M. W. Wilson, A. Oxbrough, et al. 2014. The value of plantation forests for plant, invertebrate and bird diversity and the potential for cross-taxon surrogacy. *Biodiversity and Conservation* 23: 697-714. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0627-4>.
- Keenan, R. J., G. A. Reams, F. Achard, J. V. de Freitas, A. Grainger, and E. Lindquist. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352:9-20. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.014>.
- Lantschner, V., and V. Rusch. 2014. Efecto de las plantaciones forestales sobre la fauna en la Patagonia andina: ¿cómo compatibilizar la producción con la conservación? *Producción Forestal* 8:12-14.
- Lantschner, M. V., V. Rusch, and J. P. Hayes. 2012. Habitat use by carnivores at different spatial scales in a plantation forest landscape in Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* 269:271-278. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.12.045>.
- Lantschner, M. V., V. Rusch, and J. P. Hayes. 2013. Do exotic pine plantations favour the spread of invasive herbivorous mammals in Patagonia? *Austral Ecology* 38(3):338-345. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2012.02411.x>.
- MAGyP. 2014. Argentina: plantaciones forestales y gestión sostenible. Unidad de Cambio Rural, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires, Argentina.
- Minagri (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). 2012. Elaboración de un mapa de plantaciones forestales de la República Argentina de actualización permanente: Área SIG e Inventario Forestal. Dirección de Producción Forestal.
- Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman, and PRISMA Group. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine* 151(4):264-269. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-3-54>.
- Mott, B., R. A. Alford, and L. Schwarzkopf. 2010. Tropical reptiles in pine forests: assemblage responses to plantations and plantation management by burning. *Forest Ecology and Management* 259(5):916-925. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.11.031>.
- Newbold, T. 2018. Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proceedings of the Royal Society B* 285(1881): 20180792. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0792>.
- Nanni, A. S., M. Piquer Rodríguez, M. D. Rodríguez, M. M. Núñez Regueiro, M. E. Periago, S. Aguiar, et al. 2020. Presiones sobre la conservación asociadas al uso de la tierra en las ecorregiones terrestres de la Argentina. *Ecología Austral* 30:304-320. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.1056>.
- Núñez, M. A., J. Hayward, T. R. Horton, G. C. Amico, R. D. Dimarco, M. N. Barrios-García, and D. Simberloff. 2013. Exotic mammals disperse exotic fungi that promote invasion by exotic trees. *PLoS ONE* 8(6):e66832. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066832>.
- Paritsis, J., and M. A. Aizen. 2008. Effects of exotic conifer plantations on the biodiversity of understory plants, epigeal beetles and birds in *Nothofagus dombeyi* forests. *Forest Ecology and Management* 255(5-6):1575-1583. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.015>.
- Paviolo, A., P. Cruz, M. E. Iezzi, J. M. Pardo, D. Varela, C. De Angelo, et al. 2018. Barriers, corridors or suitable habitat? Effect of monoculture tree plantations on the habitat use and prey availability for jaguars and pumas in the Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 430:576-586. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.029>.
- Phifer, C. C., J. L. Knowlton, C. R. Webster, D. J. Flaspohler, and J. A. Licata. 2017. Bird community responses to afforested eucalyptus plantations in the Argentine pampas. *Biodiversity and Conservation* 26(13):3073-3101. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1126-6>.
- Powers, R. P., and W. Jetz. 2019. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change* 9(4):323-329. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0406-z>.
- SAGyP. 2022. Reporte Nacional. Estimación de las reservas de carbono orgánico del suelo con plantaciones forestales

- y otros usos de la tierra, en distintas regiones de Argentina. Programa Nacional Forestales-INTA.
- Sarasola, J. H., and J. J. Negro. 2006. Role of exotic tree stands on the current distribution and social behaviour of Swainson's hawk, *Buteo swainsoni* in the Argentine Pampas. *Journal of Biogeography* 33(6):1096-1101. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01445.x>.
- Schivo, F., R. Grimson, D. Aquino, and R. D. Quintana. 2023. Difficult times for amphibians: Effects of land-use change at the local and landscape scales in the Iberá Wetlands. *Acta Oecologica* 120:103931. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2023.103931>.
- Schvezov, N., J. Caffetti, C. Silva, J. Boeris, D. Baldo, and R. Lajmanovich. 2023. Impact of soil from monoculture pine plantations on two anuran species from the Atlantic Forest: *Odontophrynus reigi* and *Leptodactylus luctator*. *Science of The Total Environment* 869:161769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161769>.
- Stephens, S. S., and M. R. Wagner. 2007. Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective. *Journal of forestry* 105(6): 307-313. <https://doi.org/10.1093/jof/105.6.307>.
- Sung, Y. H., N. E. Karraker, and B. C. Hau. 2012. Terrestrial herpetofaunal assemblages in secondary forests and exotic *Lophostemon confertus* plantations in South China. *Forest Ecology and Management* 270:71-77. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.01.011>.
- Tilman, D., P. B. Reich, and F. Isbell. 2012. Biodiversity impacts ecosystem productivity as much as resources, disturbance, or herbivory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(26):10394-10397. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208240109>.
- Trimble, M. J., and R. J. Van Aarde. 2014. Supporting conservation with biodiversity research in sub-Saharan Africa's human-modified landscapes. *Biodiversity and Conservation* 23:2345-2369. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0716-4>.
- Umetsu, F., and R. Pardini. 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats-evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landscape Ecology* 22:517-530. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9041-y>.
- Williams, J. J., R. Freeman, F. Spooner, and T. Newbold. 2022. Vertebrate population trends are influenced by interactions between land use, climatic position, habitat loss and climate change. *Global Change Biology* 28(3):797-815. <https://doi.org/10.1111/gcb.15978>.
- Zurita, G. A., N. Rey, D. M. Varela, M. Villagra, and M. I. Bellocq. 2006. Conversion of the Atlantic Forest into native and exotic tree plantations: Effects on bird communities from the local and regional perspectives. *Forest Ecology and Management* 235(1-3):164-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.009>.