

¿Pueden las perchas artificiales atraer aves dispersoras de semillas en bosques secos de montaña disturbados?

VIVIANA S. BERRIOS^{1,✉}; ANDRÉS TÁLAMO² & ENRIQUE J. DERLINDATI³

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Salta, Argentina. ²Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas–Universidad Nacional de Salta (UNSa). Salta, Argentina. ³Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa). Salta, Argentina.

RESUMEN. Los bosques montañosos subtropicales del noroeste argentino se encuentran entre los biomas con más alta prioridad de restauración a nivel global. Disturbios por quemaduras y sobrepastoreo transformaron algunos sectores en pastizales, pero todavía existen remanentes forestales secundarios con avifauna diversa que podrían proveer dispersores efectivos a los sitios a restaurar. La falta de dispersión de semillas mediada por vertebrados limita la recuperación de bosques disturbados. Una herramienta de restauración ecológica que puede favorecer la dispersión de semillas por aves es el uso de perchas artificiales. Nuestro objetivo fue evaluar la utilidad de estas perchas en la atracción de aves dispersoras de semillas. Trabajamos en un área antiguamente afectada por incendios y ganadería, en donde instalamos 24 perchas artificiales y seleccionamos 24 perchas naturales a dos distancias del remanente de bosque. Registramos la diversidad de aves en puntos de 20 m radio en remanentes de bosque y en perchas artificiales y naturales de áreas disturbadas durante 15 minutos en las mañanas, dos días consecutivos cada 15 días en período estival. Encontramos diferencias en la composición de especies de remanentes forestales, perchas artificiales y perchas naturales de sitios disturbados, pero no encontramos diferencias en la composición de especies en función de la distancia de las perchas al borde de bosque. Tampoco encontramos efectos sobre la abundancia de aves en función del tipo de percha ni de la distancia al borde de bosque. Las perchas artificiales resultaron más atractivas que las perchas naturales para dispersores tiránidos y córvidos, sin embargo, no fueron utilizadas por los frugívoros característicos de los remanentes forestales secundarios.

[Palabras clave: restauración ecológica, Tyrannidae, Corvidae, perchas naturales, remanentes forestales secundarios, distancia al borde de bosque, incendios, ganadería]

ABSTRACT. Can artificial perches attract seed-dispersing birds in disturbed dry montane forests? The subtropical montane forests of northwest Argentina are among the biomes with the highest restoration priority worldwide. Disturbances due to burning and overgrazing turned some sectors into pastures, but there are still secondary forest remnants with diverse birdlife that could provide effective dispersers to the sites to be restored. The lack of vertebrate-mediated seed dispersal limits the recovery of disturbed forests. An ecological restoration tool that can enhance the seed dispersal by birds is the use of artificial perches. Our aim was to evaluate the usefulness of this perches in attracting seed-dispersing birds. We work in an area formerly affected by fires and livestock, where we installed 24 artificial perches and selected 24 natural perches at two distances from the remaining forest. We recorded the diversity of birds at 20-m-radius bird-watching points in forest remnants and on artificial and natural perches in disturbed areas for 15 minutes in the morning, two consecutive days every 15 days in summer. We found differences in the species composition of forest remnants, artificial perches, and natural perches from disturbed sites, but we did not find differences in the species composition as a function of the distance of the perches from the forest edge. Neither did we find effects on the abundance of birds depending on the type of perch or the distance to the edge of the forest. Artificial perches were more attractive than natural perches for tyrannid and corvid dispersers; however, they were not used by the characteristic frugivores of secondary forest remnants.

[Keywords: ecological restoration, Tyrannidae, Corvidae, natural perches, secondary forest remnants, distance to forest edge, fires, livestock]

INTRODUCCIÓN

Los hábitats forestales continúan disminuyendo a un ritmo vertiginoso a nivel global a causa de los disturbios que produce el ser humano (McIntyre and Hobbs 1999; Jetz et al. 2007; Fontúrbel et al. 2015). A la luz de la creciente presión antropogénica, proteger áreas y especies ya no es suficiente, sino que además se requiere desarrollar con urgencia estrategias y acciones que permitan acelerar la recuperación de sitios disturbados (Chazdon 2003). El restablecimiento de la estructura, diversidad y funciones de un ecosistema es conocido como restauración ecológica (SER 2004).

Una de las principales barreras que limitan la recuperación de los bosques es la falta de dispersión de semillas de plantas con frutos carnosos que llevan a cabo vertebrados mutualistas (McDonnell and Stiles 1983; Herrera et al. 2002; Zanini and Ganade 2005; Valiente-Banuet et al. 2015). Estos animales actúan como 'enlaces móviles' conectando elementos en el paisaje (Lundberg and Moberg 2003; Cavallero et al. 2013). Sin embargo, la función de dispersión puede verse alterada ante disturbios que afectan la habitabilidad del sistema para algunos dispersores (e.g., por simplificación estructural) (Blake and Loiselle 2009; Guidetti et al. 2022).

Una herramienta de restauración ecológica que puede recuperar la dispersión de semillas por aves es el uso de perchas artificiales (Holl 1998; Scott et al. 2000; Graham and Page 2012; Guidetti et al. 2016). Se basa en restablecer la heterogeneidad estructural de los ambientes dando opciones de perchado a las aves dispersoras de semillas. De esta manera, debajo de las perchas se acumula un banco de semillas más abundante y diverso que en áreas sin perchas (Shiels and Walker 2003; Tomazi et al. 2010; Albornoz et al. 2013; Guidetti et al. 2016).

Una forma de evaluar el éxito de esta herramienta en la atracción de aves dispersoras de semillas es comparar la avifauna que utiliza perchas artificiales en sitios disturbados con la de perchas naturales de los mismos sitios y con la avifauna de remanentes forestales colindantes. Las perchas naturales (árboles secos en pie, varas de herbáceas) que pueden estar presentes en áreas disturbadas suelen ser preferidas por las aves en comparación con perchas artificiales (Slocum and Horvitz 2000; Dos Santos and Pillar 2007). Sin

embargo, las perchas artificiales pueden ser generadas rápidamente y su ubicación puede ser controlada, ya que la localización de las perchas artificiales en relación con el borde del bosque es un factor que puede incidir en las decisiones de perchado de las aves (Holl 1998; Graham and Page 2012; Alencar and Guilherme 2020). Comprender cómo la distancia al borde del bosque influye en la atracción de aves permitirá optimizar el uso de las perchas para restaurar ambientes disturbados.

Los bosques secos subtropicales de montaña del noroeste argentino (NOA) han sido amenazados desde hace décadas por incendios (SADS 2014) en muchos casos originados con la intención de convertir el bosque en pastizal útil para el ganado (Navarro and Maldonado 2002; Grau et al. 2010). Sin embargo, aún se conservan remanentes forestales secundarios con gran diversidad de avifauna que podrían proveer dispersores efectivos a los sitios a restaurar a través de la instalación de perchas artificiales. Nuestro objetivo general es evaluar la utilidad de estas perchas en la atracción de aves dispersoras de semillas en un bosque seco de montaña disturbado por incendios y ganado en el pasado, y que actualmente se encuentra libre de pastoreo desde hace una década. Específicamente, buscamos evaluar 1) si la composición de especies de aves y la abundancia relativa de las especies dispersoras de semillas cambia entre los ensamblajes de remanentes forestales secundarios, perchas artificiales y perchas naturales en sitios disturbados; 2) si la composición de especies de aves que visitan perchas en sitios disturbados y la abundancia relativa de las especies dispersoras de semillas cambia según la distancia de las perchas al borde del bosque, y 3) si existe un efecto del tipo de percha y de la distancia de las perchas al borde de bosque sobre la abundancia de aves que visitan perchas en sitios disturbados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la Reserva Provincial Privada Campo Alegre (24°34' S - 65°21' O), en la provincia de Salta, Argentina (Figura 1a), que abarca ~101 ha sobre el faldeo occidental de las sierras subandinas, al norte del Valle de Lerma. La propiedad limita al oeste con el embalse Campo Alegre, a 1400 m s. n. m., y al este con la divisoria de aguas

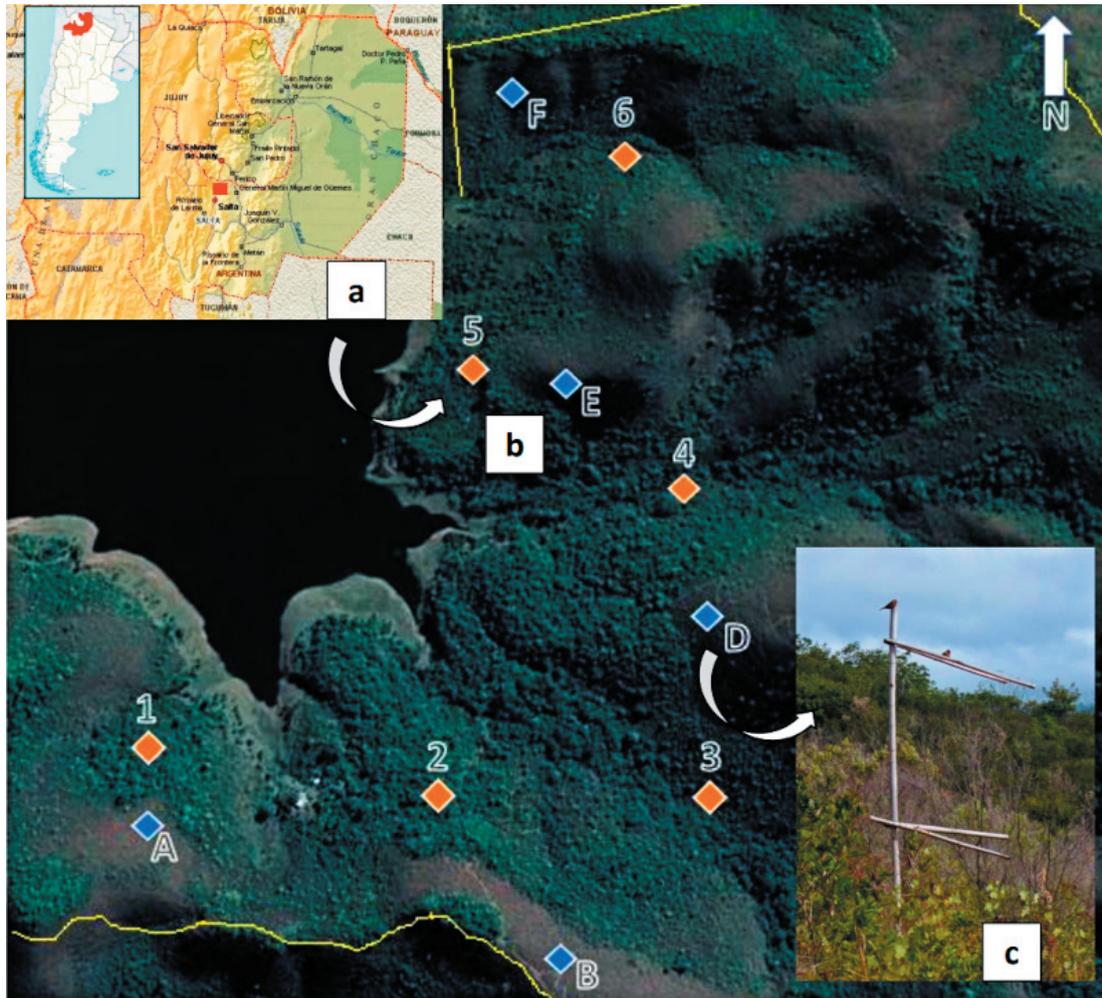


Figura 1. a) Ubicación geográfica de la Reserva de Campo Alegre (cuadrado rojo), en la provincia de Salta, Argentina. b) Superficie de la reserva delimitada por una línea amarilla en imagen satelital de Google Earth 2022. Los seis puntos de observación de aves en remanentes forestales se indican en color naranja (1-6) y los seis sitios con instalación de perchas en color celeste (A-F). c) Percha artificial instalada en un sitio disturbado mostrando la disposición de pares de ramas en dos alturas de estratos.

Figure 1. a) Geographical location of the Campo Alegre Reserve (red square), in the province of Salta, Argentina. b) Area of the reserve delimited by a yellow line in a Google Earth 2022 satellite image. The six bird observation points in forest remnants are indicated in orange (1-6), and the six sites, with installation of perch in light blue (A-F). c) Artificial perch installed in a disturbed site showing the arrangement of pairs of branches in two strata height.

de la serranía, a 1700 m s. n. m. El clima corresponde al tipo subtropical montano con estación seca, y el sitio en particular recibe de 800 a 900 mm de lluvia anual, con más del 80% concentrado entre diciembre y marzo (Neumann et al. 1994). El bosque dominante corresponde a los Bosques Secos Estacionales Neotropicales (BSEN) (Martínez and Prado 2013). Forma parte de la porción austral de los Andes Tropicales, uno de los hotspots más ricos en especies y endemismos del planeta y uno de los más amenazados (Young et al. 2015); por lo tanto, posee una alta prioridad

para la restauración de biomas terrestres a nivel global (Strassburg et al. 2020).

Históricamente, el área fue utilizada para pastoreo con quemas asociadas. En 1994 se creó la reserva; en 1996 se excluyó parcialmente el ganado y entre 2014 y 2015 se lo excluyó en su totalidad. Desde 1999 se desarrollan actividades de reforestación en algunos sectores del predio. Existen registros de fuego no asociados a la ganadería en 2007, 2012, 2013 y 2021. Actualmente se ha conformado un mosaico producto de estos

disturbios, compuesto por remanentes forestales secundarios (húmedos y subhúmedos) con menor grado de disturbio y sitios disturbados colindantes dominados por pastizales serranos.

Diseño experimental

Llevamos a cabo los muestreos durante tres temporadas húmedas (noviembre a abril entre 2018 y 2021) buscando coincidir con el período de fructificación de la mayoría de las especies ornitócoras del bosque. Establecimos seis puntos de observación de 20 m de radio en remanentes forestales secundarios (1-6) (Figura 1b), separados consecutivamente unos de otros por una distancia de 250 m para asegurar la independencia de los datos (Hutto et al. 1986). Seleccionamos seis sitios disturbados dominados por pastizales antrópicos (A-F) (Figura 1b) teniendo en cuenta: 1) áreas con menor densidad de renovales de especies leñosas y de herbáceas de mayor porte (considerando que los sitios ya comenzaron el proceso de sucesión ecológica y de regeneración en los años post-disturbio), y 2) áreas de accesibilidad factible dentro del predio que compone la reserva. En cada sitio disturbado ubicamos dos distancias a 8 m y 38 m desde el borde de bosque. No pudimos probar distancias superiores porque las dimensiones del área disturbada dentro de la reserva que culmina en el filo de las laderas no lo permitieron. En cada distancia instalamos dos perchas artificiales y seleccionamos dos perchas naturales (Figura 1c), distribuidas aleatoriamente y separadas ~12 m entre sí.

Perchas artificiales. Se proyectaron levemente por encima del nivel de la cobertura dominante de perchas naturales establecidas en los sitios disturbados. La arquitectura básica consistió en un eje principal de caña de bambú de 3 m de longitud enterrado a 45 cm de profundidad en una base metálica. Colocamos dos pares de ramas de bambú de 90 cm de largo, perpendiculares al eje principal a alturas de 1.2 m y 2.2 m para cubrir los diferentes estratos del bosque utilizados por las aves (Figura 1c).

Perchas naturales. Seleccionamos ejemplares de especies vegetales (>1.8 m de altura) que estaban establecidas de manera natural en las laderas. Incluimos en este ítem herbáceas de gran porte, arbustos y renovales arbóreos de las especies *Baccharis dracunculifolia*, *Vachellia caven*, *Verbesina suncho*, *Kaunia saltensis*, *Tecoma garrocha*, *Jacaranda mimosifolia*, *Myracrodruon*

urundeuva, *Escallonia schreiteri*, *Sapium haematospermum* y *Alnus acuminata*.

Observaciones de aves en remanentes forestales secundarios y en perchas de sitios disturbados

Realizamos dos días consecutivos de observación de aves cada 15 días, durante 3 o 4 horas continuas desde el amanecer. En remanentes forestales secundarios implementamos el método de conteo por puntos de radio fijo (Bibby et al. 2000). En cada punto registramos la especie y el número de individuos vistos con binoculares u oídos durante un período de 15 minutos. Para perchas de sitios disturbados, el observador permaneció parcialmente oculto en la vegetación de borde de bosque observando cada sitio durante un período de 15 minutos. En cada sitio registramos especies y abundancia de especies de aves que utilizan las perchas, ubicación, hora de registro y condiciones meteorológicas al momento de la observación. Invertimos el orden de observaciones de puntos de conteo y sitios entre días consecutivos, para evitar el sesgo de la hora del día y consideramos el valor máximo de abundancia por especie en cada punto de conteo y en cada percha, cada dos días de muestreo.

Análisis estadístico

La composición de especies de aves se comparó con el análisis de varianza multivariado de permutaciones (PERMANOVA). El análisis multivariado se realizó con el paquete PERMANOVA (Vicente-González and Vicente-Villardón 2021) utilizando el coeficiente Bray-Curtis. La abundancia de aves en función del tipo de percha y de la distancia al bosque se analizó con modelos lineales generalizados mixtos y una distribución de errores Poisson. Los modelos se ajustaron con la función glmer del paquete lme4 (Bates et al. 2015). El tipo de percha y la distancia al borde del bosque fueron incluidas en el modelo como efectos fijos, mientras que el sitio se incluyó como efecto aleatorio. Dado que los cambios de abundancia de aves en los diferentes tipos de perchas pueden depender de la distancia al bosque (i.e., si la percha está cerca, las aves pueden usar indistintamente ambos tipos de percha, pero si la distancia es mayor, las aves posiblemente prefieran algún tipo de percha que les brinde más seguridad en contra de los depredadores), se decidió incluir en el modelo el efecto de

la interacción entre ambos factores. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software R (R Core Team 2022). La abundancia relativa de las especies de aves registradas fue representada en curvas de rango-abundancia, discriminando a las especies potencialmente dispersoras de semillas. Además, cada especie fue caracterizada según revisión bibliográfica por su masa corporal (Alderete and Capllonch 2010; Galetti et. al 2013; Tobias et al. 2022) y grupo ecológico funcional (para dispersores de semillas se indicó también la importancia de frugivoría en la dieta) (Rougès and Blake 2001; Alessio et. al 2005; del Hoyo et. al 2020), (Material Suplementario 1-Tabla S1).

RESULTADOS

Composición de especies de aves y abundancia relativa de dispersores de semillas en remanentes forestales secundarios y en perchas artificiales y naturales de sitios disturbados

La principal especie que dominó el ensamble de aves tanto en remanentes forestales secundarios como en perchas artificiales y naturales de sitios disturbados fue *Z. capensis* (Figura 2). En los remanentes forestales secundarios registramos 73 especies de aves nativas pertenecientes a 25 familias. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Turdus rufiventris*, *Z. capensis*, *Thraupis sayaca*, *Myioborus brunneiceps* y *Elaenia parvirostris* (Figura 2a). En las perchas artificiales y naturales de sitios disturbados registramos 36 especies de aves pertenecientes a 16 familias. De las 36 especies, 21 fueron observadas en perchas artificiales y 30 en perchas naturales, y entre los tipos de perchas se compartieron 15 especies. En perchas artificiales, las especies dominantes fueron *Knipolegus aterrimus*, *Tyrannus melancholicus* y *Z. capensis*, y en perchas naturales, *Z. capensis* y *Sporophila caerulescens* (Figura 2b). La composición de especies de aves fue diferente entre los puntos dentro del bosque, las perchas artificiales y las perchas naturales ($F=35.77$; $P=0.001$).

Entre las aves dispersoras de semillas, las especies con mayor abundancia relativa en remanentes forestales secundarios fueron *T. rufiventris* (depredador de invertebrados-frugívoro; 57.9 g), *T. sayaca* (frugívoro-depredador de semillas e invertebrados; 32.4 g), *E. parvirostris* (depredador de insectos-frugívoro; 13.8 g) y *Penelope bridgesi* (frugívoro; 1770 g) (Figura 2a, Material Suplementario 1-Tabla S1). Ninguna de estas

especies hizo uso de perchas artificiales, en las cuales registramos en cambio a *K. aterrimus* (depredador de insectos-ocasionalmente frugívoro; 20.2 g), *T. melancholicus* (depredador de insectos-ocasionalmente frugívoro; 42.3 g), *Cyanocorax chrysops* (generalista; 166 g), *Hirundinea ferruginea* (depredador de insectos-ocasionalmente frugívoro; 30.6 g) y *Elaenia obscura* (depredador de insectos-frugívoro; 23.9 g). En perchas naturales registramos 15 especies dispersoras de semillas en baja abundancia relativa, siendo las tres especies dispersoras dominantes las mismas que en las de perchas artificiales (Figura 2b, Material Suplementario 1-Tabla S1).

Composición de especies de aves y abundancia relativa de dispersores de semillas en función de la distancia de perchas al borde de bosque

No encontramos diferencias en la composición de especies entre las dos distancias comparadas para perchas artificiales ($F=-7.7$; $P=0.64$) ni perchas naturales ($F=-0.45$; $P=0.55$). Entre las aves dispersoras de semillas, en perchas artificiales ubicadas a 38 m de distancia al borde de bosque registramos en menor abundancia relativa a *C. chrysops* y no encontramos a *E. obscura* ni a *H. ferruginea* (Material Suplementario 2-Figura S1). Por el contrario, en perchas naturales, la abundancia relativa de especies dispersoras de semillas no mostró variaciones en ambas distancias (Material Suplementario 2-Figura S2).

Abundancia de aves en función del tipo de percha y de la distancia al borde de bosque

En perchas artificiales y naturales de sitios disturbados, ni el tipo de percha ($b=0.47$, $z=1.45$, $P=0.15$) ni la distancia al borde del bosque ($b=0.18$, $z=0.53$, $P=0.60$) tuvieron un efecto sobre la abundancia promedio de aves que visitaron las perchas (Figura 3). Además, no se encontró interacción entre estos factores ($b=-0.41$, $z=-0.9$, $P=0.40$).

DISCUSIÓN

El objetivo general de esta investigación fue probar si las perchas artificiales son útiles en la atracción de aves que podrían favorecer la dispersión de semillas ornitócoras en sitios antiguamente afectados por incendios y ganadería de un bosque seco de montaña. Al comparar los ensambles de aves de remanentes forestales secundarios con los que hicieron uso de perchas artificiales y naturales de

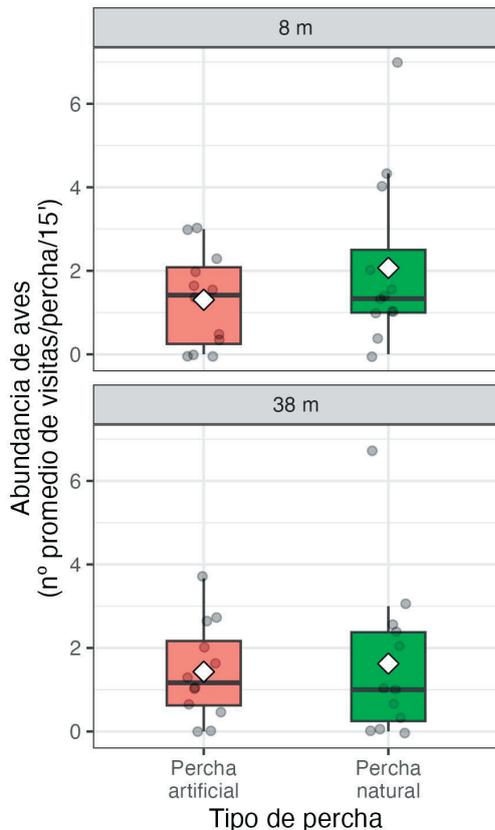


Figura 3. Abundancia de aves (número promedio de individuos registrados por percha en 15' de observación durante tres temporadas de muestreo) en función del tipo de percha (artificial y natural) y de la distancia al borde de bosque (8 y 38 m) (n=12).

Figure 3. Bird abundance (average number of individuals recorded by perch for 15' of bird watching during three sampling seasons) depending on the type of perch (artificial and natural) and the distance from forest edge (8 and 38 m) (n=12).

sitios disturbados dominados por pastizales pudimos observar que la composición de especies fue diferente. Los dispersores de semillas dominantes de remanentes forestales secundarios, frugívoros característicos de los bosques andinos subtropicales no hicieron uso de las perchas artificiales. Estos resultados sugieren que las perchas no fueron tan útiles como se esperaba.

En sitios disturbados dominados por pastizales antrópicos, las perchas artificiales resultaron más atractivas para la fauna dispersora conformada por tiránidos y córvidos que las perchas naturales. Al igual que en este estudio, otros trabajos experimentales en el Neotrópico reportaron que la familia más abundante en el uso de perchas artificiales fue Tyrannidae (Athiê and

Dias 2016; Oliveira et al. 2018; Castilhos de Freitas et al. 2022). La mayoría de las especies que utilizaron perchas en sitios disturbados son especies de borde o generalistas de hábitat, y si bien son ocasionalmente frugívoras, no son necesariamente buenas dispersoras de especies vegetales de bosque. Es interesante, sin embargo, que algunas de estas especies son de tamaño medio como *Tyrannus melancholicus* (42.3 g) y grandes como *C. chrysops* (166 g), que pueden alimentarse de frutos de mayor tamaño y también depositar semillas grandes, condición necesaria en los programas de restauración de ambientes disturbados.

Resultaría de gran valor contar con estudios adicionales de captura de individuos y experimentos de germinación en laboratorio de las semillas defecadas o regurgitadas para conocer la identidad de las especies dispersadas y evaluar la efectividad de los principales dispersores que utilizan este ecosistema en restauración. También se pueden colocar trampas de semillas debajo de las perchas para analizar el arribo de semillas y, al mismo tiempo, monitorear el establecimiento de plántulas bajo perchas (Holl 2002; Guidetti et al. 2016; Guidetti et al. 2022).

En lo que respecta a la distancia de las perchas al borde de bosque, ambas distancias evaluadas son igualmente útiles en cuanto a composición de especies de aves y número de individuos que atraen, no así en la composición de especies dispersoras de semillas. Las perchas a 8 m de distancia resultaron eficaces en la atracción de una mayor diversidad de dispersores de semillas que perchas a 38 m. Sin embargo, las dos especies dispersoras de semillas más abundantes que hicieron uso de perchas, *K. aterrimus* y *T. melancholicus* utilizaron indistintamente perchas a 8 y 38 m de distancia al borde del bosque. Esto se puede atribuir al hecho de que se trata de especies de borde o espacios abiertos (Stouffer et al. 2020) y, por lo tanto, no estarían seleccionando perchas en relación con la distancia al borde de bosque.

Al probar la utilidad de las perchas artificiales en la atracción de aves dispersoras encontramos que las perchas de los sitios disturbados fueron visitadas por especies ocasionalmente frugívoras de borde de bosque o generalistas de hábitat, pero no por especies frugívoras de bosque. Esto advierte que debemos ser más selectivos al momento de aplicar herramientas previamente probadas

en otros ambientes. No obstante, aún resta evaluar si las perchas facilitan la lluvia de semillas y el establecimiento de plántulas, lo cual permitiría la regeneración de las áreas disturbadas.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y al Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa) por su apoyo económico, a la

Secretaría de Ambiente de la provincia de Salta por la emisión de los permisos de investigación, a los pobladores locales que donaron cañas de bambú para la confección de las perchas artificiales y al Club Amigos de la Montaña, guardaparques y asistentes de campo que colaboraron con su instalación en la Reserva de Campo Alegre. Agradecemos también a numerosos colegas por sus comentarios sobre este trabajo, y a los revisores y editor por su importante labor en este manuscrito.

REFERENCIAS

- Albornoz, F. E., A. Gaxiola, B. J. Seaman, F. I. Pugnaire, and J. Armesto. 2013. Nucleation-driven regeneration promotes post-fire recovery in a Chilean temperate forest. *Plant Ecology* 214:765-776. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0206-x>.
- Albrecht, J., D. G. Berens, N. Blüthgen, B. Jaroszewicz, N. Selva, et al. 2013. Logging and forest edges reduce redundancy in plant–frugivore networks in an old-growth European forest. *Journal of Ecology* 101(4):990-999. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12105>.
- Alderete, C., and P. Capillonch. 2010. Pesos de aves suboscines de Argentina. *Nótulas Faunísticas*, 2da. Serie 58:1-12.
- Alencar, L., and E. Guilherme. 2020. Bird-plant interactions on the edge of a forest fragment in southwestern Brazilian Amazonia. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 42:1-11. <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v42i1.51485>.
- Alessio, V. G., A. H. Beltzer, R. C. Lajmanovich, and M. A. Quiroga. 2005. Ecología alimentaria de algunas especies de Passeriformes (Furnariidae, Tyrannidae, Icteridae y Emberizidae): consideraciones sobre algunos aspectos del nicho ecológico. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II INSUGEO, Miscelánea* 14:441-482.
- Athié, S., and M. M. Dias. 2016. Use of perches and seed dispersal by birds in an abandoned pasture in the Porto Ferreira state park, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 76:80-92. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.13114>.
- Bates, D., M. Mächler, B. Bolker, and S. Walker. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1):1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill, and S. Mustoe. 2000. *Bird census techniques*. Second edition. Elsevier. London, UK.
- Blake, J. G., and B. A. Loiselle. 2009. Species composition of Neotropical understory bird communities: local versus regional perspectives based on capture data. *Biotropica* 41(1):85-94. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00445.x>.
- Castilhos de Freitas, T., G. Crizel Gomes, A. Ramos Molina, E. de Souza Gomes Guarino, C. Agra Iserhard, et al. 2022. Artificial perches increase bird-mediated seed rain in agricultural fallow area in southern Brazil. *Web Ecology* 22(2): 59-74. <https://doi.org/10.5194/we-22-59-2022>.
- Cavallero, L., E. Raffaele, and M. A. Aizen. 2013. Birds as mediators of passive restoration during early post-fire recovery. *Biological Conservation* 158:342-350. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.10.004>.
- Chazdon, R. L. 2003. Tropical Forest Recovery: Legacies of Human Impact and Natural Disturbances. *Anon. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6(1-2):51-71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>.
- Cintra, R. 1997. Spatial distribution and foraging tactics of tyrant flycatchers in two habitats in the Brazilian Amazon. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32(1):17-27. <https://doi.org/10.1076/snfe.32.1.17.13459>.
- Da Silva, J. M. C., C. Uhl, and G. Murray. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* 10(2):491-503. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020491.x>.
- del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana. 2020. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Dos Santos, M. M. G., and V. de Patta Pillar. 2007. Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da Floresta com Araucária sobre os campos, em São Francisco de Paula, RS. *Revista Brasileira de Biociências* 5(S1):594-596.
- Fontúrbel, F. E., A. B. Candia, J. Malebrán, D. A. Salazar, C. González-Browne, et al. 2015. Meta-analysis of anthropogenic habitat disturbance effects on animal-mediated seed dispersal. *Global Change Biology* 21(11):3951-3960. <https://doi.org/10.1111/gcb.13025>.
- Gabriel, V. D. A., and M. A. Pizo. 2005. Foraging behavior of tyrant flycatchers (Aves, Tyrannidae) in Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:1072-1077. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400036>.
- Galetti, M., R. Guevara, and M. C. Cortes. 2013. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science* 340:1086-1090. <https://doi.org/10.1126/science.1233774>.
- Graham, L. L., and S. E. Page. 2012. Artificial bird perches for the regeneration of degraded tropical peat swamp forest: a restoration tool with limited potential. *Restoration Ecology* 20(5):631-637. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2011.00805.x>.
- Grau, H. R., J. Carilla, R. Gil-Montero, R. Villalba, E. Araoz, et al. 2010. Environmental history and forest regeneration dynamics in a degraded valley of north-west Argentina's cloud forests. Pp. 597-604 *en* L. A. Bruijnzel, F. N. Scatena

- and L. S. Hamilton (eds.). Tropical Montane Cloud Forests Science for Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511778384.064>.
- Guidetti, B. Y., G. C. Amico, S. Dardanelli, and M. A. Rodríguez-Cabal. 2016. Artificial perches promote vegetation restoration. *Plant Ecology* 217(7):935-942. <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0619-4>.
- Guidetti, B. Y., S. Dardanelli, F. M. L. Miño, and G. C. Amico. 2022. Artificial Perches for Birds in Deforested Areas Favour a Seed Rain Similar to Woodland Remnants. *Plant Ecology* 223:1-14. <https://doi.org/10.1007/s11258-022-01272-3>.
- Herrera, C. M. 2002. Seed dispersal by vertebrates. Pp. 185-208 *en* C. M. Herrera and O. Pellmyr (eds.). *Plant-animal interactions: An evolutionary approach*. Blackwell USA.
- Holl, K. D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6(3):253-261. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1998.00638.x>.
- Holl, K. D. 2002. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology* 90(1):179-187. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00637.x>.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet, and P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103(3):593-602. <https://doi.org/10.1093/auk/103.3.593>.
- Jetz, W., D. S. Wilcove, and A. P. Dobson. 2007. Projected impacts of climate and land-use change on the global biodiversity of birds. *PLOS Biology* 5(6):e157. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050157>.
- John, R. 2004. Volume 9 Cotingas to Pipits and Wagtails. Pp. 631 *en* J. del Hoyo, A. Elliott and D. Christie (eds.). *Handbook of Birds of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. <https://doi.org/10.22621/cfn.v118i4.843>.
- Lundberg, J., and F. Moberg. 2003. Mobile link organisms and ecosystem functioning: implications for ecosystem resilience and management. *Ecosystems* 6(1):0087-0098. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0150-4>.
- McClanahan, T. R., and R. W. Wolfe. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7(2):279-288. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07020279.x>.
- McConkey, K. R., S. Prasad, R. T. Corlett, A. Campos-Arceiz, J. F. Brodie, et al. 2012. Seed dispersal in changing landscapes. *Biological Conservation* 146(1):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.018>.
- McDonnell, M. J., and E. W. Stiles. 1983. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia* 56(1):109-116. <https://doi.org/10.1007/BF00378225>.
- McIntyre, S., and R. Hobbs. 1999. A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology* 13(6):1282-1292. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97509.x>.
- Navarro, G., and M. Maldonado (eds.). 2002. *Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos*. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Departamento de Difusión, Cochabamba, Bolivia. Pp. 719.
- Neumann, R., J. Samaniego, C. Matalía, F. Lisi, and J. L. Garrido (eds.). 1994. *Reserva Forestal y De Fauna En Campo Alegre*. Proyecto C.A.M. Anon. 1. Club Amigos de la Montaña. Salta, Argentina.
- Oliveira, A. K. M., R. A. Bocchese, K. R. F. Pereira, and Carvalho. 2018. Seed deposition by birds on artificial perches at different distances from a gallery forest in the cerrado area. *Floresta* 48(3):363-372. <https://doi.org/10.5380/rf.v48i3.55228>.
- Padrón, B., M. Nogales, A. Traveset, M. Vila, A. Martínez-Abraín, et al. 2011. Integration of invasive *Opuntia* spp. by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. *Biological Invasions* 13(4):831-844. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9872-y>.
- R Core Team 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: [R-project.org](https://www.R-project.org).
- Rougès, M., and J. G. Blake. 2001. Tasas de captura y dietas de aves del sotobosque en el Parque Biológico Sierra de San Javier, Tucumán. *Hornero* 16(1):7-15. <https://doi.org/10.56178/eh.v16i1.909>.
- Scott, R., P. Pattanakaw, J. F. Maxwell, S. Elliott, and G. Gale. 2000. The effect of artificial perches and local vegetation on bird-dispersed seed deposition into regenerating sites. Pp 327-337 *en* S. Elliott, J. Kerby, D. Blakesley, K. Hardwick, K. Woods and V. Anusarnsunthorn (eds.). *Forest Restoration for Wildlife Conservation*. International Tropical Timber Organization and the Forest Restoration Research Unit, Chiang Mai University.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SADS). 2014. Estadística de incendios forestales 2013. Programa Nacional de Estadística Forestal. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Informe Técnico, Salta, Argentina. Pp. 131.
- Shiels, A., and L. Walker. 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology* 11: 457-465. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2003.rec0269.x>.
- Slocum, M. G., and C. C. Horvitz. 2000. Seed arrival under different genera of trees in a neotropical pasture. *Plant Ecology* 149:51-6. <https://doi.org/10.1023/A:1009892821864>.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica.
- Stouffer, P. C., R. T. Chesser, and A. E. Jahn. 2020. Tropical Kingbird (*Tyrannus melancholicus*). Version 1.0. *En* S. M. Billerman (ed.). *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.trokin.01>.
- Tobias, J. A., C. Sheard, A. L. Pigot, A. J. Devenish, J. Yang, F. Sayol, et al. 2022. AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters* 25(3):581-597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>.
- Tomazi, A. L., C. E. Zimmermann, and R. R. Laps. 2010. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração

- de ambientes ciliares: caracterização da chuva de sementes e regeneração natural. *Biotemas* 23:125-135. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n3p125>.
- Valiente-Banuet, A., M. A. Aizen, J. M. Alcántara, J. Arroyo, A. Cocucci, et al. 2015. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology* 29(3):299-307. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12356>.
- Vicente-González, L., and J. L. Vicente-Villardón. 2021. PERMANOVA: Multivariate Analysis of Variance Based on Distances and Permutations. R package version 0.2.0. URL: CRAN.R-project.org/package=PERMANOVA.
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Macmillan Publishing Co., New York.
- Young, T. P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation* 92(10):73-82. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00057-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00057-9).
- Zanini, L., and G. Ganade. 2005. Restoration of Araucaria Forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. *Restoration Ecology* 13(3):507-514. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00063.x>.