



EFFECTO DE LAS AVES SOBRE LA GERMINACIÓN Y VIABILIDAD DE *SCHINUS FASCICULATUS* (MORADILLO)

EFFECT OF BIRDS ON THE GERMINATION AND VIABILITY OF *SCHINUS FASCICULATUS* (MORADILLO)

Camila Berjman¹ , Claudia M. Dellafiore¹ & Pablo Brandolin¹

1. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina

*cdellafiore@exa.unrc.edu.ar

Citar este artículo

BERJMAN, C., C. M. DELLAFIORE & P. BRANDOLIN. 2026. Efecto de las aves sobre la germinación y viabilidad de *Schinus fasciculatus* (moradillo). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 61: 419-428.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v61.n3.50826>

SUMMARY

Background and aims: The aim of this study was to determine whether the passage of *Schinus fasciculatus* (moradillo) seeds through the avian digestive tract affects their viability, germination capacity, onset and rate of germination, and to assess whether this effect varies according to the disperser in the Espinal Forest.

M&M: A total of 243 fecal samples from 31 bird species were analyzed, from which 198 seeds were collected, 108 of them intact.

Results: The germination capacity (PG) of dispersed seeds was significantly higher (13.88 %) than that of the control (10.10 %). However, the effect was disperser-specific: *Pitangus sulphuratus* and *Turdus rufiventris* significantly increased PG, *Elaenia albiceps* reduced it, and *Columbina picui* and *Turdus amaurochalinus* induced dormancy. The differences observed among species indicate that the impact of gut passage on germination depends on the physiological and ecological traits of each bird.

Conclusions: Overall, these findings highlight the importance of conserving local frugivore communities as a key component for the sustainability and resilience of Espinal Forest ecosystems

KEY WORDS

Birds, germination, moradillo, *Schinus fasciculatus*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El presente trabajo tuvo por objetivo conocer si el tránsito de las semillas de *Schinus fasciculatus* (moradillo) por el tracto digestivo de las aves afecta su viabilidad, poder germinativo, inicio y tasa de germinación y evaluar si dicho efecto varía según el dispersor en el Bosque El Espinal.

M&M: Se analizaron 243 muestras de fecas provenientes de 31 especies de aves de las cuales se recolectaron 198 semillas de las cuales 108 estaban sanas.

Resultados: El poder germinativo (PG) de las semillas dispersadas fue significativamente mayor (13,88 %) que el control (10,10 %). No obstante, el efecto fue específico del dispersor: *Pitangus sulphuratus* y *Turdus rufiventris* aumentaron significativamente el PG, *Elaenia albiceps* lo redujo, y *Columbina picui* y *Turdus amaurochalinus* indujeron latencia. Las diferencias observadas entre especies evidencian que el impacto del tránsito digestivo sobre la germinación depende de las características fisiológicas y ecológicas de cada ave.

Conclusiones: En conjunto, estos hallazgos resaltan la importancia de conservar las comunidades frugívoras locales como un componente clave para la sostenibilidad y resiliencia de los bosques del Espinal.

PALABRAS CLAVE

Aves, germinación, moradillo, *Schinus fasciculatus*.

Recibido: 26 Nov 2025

Aceptado: 16 Jun 2026

Publicado en línea: 30 Sep 2026

Publicado impreso: 30 Sep 2026

Editora: Mariana A. Grossi

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCCIÓN

Las aves frugívoras son responsables de la dispersión de una gran variedad de plantas al ingerir los frutos y luego defecar o regurgitar las semillas intactas en sitios alejados de los parentales (Amico & Aizen, 2005; Montaldo, 2005; Miguel, 2018; Verga *et al.*, 2019; Cuenca Gallo *et al.*, 2020; Guidetti, 2020). Este tipo de dispersión mediada por aves se la denomina ornitocoria (Rubiano, 2011) y es el tipo de dispersión más común entre las plantas con frutos carnosos (Herrera, 2002; Miguel, 2018).

Las aves son consideradas uno de los dispersores más efectivos (Segura Linares, 2017) tanto por la elevada cantidad de propágulos que transportan como por su notable capacidad de desplazamiento, lo que les permite movilizar semillas a largas distancias, conectar poblaciones vegetales aisladas y facilitar la colonización de nuevos ambientes o de áreas previamente degradadas (Rubiano, 2011; Hernández-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012; Segura Linares, 2017; Verga *et al.*, 2019). Esta capacidad dispersora resulta fundamental en los procesos de regeneración ecológica y restauración pasiva de parches de bosque en paisajes antropizados, al promover el flujo de semillas desde remanentes de vegetación nativa hacia bordes y fragmentos abiertos (Rubiano, 2011; Guidetti, 2020). Además, las aves desempeñan un papel clave en la dispersión de especies exóticas invasoras, contribuyendo a su establecimiento y expansión en diversos ecosistemas (Dellafore *et al.*, 2015; Díaz Vélez *et al.*, 2018; Dellafore & Sainz, 2022).

Esta relación mutualista entre las aves y las plantas es considerada un servicio ecosistémico fundamental para el funcionamiento, estructura y dinámica de los ecosistemas terrestres, y representa un servicio de soporte esencial para los procesos ecológicos ya que influye en los patrones de distribución y diversidad de ambas partes interactuantes a diferentes escalas espaciales, como lo es su papel en el sostenimiento y regeneración de bosques (Daily *et al.*, 1997; Amico & Aizen, 2005; Bascompte & Jordano, 2008; Rubiano, 2011; Miguel, 2018; Guidetti, 2020).

Para las plantas, esta interacción resulta ventajosa cuando las semillas son dispersadas intactas a cierta distancia de sus parentales,

ya que ello incrementa sus probabilidades de supervivencia y éxito reproductivo. Este efecto se debe a la reducción en la incidencia de patógenos y predadores asociados a los parentales, así como a la disminución de la competencia intraespecífica (Daily *et al.*, 1997; Galindo González, 1998; Herrera, 2002; Amico & Aizen, 2005; Montaldo, 2005; Bascompte & Jordano, 2008; Rubiano, 2011; Miguel, 2018; Guidetti, 2020). Además, el paso de las semillas a través del tracto digestivo de las aves puede favorecer su germinación mediante tres mecanismos principales: la escarificación mecánica y/o química de la cubierta seminal (Aizen *et al.*, 2002; Dellafore *et al.*, 2015; Dueñas Florian, 2020), la remoción de la pulpa, que en muchos casos contiene sustancias inhibitoras de la germinación, y el efecto fertilizante de la materia fecal (Traveset & Verdú, 2002; Robertson *et al.*, 2006).

Sin embargo, el paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves no siempre resulta beneficioso. En ciertos casos puede inhibir la germinación o reducir la viabilidad de las semillas, mientras que en otros puede no producir efecto apreciable (Herrera, 2002; Amico & Aizen, 2005; Dellafore & Rosa, 2015, 2017; Dellafore, 2016). Estas diferencias suelen atribuirse tanto a la acción de los jugos gástricos como a los movimientos mecánicos del estómago y la molleja (Dueñas Florian, 2020).

Dentro de la región neotropical, los bosques del distrito del Espinal se caracterizan por presentar una gran diversidad florística y faunística con un gran número de especies de aves (Luti *et al.* 1979; Nores & Yzurieta, 1983; Nores *et al.*, 1983; Nores, 1996). Investigaciones previas han documentado interacciones entre las aves frugívoras y las plantas de esta región y se ha observado que las aves consumen los frutos de *Schinus fasciculatus* (moradillo) (Guidetti, 2020; Marasas, 2020; Dellafore & Brandolin, 2023). Sin embargo, no se conoce si las semillas de *S. fasciculatus* defecadas por las aves conservan su viabilidad y poder germinativo y si este efecto varía entre las distintas especies de dispersores. Debido a ello, el presente trabajo tuvo por objetivo conocer si el tránsito de las semillas de *S. fasciculatus* por el tracto digestivo de las aves afecta su viabilidad, poder germinativo, inicio y tasa de germinación y evaluar si dicho efecto varía según el dispersor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el área protegida “Bosque Autóctono El Espinal” ubicada en el campus de la Universidad Nacional de Río Cuarto a los 33° 10' S y 64° 20' O. Esta área protegida fue creada en 2002 y posee una superficie de 7 ha. La temperatura máxima media anual es de 20 °C en el mes de enero y la mínima media anual es de 3 °C en el mes de julio. Las precipitaciones máximas ocurren en los meses de diciembre y enero (130 mm) y las mínimas en los meses de junio y julio (13 mm).

La formación vegetal que caracteriza a este relicto, representativo de la provincia fitogeográfica del Espinal, es el bosque xerófilo abierto, donde domina un estrato arbóreo con especies leñosas como chañar (*Geoffroea decorticans*), tala (*Celtis ehrenbergiana*), moradillo (*Schinus fasciculatus*) junto con especies exóticas como la mora (*Morus nigra*) y el olmo (*Ulmus pumila*). En el estrato arbustivo se encuentran chilcas (*Baccharis salicifolia*), palo amarillo (*Aloysia gratissima*) y poleo (*Lippia turbinata*) entre otras. Acompañan a las especies leñosas distintas herbáceas, en su mayoría compuestas y gramíneas; de las 198 especies catalogadas el 76,26 % son autóctonas y 23,73 % introducidas (Arana *et al.*, 2014; 2021; Vischi & Oggero, 2002).

Schinus fasciculatus (moradillo) es un arbusto de hasta 3 m de altura. Sus frutos son drupas de color violáceo, de 4-5 mm de diámetro. Florece de enero a octubre y fructifica de marzo a agosto (Oggero *et al.*, 2019).

Actualmente el Bosque Autóctono El Espinal cuenta con 126 especies de aves registradas pertenecientes a 31 familias diferentes (eBird, 2024) y únicamente tres de ellas son especies exóticas: paloma doméstica (*Columba livia*), gorrión (*Passer domesticus*) y el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*). Del total del ensamble de aves, aproximadamente el 55 % son insectívoras, el 17 % son omnívoras, el 10 % son granívoras y el 2 % son frugívoras (el porcentaje restante corresponde a otros tipos de dietas más especializadas) (de la Peña, 2016a, b, c; Tobias, 2021). Entre las especies que consumen frutos se encuentran tordo músico (*Agelaioides badius*), tacuarita azul (*Polioptila dumicola*), sietevestidos serrano (*Poospiza whittii*),

torcacita picuí (*Columbina picui*), juan chiviro (*Cyclarhis gujanensis*), fiofio silbón (*Elaenia albiceps*), fiofio pico corto (*Elaenia parvirostris*), gorrión (*Passer domesticus*), corbatita (*Sporophila caerulescens*), pijuí frente gris (*Synallaxis frontalis*), ratona común (*Troglodytes aedon*), zorzal chalchalero (*Turdus amaurochalinus*), zorzal colorado (*Turdus rufiventris*) y chingolo (*Zonotrichia capensis*).

Muestreo de aves

Durante el periodo de otoño, primavera y verano de 2022, se realizaron muestreos de aves empleando redes de niebla siguiendo la metodología propuesta por Amico & Aizen (2005) y las recomendaciones de Ralph *et al.* (1996) y Bibby *et al.* (2000). El protocolo de captura (permiso de colecta Nro. GOBDIGI-1108048111-022), manipulación y obtención de muestras de las aves con redes de niebla se siguió con los estándares internacionales para estaciones de anillados propuestos por el North American Banding Council (NABC, 2001 a, b) y Bibby *et al.* (2000). Las aves capturadas fueron identificadas a nivel de especie usando la guía de aves de Pearman & Areta (2020), y para obtener las muestras de las fecas se mantuvieron las aves en sacos de tela entre 10 a 20 minutos aproximadamente, este método garantiza la procedencia de cada muestra (Hernández-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012). Las muestras se colocaron en tubos Eppendorf 1,5 ml y se conservaron en frío (-5 °C) para su posterior análisis en el laboratorio.

En el laboratorio, cada muestra fue desarmada y analizada bajo lupa estereoscópica, registrando su contenido en detalle. Las semillas fueron separadas, contabilizadas e identificadas al menor nivel taxonómico posible, utilizando el catálogo de referencia de la directora del proyecto, la búsqueda en herbarios públicos de internet (Agro Slide Bank, 2022; Flora argentina, 2022; Instituto de Botánica Darwinion, 2022) y mediante consulta de bibliografías específicas (Bianco *et al.*, 2000; Ferri *et al.*, 2009; Zubizarreta & Díaz, 2014). Además, se observó detalladamente si las semillas se encontraban sanas o dañadas (ej.: semillas partidas, tegumento sano o roto, exposición del embrión, deshidratación, etc.).

Para conocer el efecto del paso a través del tracto digestivo de las aves sobre la viabilidad y/o germinación de las semillas, se compararon las

variables de germinación y viabilidad entre dichas semillas y las provenientes de frutos recolectados a campo (control). Para ello se recolectaron frutos al azar de diferentes árboles de *S. fasciculatus* presentes en el área de estudio y las semillas fueron separadas (n= 119) y puestas a germinar en placas de Petri con papel secante. Se regaron diariamente y se mantuvieron a temperatura constante de 20-25 °C que es la temperatura óptima de germinación de esta especie (Funes *et al.*, 2009) y se controlaron diariamente durante 174 días en búsqueda de evidencias de germinación (emergencia de la radícula). Por otro lado, se pusieron a germinar las semillas de *S. fasciculatus* sanas obtenidas de las fecas de las aves de forma similar a la detallada para las semillas de los frutos. Dichas semillas fueron sembradas en placas separadas teniendo en cuenta la especie de ave de la cual provenían.

Se calculó el inicio de la germinación (GS) y la tasa de germinación (GR) siguiendo el método de Izhaki & Ne'eman (1997). Además, se calculó el poder germinativo (PG) el cual representa el porcentaje final de semillas que germinan con relación al número total de semillas sembradas.

A las semillas que no germinaron al finalizar el experimento, se les realizó la prueba de tetrazolio para determinar si permanecían viables (Cottrell, 1947; Mackay, 1972). Para ello se cortaron las semillas a la mitad y se les aplicó una solución acuosa al 0,01 % de cloruro de 2, 3, 5- trifenil-tetrazolio, pH 7 y se mantuvieron en oscuridad durante 72 horas a temperatura constante de 25 °C (Bradbeer, 1998).

Se empleó la prueba de la t para muestras independientes y/o pruebas no paramétricas para detectar diferencias significativas entre los tratamientos utilizando el programa estadístico Infostat (2008).

RESULTADOS

Se recolectaron 243 muestras de fecas provenientes de 31 especies de aves diferentes de las cuales 23 corresponden a especies omnívoras (*Agelaioides badius*, *Catharus ustulatus*, *Coryphospingus cucullatus*, *Embernagra platensis*, *Elaenia albiceps*, *Elaenia parvirostris*, *Microspingus torquatus*, *Mimus triurus*, *Molothrus bonariensis*, *Myiarchus swainsoni*, *Pitangus*

sulphuratus, *Poliophtila duminicola*, *Poospiza melanoleuca*, *Poospiza whittii*, *Raenia bonariensis*, *Saltator aurantirostris*, *Saltator coerulescens*, *Sicalis flaveola*, *Sporophila caerulescens*, *Synallaxis frontalis*, *Turdus amaurochalinus*, *Turdus rufiventris*, *Zonotrichia capensis*) y 1 a una especie granívora/ frugívora (*Columbina picui*).

A partir del análisis de las muestras se obtuvieron 198 semillas de *S. fasciculatus* de las cuales 108 estaban sanas. *Pitangus sulphuratus* fue la especie de ave cuyas fecas contenía la mayor cantidad de semillas de *S. fasciculatus* (n= 39) en el periodo de muestreo, seguida de *Turdus rufiventris* (n= 29), *Elaenia albiceps* (n= 17), *Columbina picui* (n= 16) y *Turdus amaurochalinus* (n= 7).

No se encontraron diferencias significativas en el inicio de germinación entre las semillas proveniente de los frutos (5 días) y las provenientes de las fecas de las aves (4 días) (t= 2,24; p= 0,056). Tampoco se encontraron diferencias significativas en cuanto a la tasa de germinación (GR) la cual fue de 4,21 para las semillas de los frutos y 1,65 para las semillas de las fecas de las aves (dp: 0; p > 0,999). El poder germinativo (PG) fue significativamente menor para las semillas de los frutos (10,10 % ± 2 %) que para las semillas de las aves (13,88 % ± 4,15 %) (t= -15,29; p < 0,0001) (Fig. 1).

De las semillas que no germinaron al finalizar el experimento el 13 % de las provenientes de las fecas de las aves se encontraba viable mientras que la de los frutos eran no viables.

El porcentaje de germinación de las semillas de las fecas de *P. sulphuratus* (PG= 20,51 %) y *T. rufiventris* (PG= 20,69 %) fueron significativamente mayor al PG de las semillas control (PG= 10,10) (t= -30,16; p < 0,0001 y t= -26,25; p < 0,0001 respectivamente) (Fig. 2). No se encontraron diferencias significativas en el PG entre dichas especies (t= 1,11; p= 0,267). De las semillas que no germinaron el 6% de las provenientes de *P. sulphuratus* se mantuvo viable mientras que ninguna de las semillas de *T. rufiventris* eran viables.

El porcentaje de germinación de las semillas provenientes de las fecas de *E. albiceps* fue de 5,88 %, significativamente menor que las semillas control (t= 27,11; p < 0,0001), y significativamente menor que las provenientes de las fecas de *P. sulphuratus* (t= 51,64; p < 0,0001) y *T. rufiventris* (t= -39,09; p < 0,0001) (Fig. 2). El 18,75 % de

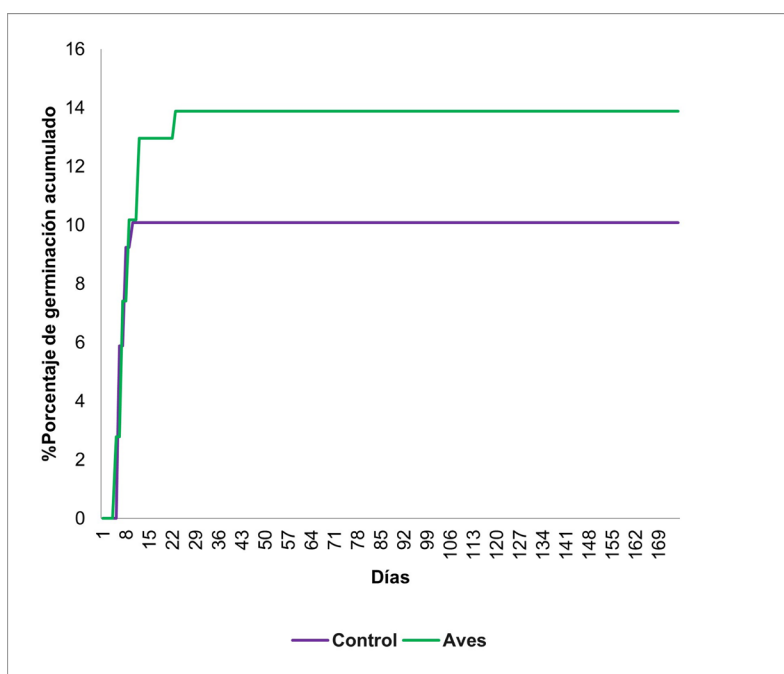


Fig. 1. Porcentaje de germinación acumulado de *Schinus fasciculatus*. En color violeta: semillas control, en color verde: semillas provenientes de las fecas de las aves.

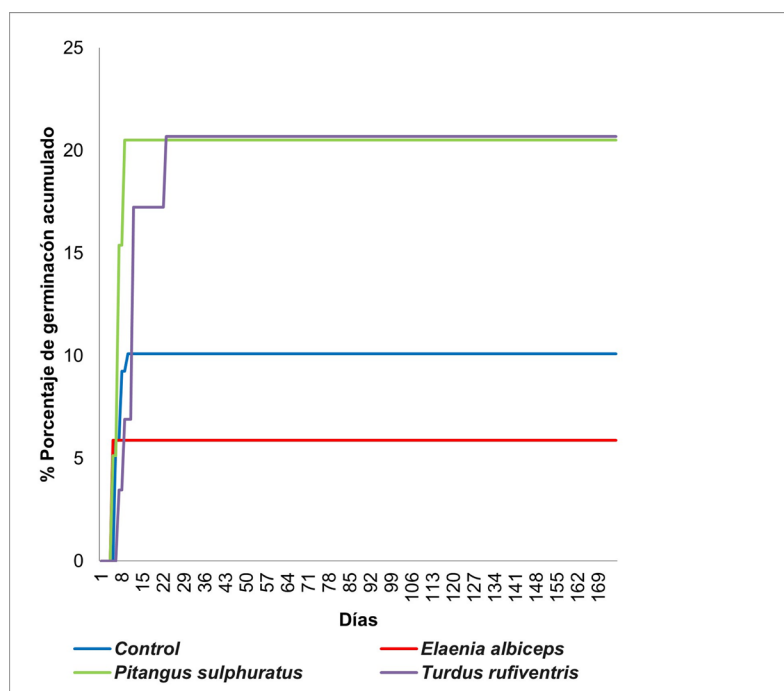


Fig. 2. Porcentaje de germinación acumulado de *Schinus fasciculatus*. En color azul: semillas control, en color rojo: semillas de las fecas de *Elaenia albiceps*, en color verde: semillas fecas de *Pitangus sulphuratus*, y en violeta: semillas fecas de *Turdus rufiventris*.

las semillas que no germinaron al finalizar la experiencia estaban viables.

Ninguna de las semillas provenientes de las fecas de *C. picui* y de *T. amaurochalinus* germinaron al cabo de los 174 días, pero el 19 % y 14 % respectivamente de las semillas permanecieron viables.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con nuestros resultados, no se detectaron diferencias significativas en el inicio ni en la tasa de germinación entre las semillas provenientes directamente de los frutos y aquellas recuperadas de las fecas. Sin embargo, el poder germinativo fue significativamente mayor en las semillas que atravesaron el tracto digestivo de las aves, lo que sugiere un efecto positivo del tránsito digestivo sobre la germinación de *S. fasciculatus*. Este efecto, no obstante, fue diferente según la especie de ave involucrada. *P. sulphuratus* y *T. rufiventris* aumentaron el porcentaje de germinación, mientras que *E. albiceps* mostró una tendencia opuesta. Por otro lado, *C. picui* y *T. amaurochalinus* retrasaron el inicio de la germinación, ya que las semillas no germinaron durante el período experimental, aunque muchas de ellas permanecieron viables.

A pesar de ello, los bajos porcentajes de germinación observados tanto en las semillas control como en aquellas recuperadas de las fecas indican que los resultados deben interpretarse con cautela. En comparación con otros trabajos realizados sobre la especie (Funes *et al.*, 2009), los porcentajes obtenidos fueron relativamente bajos independientemente del tratamiento aplicado, lo que podría indicar la presencia de algún tipo de dormición en las semillas de *S. fasciculatus*. En especies leñosas de ambientes estacionales y xerófilos, como el Espinal, la dormición constituye una estrategia frecuente que permite retrasar la germinación hasta que las condiciones ambientales resulten favorables para el establecimiento de las plántulas. En este sentido, es posible que muchas de las semillas utilizadas no estuvieran completamente preparadas fisiológicamente para germinar durante el tiempo que duró el ensayo. La presencia de semillas viables que no germinaron, particularmente en algunos tratamientos, sugiere

que el paso por el tracto digestivo de las aves podría actuar principalmente sobre la dormición física de las semillas mediante procesos de escarificación mecánica y/o química de la cubierta seminal, favoreciendo el ingreso de agua y oxígeno. Sin embargo, si las semillas presentan además algún grado de dormición fisiológica, asociada al embrión o a procesos hormonales internos, el efecto del tránsito digestivo no sería suficiente para inducir la germinación inmediata. Esto podría explicar por qué numerosas semillas permanecieron viables aun cuando no germinaron durante el período experimental.

Asimismo, el tiempo de retención depende tanto de características de las aves como de rasgos propios de las semillas, entre ellos el tamaño, dureza y espesor de la cubierta seminal, así como de la dieta consumida junto con los frutos (Traveset, 1998; Traveset *et al.*, 2001; Traveset & Verdú, 2002). Por ejemplo, el cambio en la dieta de insectos a frutos reduce el tiempo de retención de semillas en *Turdus migratorius* (Levey & Karasov, 1992). Un tiempo corto de exposición al tracto digestivo podría favorecer la germinación mediante una escarificación moderada; sin embargo, tiempos prolongados pueden generar efectos negativos, como pérdida de reservas energéticas o daño del embrión, reduciendo la viabilidad y germinación de las semillas (Traveset, 1998; Traveset *et al.*, 2007; Dueñas Florian, 2020).

La marcada variabilidad observada entre especies evidencia que el efecto del tránsito digestivo sobre la germinación no es uniforme, sino altamente dependiente de la interacción específica planta–dispersor (Montaldo, 2005; Dellafiore & Rosa, 2017; Guidetti, 2020). Este aspecto constituye un factor crítico en los estudios de dispersión, ya que condiciona la eficacia del mutualismo y, en última instancia, su contribución a los procesos de regeneración y mantenimiento de la biodiversidad. En este sentido, el concepto de “dispersor legítimo” propuesto por Schupp (1993) resulta particularmente relevante, ya que considera no solo la capacidad de un animal para remover y transportar semillas, sino también su contribución efectiva a la supervivencia, germinación y establecimiento de las plántulas.

Desde esta perspectiva, las especies estudiadas no tendrían la misma importancia funcional para *S. fasciculatus*. *P. sulphuratus* y *T. rufiventris*, al incrementar el porcentaje de germinación, podrían

actuar como dispersores legítimos potencialmente más efectivos que las restantes especies. En cambio, otras aves podrían funcionar principalmente como dispersores cuantitativos, transportando semillas, pero sin favorecer significativamente su germinación. Sin embargo, la efectividad de dispersión no depende exclusivamente del porcentaje germinativo. Factores como la distancia de dispersión, el sitio de deposición, la supervivencia post-dispersión y el establecimiento de las plántulas también determinan el éxito final del proceso (Schupp, 1993). Por ello, aun especies que no incrementan la germinación podrían desempeñar un papel ecológico importante si depositan semillas en micrositios adecuados para su establecimiento.

Se ha observado que el tiempo de retención de semillas tiende a ser menor en aves paseriformes que en grupos de mayor tamaño corporal, como los columbiformes (Bracho-Estévez *et al.*, 2024) lo que podría explicar las diferencias encontradas entre *C. picui* y el resto de las especies evaluadas. Asimismo, el estado fisiológico de las aves, influenciado por factores como la época reproductiva, disponibilidad de alimento, enfermedades o disturbios antrópicos, también podría modificar el efecto del tránsito digestivo sobre las semillas, reduciendo o incluso anulando sus efectos favorables (Dueñas Florian, 2020).

El paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves no solo afecta el porcentaje de germinación, sino también el inicio de la misma. Aunque los mecanismos involucrados aún no se conocen completamente, se ha propuesto que los fluidos digestivos podrían modificar procesos asociados a la latencia seminal (Traveset, 1998). Un retraso en la germinación podría representar una desventaja al aumentar el tiempo de exposición de las semillas a depredadores y patógenos; sin embargo, en ambientes con condiciones ambientales impredecibles, una germinación tardía también podría constituir una estrategia adaptativa al permitir que las semillas germinen únicamente bajo condiciones favorables para la supervivencia de las plántulas (Traveset, 1998). En este sentido, es posible que el tracto digestivo de las aves elimine principalmente la dormición funcional de la cubierta seminal, mientras que la dormición fisiológica permanezca activa hasta que se presenten condiciones ambientales adecuadas.

En conjunto, los resultados demuestran la importancia de la comunidad de aves frugívoras del Espinal en los procesos de dispersión y regeneración de *S. fasciculatus*, una especie clave en la estructura de este ecosistema. La participación de especies generalistas como *P. sulphuratus* y *T. rufiventris* sugiere que la conservación de estas aves puede tener un impacto indirecto positivo sobre la restauración y resiliencia de los bosques nativos. Asimismo, la variabilidad observada entre especies resalta la necesidad de realizar estudios complementarios que evalúen no solo la germinación en condiciones controladas, sino también la supervivencia y establecimiento de las plántulas en campo, así como la probabilidad de que una semilla dispersada sobreviva y alcance el estado adulto (Schupp, 1993).

Este trabajo permitió corroborar parcialmente nuestra hipótesis de que el paso por el tracto digestivo de las aves afecta la viabilidad y germinación de las semillas de *S. fasciculatus*. Sin embargo, los resultados sugieren que dicho efecto depende tanto de las características morfológicas y fisiológicas de las aves dispersoras como de rasgos propios de las semillas, particularmente de la posible presencia de mecanismos de dormición. En conjunto, estos hallazgos resaltan la importancia de conservar las comunidades frugívoras locales como un componente clave para la sostenibilidad y regeneración de los bosques del Espinal.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Este trabajo se desprende de la tesis de grado de CB el cual fue realizado bajo la dirección de CMD. Ambas profesionales participaron equitativamente en la concepción del estudio, el trabajo de campo, los experimentos y la redacción del manuscrito. PB fue responsable del muestreo de aves y la obtención de las muestras de fecas.

DATOS PRIMARIOS

Los autores declaran conocer la Ley Nro. 26899/2013 y se comprometen a poner sus datos primarios a disposición en Repositorios de sus respectivas instituciones.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó en el marco del proyecto de investigación PPI-SECYT-UNRC N.º C550 (RR 083/20; RR N.º 738/2021; RR N.º 152/2023) y como parte de un programa de anillamiento y monitoreo de aves a largo plazo en la Universidad Nacional de Río Cuarto. El trabajo de campo se realizó bajo el permiso de recolección N.º GOBDIGI-1108048111-022. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Agradecemos a la Universidad Nacional de Río Cuarto por su continuo apoyo a la investigación, a los estudiantes, becarios y colaboradores que participaron en el trabajo de campo y el procesamiento de muestras, así como a quienes brindaron apoyo logístico y asistencia durante el desarrollo del estudio. Agradecemos a los editores y revisores por sus valiosas sugerencias las cuales contribuyeron a mejorar la calidad del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRO SLIDE BANK. 2022. Catálogo Agro Slide Bank. Disponible en: <https://banco.asb.com.ar/> [Acceso: 2022].
- AIZEN, M. A., D. P. VÁZQUEZ, & C. SMITH-RAMÍREZ. 2002. Historia natural y conservación de mutualismos planta-animal en el bosque templado del sur de Sudamérica. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 79-97.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000100008>
- AMICO, G. C. & M. A. AIZEN. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién? *Ecol. Austral* 15: 89-100. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1478
- ARANA, M. D., A. OGGERO, E. NATALE & N. DE LUCA. 2014. Caracterización y situación actual de los bosques nativos en el centro sur de la provincia de Córdoba, Argentina. *Voces en el Fénix* 35: 142-151
- ARANA, M. D., E. NATALE, N. FERRETTI, G. ROMANO, ... & J. J. MORRONE. 2021. *Esquema biogeográfico de la República Argentina*. Opera Lilloana 56, Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- BASCOMPTE, J. & P. JORDANO. 2008. Redes mutualistas de especies. *Revista Investigación y Ciencia*. 384: 50-59
- BIANCO, C. A., C. NUÑEZ & T. A. KRAUS. 2000. *Identificación de frutos y semillas de las principales malezas del centro de la Argentina*. 1º ed. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.
- BIBBY, C., M. JONES & S. MARSDEN. 2000. *Expedition field techniques bird surveys*. BirdLife International, Cambridge.
- BRADBEER, J. W. 1998. *Seed Dormancy and Germination*. Chapman and Hall, Nueva York.
- BRACHO-ESTÉVANEZ, C. A., M. CUADRADO, Í. SÁNCHEZ, A. ONRUBIA & J. P. GONZÁLEZ-VARO. 2024. Plant traits determine seed retention times in frugivorous birds: Implications for long-distance seed dispersal. *Funct. Ecol.* 38: 2247-2260. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14642>
- COTTRELL, H. J. 1947. Tetrazolium SALT as a seed germination indicator. *Nature* 159: 748. <https://doi.org/10.1038/159748a0>
- CUENCA-GALLO, N., A. HIGUERA-BLANCO, K. PULIDO-HERRERA & C. RAMOS-MONTAÑO. 2020. Dispersión de semillas por aves. En: RAMOS-MONTAÑO, C., S. F. BARBOSA, N. CUENCA-GALLO, J. A. CUTA-PINEDA, ... & S. L. VEGA-CABRA, (eds.), *Aves asociadas a cafetales en el Valle de Tenza: Panorama y recomendaciones para asegurar la prestación de servicios ecosistémicos brindados por las aves*, pp. 51-78. Editorial UPTC, Tunja.
- DAILY, G. H., S. ALEXANDER, P. R. ERLICH, R. GOULDER, ... & G. M. WOODWELL. 1997. Ecosystems services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues Ecol.* 1: 1-18.
- DELLAFIORE, C. M. 2016. Dispersión legítima de semillas por aves en el bosque y matorral serrano de la provincia de Córdoba. *Eur. Sci. J.* 12: 56-64 <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n18p56>
- DELLAFIORE, C. M. & P. BRANDOLIN. 2023. Redes de dispersión de semillas por aves en la ecorregión del Espinal, Córdoba, Argentina. *Hornero* 38: 63-70. <https://doi.org/10.56178/eh.v38i1.1424>
- DELLAFIORE, C. M. & M. J. ROSA. 2015. Efecto de las aves sobre la germinación de *Cotoneaster franchetti* Bois (Rosaceae). *Eur. Sci. J.* 11: 319-326
- DELLAFIORE, C. M. & M. J. ROSA. 2017. Efecto del zorzal (*Turdus serranus*) y reina mora (*Cyanocompsa brissonii*) sobre la germinación del tala (*Celtis ehrenbergiana*), Argentina. *Gest. Ambient.* 33: 5-11
- DELLAFIORE, C. M., M. J. ROSA & V. SCILINGO. 2015. ¿Afectan las aves la germinación del arbusto

- Pyracantha atalantoides* (Rosaceae)? *Cuad. Inv. UNED* 7: 295-299.
<https://doi.org/10.22458/urj.v7i2.1156>
- DELLAFIORE, C. M. & SAINZ, M. 2022. Efecto de las aves y la temperatura sobre la germinación y viabilidad de las semillas de *Rubus ulmifolius* (Rosaceae). *Cuad. Inv. UNED* 14: e3786.
<https://dx.doi.org/10.22458/urj.v14i1.3786>
- DE LAPEÑA, M. R. 2016a. Aves Argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y migración. Charadriidae a Trochilidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*. 20: 1-627.
- DE LAPEÑA, M. R. 2016b. Aves Argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y migración. Tyrannidae a Turdidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" n. s.* 21: 1-633.
- DE LAPEÑA, M. R. 2016c. Aves Argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y migración. Mimidae a Passeridae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" n. s.* 21: 1-564.
- DÍAZ VÉLEZ, M. C., A. N. SÉRSIC, A. TRAVESET & V. PAIARO. 2018. The role of frugivorous birds in fruit removal and seed germination of the invasive alien *Cotoneaster franchetii* in central Argentina. *Austral Ecol.* 43: 558-566.
<https://doi.org/10.1111/aec.12592>
- DUEÑAS FLORIAN, K. D. 2020. *Relación entre la condición fisiológica de aves frugívoras y la viabilidad de semillas que pasan a través de su tracto digestivo*. Trabajo de grado para optar por el título de Bióloga. Universidad De La Salle, Colombia. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/84>
- EBIRD. 2024. *eBird Basic Dataset*. Cornell Lab of Ornithology, Nueva York. Disponible: <https://ebird.org/argentina/hotspot/L3684039?yr=all&m=&rank=mrec> [Acceso: 14 de agosto, 2024].
- FERRI, R., M. CEBALLOS, N. VISCHI, E. HEREDIA, & A. OGGERO. 2009. Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). *Iheringia, Sér. Bot.* 64: 93-100
- FLORA ARGENTINA. 2022. Buscador de flora argentina. <https://buscador.floraargentina.edu.ar> [Acceso: 2022].
- FUNES, G., S. DÍAZ & P. VENIER. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecol. Austral* 19: 129-138.
- GALINDO GONZÁLEZ, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 73: 57-74.
<https://doi.org/10.21829/azm.1998.73731727>
- GUIDETTI, B. Y. 2020. *Servicios ecosistémicos brindados por aves frugívoras dispersoras de semillas en bosques con ganadería extensiva del Espinal de la provincia de Entre Ríos*. Tesis de Doctorado en Biología. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- HERNÁNDEZ LADRÓN DE GUEVARA, I., O. R. ROJAS SOTO, F. LÓPEZ BARRERA, F. PUEBLA OLIVARES & C. DÍAZ CASTELAZO. 2012. Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 85: 89-100.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>
- HERRERA, C. M. 2002. Seed dispersal by vertebrates. En: HERRERA, C. M. & O. PELLMYR (eds.), *Plant-animal interactions. An evolutionary approach*, pp. 185-208. Blackwell Science, Oxford.
- INFOSTAT. 2008. *InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario*. 1º ed. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Editorial Brujas, Córdoba.
- INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION. 2022. Catálogo de plantas vasculares. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/BuscarEspecies.asp> [Acceso: 2022].
- IZHAKI I. & G. NE'EMAN. 1997. Hares (*Lepus* spp.) as seed dispersers of Retama raetam (Fabaceae) in sandy landscape. *J. Arid Environ.* 37: 343-354.
- LEVEY, D. J. & KARASOV, W. H. 1992. Digestive modulation in a seasonal frugivore, the American robin (*Turdus migratorius*). *Am. J. Physiol.* 262: G711-G718.
<https://doi.org/10.1152/ajpgi.1992.262.5.G711>
- LUTI, R., M. A. BERTRÁN DE SOLÍS, M. F. GALERA, N. MULLER DE FERREIRA, ... & J. C. BARRERA. 1979. Vegetación. En: VÁZQUEZ, J., R. MIATELLO & M. ROQUE (eds.), *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*, pp. 267-368. Boldt, Córdoba.
- MACKAY, D. B. 1972. The measurement of viability. En: ROBERTS, E. H. (ed.), *Viability of seeds*, pp. 172-208. Chapman and Hall, Londres.
- MARASAS, M. S. 2020. *El rol de las perchas naturales para favorecer la dispersión de semillas y el establecimiento de renovales en un bosque del*

- Espinal de Córdoba*. Tesis de grado en Biología. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- MIGUEL, M. F. 2018. *Las actividades antrópicas y sus efectos sobre funciones ecológicas: dispersión de semillas de Prosopis flexuosa DC. en tierras protegidas y con ganadería del Monte Central, Argentina*. Tesis doctoral en Biología. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
- MONTALDO, N. H. 2005. Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: manipulación de frutos y destino de las semillas. *Hornero* 20: <https://doi.org/10.56178/eh.v20i2.807>
- NABC. 2001a. *The North American banders' manual for banding passerines and near passerines (excluding humming birds and owls)*. The North American Banding Council, Point Reyes Station.
- NABC. 2001b. *The North American banders' study guide*. The North American Banding Council, Point Reyes Station.
- NORES, M. 1996. Avifauna de la provincia de Córdoba. En: DI TADA, I. E. & E. BUCHER (eds.), *Biodiversidad de la provincia de Córdoba*, Vol. I. Fauna: 255-337. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba.
- NORES, M. & D. YZURIETA. 1983. Nuevas localidades para aves Argentinas. Parte V. *Hist. Nat.* 3: 159-160.
- NORES, M., D. YZURIETA & R. MIATELLO. 1983. Lista y distribución de las aves de Córdoba, Argentina. *Bol. Acad. Nac. Ci.* 56: 1-114.
- OGGERO, A., M. ARANA & E. NATALE. 2019. *Aprendiendo a cultivar nuestras plantas: Manual para la producción de la flora nativa*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.
- PEARMAN, M. & J. I. ARETA. 2020. *Birds of Argentina and the South-west Atlantic. Field Guide*. Helm, Londres.
- RALPH, C. J., G. R. GEUPEL, P. PYLE, T. E. MARTIN, ... & B. MILÁ. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany.
- ROBERTSON, A. W., A. TRASS, J. J. LADLEY & D. KELLY. 2006. Evaluation of the benefits of frugivory for seed germination: the importance of the disinhibition effect. *Funct. Ecol.* 20: 58-66.
- RUBIANO, A. 2011. *"Dispersión de semillas" por aves frugívoras: una revisión de estudios de la región neotropical*. Tesis de grado en Biología. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- SEGURA LINARES, A. C. 2017. *Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en un gradiente altitudinal en un enclave seco del cañón de Chicamocha Santander*, Colombia. Tesis de grado en Biología. Universidad de La Salle, Colombia.
- SCHUPP, E.W. 1993. Quantity, quality and effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108: 15-29. <https://doi.org/10.1007/BF00052209>
- TOBIAS, J. 2021. AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. En: TOBIAS, J. A., C. SHEARD, A. L. PIGOT, A. J. M. DEVENISH, ... & M. SCHLEUNING. AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecol. Lett.* 25: 581-597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>
- TRAVESET, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: A review. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 1: 151-190. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00057>
- TRAVESET, A., N. RIERA & R. E. MAS. 2001. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Funct. Ecol.* 15: 669-675. <https://doi.org/10.1046/j.0269-8463.2001.00561.x>
- TRAVESET, A., W. A. ROBERTSON & J. RODRÍGUEZ-PÉREZ. 2007. A Review on the Role of Endozoochory in Seed Germination. *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*, 78-103. <https://doi.org/10.1079/9781845931650.0078>
- TRAVESET, A. & M. VERDÚ. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. En: LEVEY, D. J., W. R. SILVA & M. GALETTI (eds.), *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. CAB International publishing, Wallingford, pp. 339-350. <https://doi.org/10.1079/9780851995250.0339>
- VERGA E. G., H. L. S. HÜMOLLER, D. L. VERGARA-TABARES, L. GALETTO & S. I. PELUC. 2019. Importancia para la conservación de las aves de un relicto de bosque en la región fitogeográfica del Espinal, Argentina. *Neotrop. Biol. Conserv.* 14: 241-256. <https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e37920>
- VISCHI, N. & A. OGGERO. 2002. *Bosque Autóctono el Espinal: un área protegida*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.
- ZUBIZARRETA, L., L. DÍAZ PANIZZA & R. E. MORENO (colab.). 2014. *Guía de reconocimiento de malezas*. 1° ed. Syngenta, Vicente López.